escuela politécnica superior de huesca

**TRABAJO DE FIN DE CARRERA DE**

**INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TÍTULO**

# Proyecto de piscifactoría de trucha arcoíris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

## Documento 2.- Anejos


| | |
|---|---|
| **AUTOR:** | **Miguel Ángel Márquez Lapuente** |
| **ENSEÑANZA:** | **Ingeniería Agrónoma** |
| **DIRECTOR:** | **Juan Escós Quílez** |
| **FECHA:** | **Octubre 2016** |

**ÍNDICE**

ANEJO 1.- MANEJO DEL CULTIVO DE LA TRUCHA

ANEJO 2.- SANIDAD Y PATOLOGÍA

ANEJO 3.- SISTEMA DE FILTRACIÓN

ANEJO 4.- CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS DE LAS NAVES

ANEJO 5.- CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS DE LAS PISCINAS

ANEJO 6.- CAUDALES Y CANALIZACIONES

ANEJO 7.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA E ILUMINACIÓN

ANEJO 8.- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ANEJO 9.- ESTUDIO DE MERCADO Y ANÁLISIS DE NEGOCIO

ANEJO 10.- PRESUPUESTOS

ANEJO 11.- PLANOS

ANEJO 12.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA

ANEJO 13.- PLIEGO DE CONDICIONES

escuela politécnica superior de huesca

**TRABAJO DE FIN DE CARRERA DE**

**INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TÍTULO**

# Proyecto de piscifactoría de trucha arcoíris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

## Anejo I - Manejo del cultivo de la trucha


| | |
|---|---|
| **AUTOR:** | **Miguel Ángel Márquez Lapuente** |
| **ENSEÑANZA:** | **Ingeniería Agrónoma** |
| **DIRECTOR:** | **Juan Escós Quílez** |
| **FECHA:** | **Octubre 2016** |

**REPRODUCCIÓN ..... 4**

**1. ELECCIÓN Y CULTIVO DE LOS REPRODUCTORES ..... 4**

1.1.- Número de reproductores ..... 4

1.2.- Origen y cultivo de los reproductores ..... 6

1.3.- Factores que influyen en el valor de los productos sexuales ..... 7

1.4.- Fases o estadios de la reproducción ..... 8

1.5.- Mejora de la raza por selección ..... 9

**2. FECUNDACIÓN ARTIFICIAL ..... 11**

2.1.- Época de reproducción ..... 11

2.2.- Características de los buenos productos sexuales ..... 11

2.3.- Principio de la fecundación artificial ..... 12

2.4.- Modo de operar ..... 12

**CULTIVO ..... 15**

**3. LA INCUBACIÓN Y ALEVINAJE ..... 15**

3.1.- La sala y los aparatos de incubación y alevinaje ..... 16

3.2.- Conducción del agua a la sala de incubación. Filtrado del agua de incubación 16

3.3.-Las pilas de incubación y alevinaje ..... 17

3.4.- Disposición general de las pilas de incubación y alevinaje ..... 18

3.5.-Cuidados a prestar durante incubación y alevinaje ..... 20

3.6.-Conteo y transporte de los huevos ..... 22

**4. RECRÍA ..... 24**

4.1.- Necesidades de la fase de recría ..... 24

4.2.- Diferencias en el crecimiento global de un lote: ..... 24

**5. PRODUCCIÓN DE TRUCHITAS DE ENGORDE Y TRUCHAS DE CONSUMO 26**

5.1.- Cultivo de jaramugos de trucha de engorde ..... 26

5.2.- Cultivo de truchas de consumo y de segundo año ..... 28

**6. RECOLECCIÓN DE LOS PECES ..... 31**

6.1. Captura de los peces sin vaciado ..... 31

6.2. Selección de los peces ..... 32

6.3. Estabulación de los peces ..... 34

**ALIMENTACIÓN ..... 42**

**7. LA FORMULACIÓN DE PIENSOS ..... 45**

7.1. Bases fisiológicas de la alimentación en truchas.....45
7.2. Bases mecánicas de la alimentación de las truchas .....46
7.3. Los alimentos formulados. Especificaciones.....46
7.4. Los aditivos para piensos.....49
**8.- LOS HORARIOS DE ALIMENTACIÓN ..... 50**
**9.- ESTABILIDAD DEL ALIMENTO EN AGUA..... 52**
**10. NECESIDADES DE ALIMENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN ..... 53**
**BIBLIOGRAFÍA..... 58**

# REPRODUCCIÓN

## Reproducción artificial de salmónidos

En piscifactoría, las truchas arcoíris nunca van a desovar de forma natural, por eso siempre que se habla de producción de huevos, esto está necesariamente ligado a la reproducción artificial.

La reproducción artificial de los salmónidos se puede dividir en varias fases, que sucesivamente son: la reproducción artificial, la incubación y el alevinaje. Para practicarla, hace falta disponer de una cantidad suficiente de reproductores de buena calidad.

Los reproductores se mantendrán en una piscina propia, separados los individuos por sexos, mediante una red. Estas truchas no se cambiarán de piscina a lo largo del año, ya que se supone que el número de ejemplares y su peso no variarán, con una dieta de mantenimiento.

## 1. ELECCIÓN Y CULTIVO DE LOS REPRODUCTORES

### 1.1.- Número de reproductores

En términos de cantidad absoluta, esta viene determinada por el número de alevines que se quieren producir. Nos basaremos en que una hembra de 1 kilo da una media de 1000 y 1500 huevos (Huet, 1998).Como se aclara más adelante, el peso medio de las hembras reproductoras oscila entre 1.000 y 2.000 gramos. El huevo tiene un diámetro de 3-3,5 mm. El diámetro del huevo es función del tamaño de la hembra y no de su edad.

El número se puede obtener por retro-cálculo a partir de las tasas de supervivencia en las diferentes etapas del ciclo de vida y de la fecundidad de las hembras reproductoras. Los reproductores son seleccionados por su crecimiento rápido y maduración temprana (usualmente después de 2 años).

En cuanto a las proporciones relativas de sexo, hace falta menor número de machos que de hembras (la mitad o un tercio). Se suele usar la lecha de dos machos para fecundar los huevos de 4 hembras. Por tanto, nos basaremos en dicha relación de dos hembras por cada macho.

Con los datos comentados anteriormente, concluimos que para obtener 2.000.000 huevos, se necesita una media de 1500 kg de reproductores.

A la hora de seleccionar los individuos, estos son los caracteres visuales para diferenciar los sexos:



Macho: La forma de la cabeza es más grande y afilada característica de los salmónidos, con la mandíbula inferior afilada, que cuando llegan a ser adultos resalta por una protuberancia en la punta. Generalmente poseen colores más acentuados que inclusive en algunos casos llegan a ser muy pardos con la línea lateral más definida que en época de reproducción va del color naranja, cobrizo, al rojo. Llegan a desarrollar dientes más grandes (Internet).



Hembra: Posee una cabeza más pequeña y redondeada. Generalmente poseen un color más tenue que el macho, con dientes más pequeños, la línea lateral va de un color rosado, al rojo, y naranja. Siempre pesan más que los machos (Internet).

El ciclo de reproducción que vamos a seguir describe el siguiente ciclo:

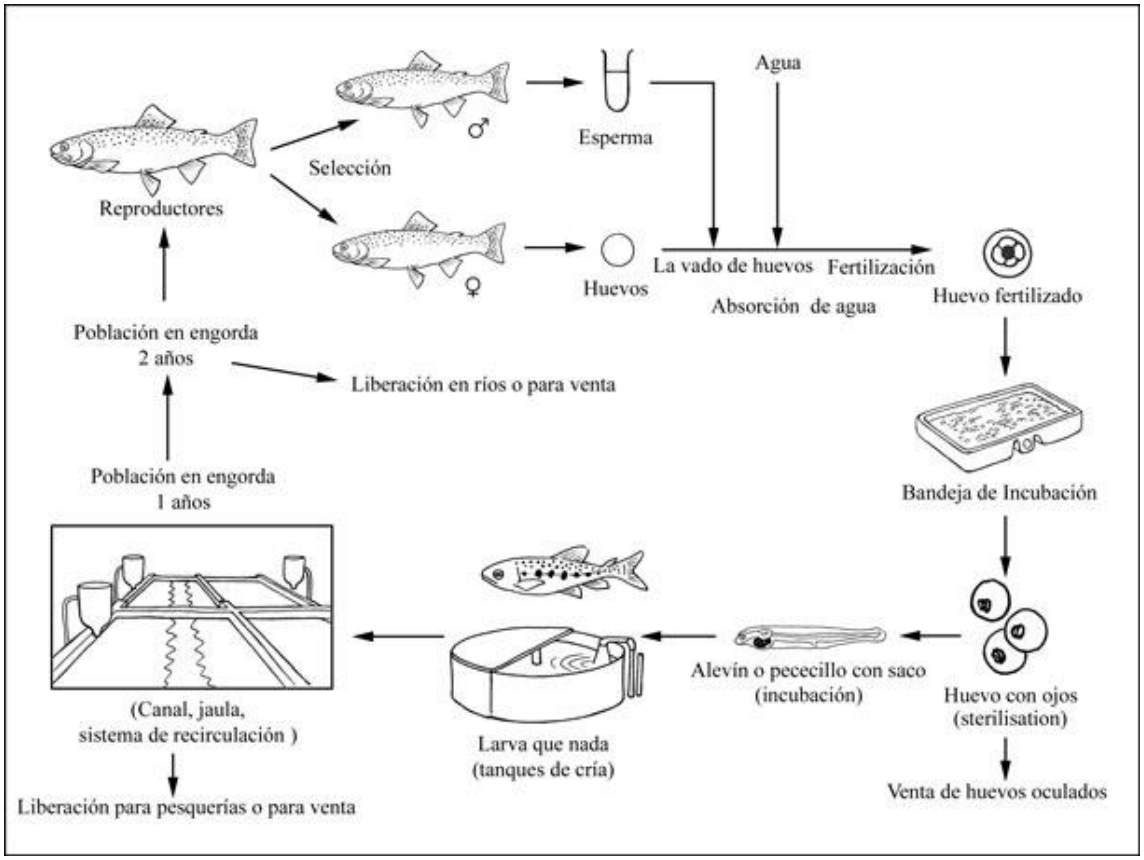



Imagen del ciclo completo de la trucha arcoíris en la piscifactoría (Huet et al, 1998)

Básicamente en la piscifactoría de truchas, se puede realizar un control completo de todo su ciclo vital. El proceso de incubación comprende la extracción de la esperma de los machos y de los huevos de las hembras. Estos últimos se fertilizan y se trasladan a las incubadoras. Cuando los alevines (larvas de peces) reabsorben su saco vitelino, se colocan en piscinas de recría; allí, éstos son alimentados automáticamente. Mediante una malla se evita que puedan escapar de las piscinas. Cuando han alcanzado un tamaño apropiado, se trasladan a las piscinas de engorde. El agua del río se canaliza con una represa. El primer grupo de piscinas contiene peces de hasta un año; en el segundo grupo, permanecen hasta los dos años (para evitar jerarquías de los más grandes), y en el tercero los individuos que van a ser usados en consumo humano. Estos grupos estarán divididos por tamaños y pesos. Los individuos más grandes y sanos se utilizan como reproductores. El agua circulante por los estanques se devuelve al rio por un canal de desagüe, previo paso por las balsas de decantación y por el filtro verde.

## 1.2.- Origen y cultivo de los reproductores

Los individuos que se utilizarán para reproducción vendrán de la propia explotación. Serán reproductores las truchas hembras y machos que han alcanzado la madurez sexual, donde estos fueron previamente seleccionados desde jaramugos, considerando las siguientes características a destacar: rápido crecimiento, buena conversión alimenticia, adecuada conformación corporal, buena fisiología reproductiva, adecuadas condiciones sanitarias durante su vida, buena adaptación a los medios ambientales físicos y químicos de su entorno. Estas características serán evaluadas a lo largo de la fase de recría, cuando se pueden observar con mayor claridad.

En el caso de la trucha arcoíris, los reproductores se cultivan en piscinas rectangulares (Raceways). Pueden vivir en ellas nutriéndose de una buena alimentación artificial con una densidad de población máxima de 5 kg/$m^2$.

Si los reproductores se cultivan en piscina y recibiendo alimentación artificial de calidad, como es este caso, ésta se reduce uno o dos meses antes de la freza y se suspende poco antes de este periodo, cuando los peces buscan abandonar las piscinas y remontar los cursos de agua en su hábitat natural (Huet, ,1998). En este momento, se escogen los reproductores y se colocan en pilas de estabulación. En lugar de vaciar las piscinas, si la disposición de los emplazamientos lo permite, se puede instalar una nasa de captura en la cabecera de la piscina. Cuando los reproductores se presentan y son capturados, su madurez esta próxima, evitándose así una larga estabulación.

## 1.3.- Factores que influyen en el valor de los productos sexuales

- Alimentación

Las truchas alimentadas exclusivamente o casi de alimentos artificiales mediocres, dan productos sexuales mediocres. Los alimentos artificiales de gran calidad dados desde la juventud y de forma continuada y regular dan resultados muy positivos. La nutrición a base de alimentos artificiales de calidad tiene el efecto de acelerar el crecimiento, lo que permite obtener grandes hembras en poco tiempo. Debe hacerse en dosis moderadas y con alimentos de gran calidad. Es importante tener en cuenta que grandes variaciones en las dosis de alimentación pueden provocar esterilidad.

- La edad y la talla

En las truchas arcoíris, los machos se encuentran en condiciones de reproducirse a partir del 2º año. La mejor lecha es la que dan entre los 2 y los 4 años. Las hembras, sin embargo, no suelen emplearse antes del 3er o 4º año y hasta los cinco o seis años, ya que en las hembras longevas aumenta el grado de infertilidad y, además, el número de óvulos producidos es cada año menor.

El peso normal de las hembras reproductoras varía entre los 1.000 y los 2.000 gramos, correspondiendo estos límites a la franja entre los 3-4 y 5-6 años de edad. Antes de los tres años, las hembras no producen tantos huevos y estos son muy pequeños; y

después de los 5 años, muchos huevos resultan infértiles o dan alevines con deformaciones. La cantidad de huevos y lecha aumentan con el tamaño de los individuos (Huet, 1998). El diámetro de los huevos aumenta con el tamaño de la hembra; y cuanto mayor es el huevo, mayor y más resistente es el alevín. El tamaño del macho no influye en el alevín, sin embargo, la utilización de machos de crecimiento precoz tiene la ventaja de la predisposición natural a sacar partido de la alimentación artificial, y esta facultad puede ser hereditaria.

El sexo de los descendientes está influenciado por el tamaño de los reproductores. La descendencia de hembras viejas fecundadas por machos jóvenes es predominantemente masculina. Este es otro de los motivos por los que no usaremos hembras de más de cinco años.

- Manipulación hormonal

Las técnicas de manipulación hormonal del sexo o técnicas de reversión sexual, dan origen a reproductores con cuyos productos sexuales se pueden obtener poblaciones de truchas “todo hembras” que facilitan, por su comportamiento, el manejo de las instalaciones industriales. Una herramienta de manejo usada frecuentemente es el empleo sólo de hembras de sexo invertido como reproductores, para producir progenie sólo de hembras que crecen más rápido. Los machos funcionales son producidos por administración oral de la hormona masculina 17-metil testosterona a través del alimento inicial en la etapa de alevín.

Más lejos aún, las técnicas de manipulación cromosómica, incorporadas en los últimos años a la salmonicultura, permiten la obtención y cría de truchas denominadas “triploides”, que mejoran fundamentalmente los rendimientos cárnicos (Blanco, 1995).

Quedará en manos del ingeniero encargado de la granja, el ver la utilidad y rentabilidad de llevar a cabo estas manipulaciones o si simplemente, no son necesarias o son inconvenientes.

## 1.4.- Fases o estadios de la reproducción

Desde el punto de vista biológico, se distinguen en la reproducción varias fases o estadios, que es necesario conocer, para de esta forma comprender globalmente el complejo mecanismo biológico de las truchas arcoíris (Blanco, 1995). Su conocimiento tiene un gran interés, ya que son básicos para todos aquellos productores industriales cuyos objetivos sean la inseminación artificial en la producción intensiva.

El primer estadio del ciclo reproductor anual corresponde al que se llama de reposo o punto de partida. Las gónadas no se encuentran en actividad y son de pequeño tamaño, filiformes, correspondiendo esta situación, en la granja, al periodo comprendido entre febrero y julio. El comportamiento de los reproductores jóvenes es idéntico y no existen diferencias morfológicas entre ellos. Histológicamente se

observan en las gónadas numerosas células indiferenciadas, precursoras de los futuros gametos.

Esta fase de reposo gonadal continúa con un segundo estadio propiamente reproductivo, que se llama premaduración. Se inicia cuando los periodos de luz se acortan, lo que coincide con julio-agosto y se caracteriza porque las gónadas comienzan su actividad fisiológica. Las células sexuales indiferenciadas, en ovarios y testículos, comienzan el proceso progresivo de diferenciación denominado gametogénesis. Morfológicamente tanto el ovario como el testículo comienzan a engrosarse al mismo tiempo que aumenta la vasculización y adquieren gran actividad.

La tercera fase se refiere al concepto de maduración específica de las células sexuales, adquiriendo estas, durante este proceso, morfología y funcionamiento propias. Se trata del proceso previo de maduración, adquiriendo en este momento el calificativo de gametos.

En las hembras, la maduración corresponde al periodo final de la formación del vitelo o vitelogénesis y corresponde y con la emigración de la vesícula germinativa al polo animal del óvulo, aspecto macroscópico que es utilizado por los piscicultores para conocer el grado de maduración. En los machos, la maduración, llamada espermiogénesis, corresponde con el periodo de maduración cuando son manifiestos los signos de dimorfismo sexual, explicados anteriormente, que permiten la diferenciación entre macho y hembra.

El piscicultor debe estar atento y conocer cuando los reproductores han finalizado la maduración, pues la permanencia de estos productos, sobre todo los óvulos en el vientre de las hembras, durante varios días, disminuye la fertilidad de los mismos.

No todos los reproductores de la instalación se encuentran maduros en los mismos periodos de tiempo, sino que existen notables diferencias entre ejemplares. Lo habitual es que con respecto a la media, en un mismo lote, haya ejemplares que realicen puestas quince días o un mes antes y otros se retrasen en el mismo sentido. Este hecho es transmitido genéticamente y es aprovechado por los piscicultores, para hacer selección y poder así disponer de huevos embrionados durante un periodo más largo y dispersar, de esta forma, la producción.

## 1.5.- Mejora de la raza por selección

La importancia de la selección es grande, ya que las diferencias de crecimiento están muy acentuadas entre truchas de la misma edad. Las truchitas de un verano, del mismo origen y cultivadas en idénticas condiciones, pueden variar en su tamaño entre 5 y 15 cm (Eraso, 1996). Las diferencias en estos crecimientos pueden deberse a múltiples causas internas y externas. La práctica de cultivos consanguíneos facilita la aparición de estos factores recesivos. Esto se remedia eliminando los descendientes cuyo nacimiento es defectuoso. Esta eliminación apenas tiene consecuencias

económicas desfavorables, ya que los descendientes son numerosos y solo un muy pequeño número suele ser eliminado.

En la elección de reproductores, se descartan todos los sujetos mal conformados y claramente enfermos.

# 2. FECUNDACIÓN ARTIFICIAL

## 2.1.- Época de reproducción

En truchas arcoíris, esta época va de enero a mayo, si bien según el clima y circunstancias locales, la trucha alcanzará esta época tanto más rápido como las aguas tengan tendencia a calentarse en primavera.

Existe variación también según la agitación de las aguas: mayor agitación hace que maduren antes. Según el estado de salud de los reproductores, estos madurarán antes cuanto más sanos estén.

No existe influencia de la edad y el tamaño de los reproductores sobre la precocidad o retraso de la época de freza.

Cuanto más precoz sea el individuo, mejor resiste el ataque del torneo (producida por el cnidario parásito *Myxobolus cerebralis*, que provoca que el pez infectado nade en círculos hasta morir) (ver Anexo de Enfermedades y Tratamientos).

## 2.2.- Características de los buenos productos sexuales

Si los reproductores son cultivados en piscinas, se vacían estas al acercarse a la madurez sexual. Los reproductores tienen entonces tendencia a emparejarse cerca de la entrada del agua y a escapar de las piscinas para remontar el curso de agua hacia la cabecera. Uno o dos meses antes de la freza, si se practica la alimentación artificial de los reproductores, ésta se reduce. Sin embargo, los reproductores continúan alimentándose hasta la freza; el ayuno que se les impone en este momento no obstaculiza la maduración normal de los productos sexuales.

Al acercarse la completa madurez sexual, los reproductores son pescados y colocados en pequeñas piscinas o piletas de estabulación, donde finaliza la maduración. Las dimensiones adecuadas para las piletas de estabulación son: 2 metros de largo por 0,75 m de ancho y 0,8 metros de profundidad. Las truchas soportan muy bien esta estabulación.

Están separados por sexos y todas las semanas, cuando menos, se verifica el estado de madurez sexual de los reproductores y se practica la reproducción de los que están maduros.

En un grado óptimo de madurez, la buena lecha es blanca y cremosa; la mala lecha es negra y grumosa. La lecha está demasiado madura si, primeramente, sale un líquido acuoso seguido por una lecha igualmente acuosa.

## 2.3.- Principio de la fecundación artificial

Los espermatozoides, en el líquido seminal, permanecen totalmente inmóviles por la acción inhibidora de actividad de ciertas sustancias tampón, por el valor alcalino del pH (sobre 7,8) y especialmente por la presencia de los iones $K^+$ (Aliaga, 2004): Los espermatozoides en contacto con el agua, por diferencia osmótica, sufren hidratación y, como consecuencia de ello, se produce el mecanismo de vibración flagelar y por tanto, adquieren capacidad móvil. Al ser la diferencia osmótica muy acusada, en función del agua, la hidratación se produce bruscamente y la actividad vibrátil se inicia rápidamente, pero se agota casi igualmente rápido. Sin embrago, cuando los espermatozoides se ponen en contacto con el líquido folicular, rico en sales, estas diferencias osmóticas son menos acusadas, por lo que el proceso de hidratación es más lento, permitiendo conservar el espermatozoide mayor tiempo de movilidad para encontrar el micrópilo.

Los óvulos puestos en contacto con agua dulce, sufren un rápido proceso de hidratación por diferencia osmótica entre el agua y el espacio previtelino (Aliaga, 2004): Por los poros del corion o envoltura externa del óvulo, pasa gran cantidad de agua al espacio previtelino, dando lugar a una gran turgencia del óvulo, inicialmente flácido. Esta turgencia, al estirar el corion, actúa sobre el orificio del óvulo o micrópilo, inicialmente permeable, obturándolo progresivamente e impidiendo la entrada de espermatozoides, los cuales a su vez están dotados de un tiempo de movilidad muy corto en este medio.

Por todo ello, aunque la fecundación en la naturaleza se hace en el medio acuático, en la práctica artificial nunca se debe utilizar el agua dulce en el proceso inicial de la mezcla.

Desde hace tiempo se usa el “método seco” que permite llegar a la fecundación casi total de los huevos, evitando los problemas expuestos anteriormente. El método es explicado en el siguiente apartado.

Los huevos son recogidos en un recipiente seco (barreño o colador), se añade la lecha y, solamente después de mezclarse bien, se vierte todo en un barreño medio lleno de agua.

## 2.4.-Modo de operar

- Material necesario: 2 ó 3 barreños esmaltados de diámetro 25-50 cm; toallas; plumas de gallo o de gusano; pinza para la limpieza de los huevos (Huet, 1998).

Antes de operar, se seleccionan los reproductores maduros, las hembras en un depósito y los machos en otro.

Se extrae una hembra del depósito cogiéndola con la mano. Se seca para evitar que el agua que la moja se escurra al barreño de fecundación. Con la mano derecha, se la

sujeta firmemente por la cabeza, mientras que la mano izquierda envuelve la parte posterior dejando agitarse al pez, que se calma pronto, pudiendo efectuarse entonces el desove. Para los peces más gruesos, su manipulación se trabaja entre dos.

Se mantiene al pez en posición muy inclinada, con la cabeza hacia arriba y el dorso vuelto hacia el operador, el vientre hacia la cavidad del recipiente y el cuerpo cayendo sobre él. Se aproxima la mano izquierda hacia la cabeza y con el pulgar y el índice, se ejerce una presión sobre el abdomen, bajando desde la región anterior del tronco hasta el poro genital. Se repite la operación varias veces, hasta que la hembras sea totalmente vaciada (en el momento de extraer los últimos huevos, se han de evitar cuidadosamente presiones tales que salga sangre mezclada con los huevos).



Extracción del esperma de un macho reproductor (Internet).



Extracción de los huevos de una hembra reproductora (Internet).

Según el tamaño de los reproductores, se repite la operación en dos o cuatro hembras. Después se toma un macho y por manipulación análoga, se extrae la lecha (previamente, se seca debidamente al macho). La cara ventral del macho debe volverse hacia abajo, ejerciéndose la presión sobre todo en los flancos, en tanto que en las hembras se ejercía en el vientre. Como hay una enorme concentración de espermatozoides en la lecha (en torno a 10.000 millones por $cm^3$), no hace falta más

que unas gotas para fecundar una gran cantidad de huevos. Si se tienen bastantes machos, se puede tomar la lecha de dos para fecundar los huevos de dos a cuatro hembras.

Se mezclan los huevos y la lecha con la ayuda de una pluma, o a mano; a continuación se vierte la mezcla en un recipiente medio lleno de agua y se revuelven rápida y cuidadosamente tres o cuatro veces con la pluma. A continuación se deja reposar la mezcla veinte o treinta minutos. Al principio, los huevos se adhieren al recipiente por una cara. Hinchándose de agua, aumentan de volumen y finalmente solo se adhieren por un punto; se despegan fácilmente (se recomienda usar ese tiempo para desovar al resto de hembras).

Se vuelve a tomar los huevos de la primera fecundación. Se elimina el agua con el exceso de lecha y se reemplaza en varias tomas sucesivas, hasta que los huevos se ven muy claros en un agua transparente (se aprovecha esta limpieza para eliminar los huevos defectuosos e impurezas). Se vierten entonces en las cajas de incubación y se extienden uniformemente con la pluma. Los huevos se colocan en una sola capa o en dos capas superpuestas si hay falta de espacio. A partir de este momento empieza una nueva fase.

Al estar las pilas de incubación en la misma nave, en la sala anexa, se transportan los huevos hasta este emplazamiento, utilizando un recipiente, conteniendo una parte de huevos y tres artes de agua.

Después de la fecundación, las hembras pueden recibir su nuevo destino o guardarse en estabulación hasta el próximo control (de tres a ocho días más tarde). En este momento se realiza una puesta de control, para eliminar los huevos que no hubiesen sido expulsados la primera vez.

Después de este control, los reproductores que ya han frezado se mandan a las piscinas. En piscicultura industrial, se puede hacerlos frezar tres o cuatro años consecutivos, si bien se recomienda que sean dos o a lo sumo, tres.

# CULTIVO

## 3. LA INCUBACIÓN Y ALEVINAJE

Tras el desove de los reproductores, los huevos son trasladados a las pilas de incubación. A las dos o tres horas de haber permanecido en al agua de incubación, los huevos han adquirido suficiente grado de dureza como para ser manejados de nuevo durante un corto periodo de tiempo, que finaliza a las 36-48 horas después de haber sido colocados por primera vez en agua, en la que permanecerán durante la incubación y tras la eclosión hasta que alcancen los tres centímetros de tamaño.

Son alevines hasta el momento en que pierden su coloración juvenil (hacia los 6 meses de edad, aunque se les sacará de las pilas de recría hacia los 4 meses, ya alcanzados los 3 cm de tamaño y 0,5 gramos de peso). Como los animales están a en una época vital en la que se les debe criar con especial cuidado, se les dispone en instalaciones específicas para esta etapa (piscinas de recría), cuando se les saque de las pilas.

Cría de alevines de 3 a 4 semanas en las pilas de alevinaje

Alimentándose el alevín de su vesícula vitelina, en la pila de alevinaje durante este periodo el crecimiento es rápido, lo que presenta sus ventajas:

I. El alevín, siendo mayor en el momento del cambio a las piscinas de recría. está más capacitado para resistir a enfermedades.
II. Se suelta cuando ha pasado un periodo peligroso para el ataque del torneo.
III. Se acostumbra con facilidad a la alimentación artificial cuando pasa a recría.

Para tener éxito, el cultivo se practica con las siguientes condiciones:

- Los depósitos de cultivo no tendrán poca superficie: medirán al menos 15 $dm^2$; resulta poco factible usar incubadoras cortas.
- Los depósitos están recorridos por un caudal abundante, que aumenta según crece el alevín. Para 1.000 alevines, de 1 a 2 l/min.
- Para que el crecimiento se realice en las mejores condiciones, se exponen los depósitos a una iluminación poco intensa de luz filtrada, pintándose el interior de los depósitos de color claro.
- La temperatura no debe ser demasiado baja: sobre 12ºC.

Después de 3 o 4 semanas, los alevines se ponen en piscinas de cultivo en aguas libres, o bien se continúa su cultivo en depósitos de alevinaje (en este caso se efectuará en 1$^{er}$ lugar una selección previa para evitar el canibalismo por diferencia de tamaños) [la selección se realiza con tamices de mallas].

Para evitar la fuga de alevines, se usan rejillas con mallas de 2mm (en piscinas naturales, las rejillas se obstruyen por hongos y algas; para evitarlo se coloca antes otra reja con barrotes separados 5-10 mm).

Es preciso igualmente, colocar una rejilla con malla de 2 mm en la toma de agua (o mejor aún, una caída de agua).

Se pueden recomendar las siguientes densidades medias por $m^2$ (Huet, 1998):

Tabla 1: densidades máximas alcanzables de alevines, para diferentes tipos de piscinas y alimentaciones (Huet, 1998)

| Tipos de alimentación y categorías de piscinas | Alevines con vesícula reabsorbida en sus ¾ partes | Alevines criados en pilas de alevinaje durante 3-4 semanas |
|---|---|---|
| Sin alimentación artificial; piscinas ordinarias no abonadas | 4-6 | 2-3 |
| Sin alimentación artificial; piscinas ordinarias abonadas, piscinas de manantial, piscinas lineales | 6-12 | 3-6 |
| Alimentación artificial más o menos intensa; piscinas naturales | 20-60 | 10-30 |
| **Alimentación exclusivamente vitelina; piscinas artificiales** | **50-100** | **25-50** |

## 3.1.- La sala y los aparatos de incubación y alevinaje

Esta parte de la instalación debe cumplir los siguientes requisitos a modo de generalidad: cómodo acceso; espacio suficiente; buena iluminación de día y noche, estando por completo al abrigo de los rayos solares en el interior; protección contra el hielo; buena aireación; buena toma, distribución y evacuación del agua.

Al ser los individuos jóvenes de las truchas los que necesitan un agua más pura y de mayor calidad, son estas instalaciones las primeras en recibir el agua del canal de alimentación de la piscifactoría.

Espacio requerido: suponiendo una pérdida normal del 10% de los huevos, habrá de 400 a 600 de media por decímetro cuadrado, para diámetros comprendidos entre 4 y 5 mm., distribuidos en cajas californianas de cuatro pisos.

Conociendo las superficies estrictamente necesarias para la incubación y alevinaje, podemos calcular la superficie de todo el conjunto de pilas (habrá que prever también el espacio necesario para pasillos, conservación y almacenamiento).

## 3.2.- Conducción del agua a la sala de incubación. Filtrado del agua de incubación

La toma de agua debe permitir llegar al agua por gravedad hasta la sala de incubación. Se la proveerá de una rejilla que evite la entrada de residuos indeseables.

El agua llegará a las pilas de incubación por tuberías, que no estarán enterradas, para evitar problemas en caso de fallo de alguna de ellas (Huet, 1998).A estas tuberías

llegará el agua desde el canal de aguas limpias. Sobre estas tuberías se colocarán rejillas de metal, por las que podrán pasar los trabajadores sin riesgo de dañar dichas conducciones.

Para favorecer la oxigenación del agua a la llegada a la sala de incubación, en el canal de conducción se construyen una serie de cascadas, que aumentarán la superficie de contacto entre el agua y el aire, de manera eficiente y barata.

El filtro para la sala de incubación es necesario, porque tanto los huevos como los alevines de temprana edad requieren agua muy limpia. Como sustancia filtrante se han usado normalmente: carbón de madera, cok, turba, fibra de madera, grava y esponjas. Las diferentes experiencias muestran que el mejor material filtrante es la turba.

Hay que prever una canalización derivada o bypass para cuando se quiera limpiar el filtro.

## 3.3.-Las pilas de incubación y alevinaje

Deben colocarse de manera que ninguna parte quede fuera de la acción de la corriente, lo que favorece el buen desarrollo de huevos y alevines. Esto se hace colocándolas en filas, paralelas al plano longitudinal de la nave de incubación y alevinaje por donde pasará el agua de principio a fin de las filas, para después ir canalizada a las balsas de decantación.

Existen múltiples modelos, clasificados en: cortos (o californianos) y alargados (o pilas de alevinaje). Los primeros solo se emplean para incubación. Los segundos, para incubación y alevinaje; los californianos, cuando hay poca agua disponible y si se recircula. En nuestro caso, se hará una unión de ambos, colocando cajas californianas a lo largo de largas pilas de incubación, consiguiendo una eficiencia máxima del espacio.

Las incubadoras californianas se componen de una caja externa de chapa de zinc, madera o eternit, que contiene una o dos bandejas de incubación. Las dimensiones de las cajas son muy variables y están comprendidas entre: 0,5*0,2*0,15 m y 1*0,5*0,25 m., escogiéndose para la granja estas últimas dimensiones. Siempre están dispuestas de forma que la corriente sea ascendente a través de la bandeja. De esta forma se obtiene una buena oxigenación del agua y una decantación parcial de las materias en suspensión. Para obtener una buena circulación del agua en el interior de la caja externa hace falta que el desagüe ocupe una parte importante de su anchura (o su totalidad).



Incubadora californiana

Tras la eclosión de los huevos, los alevines caen por los orificios de las pilas de incubación al fondo de las mismas, donde pasarán la fase de alevinaje hasta que alcancen los tres centímetros de longitud. Los restos de las membranas, huevos deteriorados no eclosionados y abortos, al ser mayores que los orificios, quedarán en las bandejas donde pueden ser fácilmente retirados conjuntamente con la bandeja, para así mantener las pilas libres de residuos que puedan ser fuente de hongos.

## 3.4.- Disposición general de las pilas de incubación y alevinaje

Hay dos tipos de salas de alevinaje: de tipo ancho y alargadas.

En las salas anchas, las pilas están colocadas a ambos lados de un pasillo central, perpendicularmente a él. En las salas alargadas, las pilas están situadas al mismo lado del pasillo principal al que son perpendiculares.

Se disponen las pilas en filas paralelas al plano longitudinal de la nave como se ha dicho antes, con un total de 5 filas separadas por 4 pasillos, por los cuales se realizará el mantenimiento y control de las pilas. De esta manera, desde cada pasillos se tendrá acceso a dos filas de pilas de incubación y alevinaje, haciendo más fácil las tareas antes mencionadas.

El espacio entre dos pilas o parejas de pilas vecinas paralelas puede variar entre 60 y 80 cm., siendo en este caso de 70 cm. El pasillo debe tener una anchura mínima de 1,5 metros para facilitar idas y venidas y demás. Por seguridad, se escoge una anchura para los pasillos, de 2 metros.

La pila no debe ponerse en contacto directo con el muro, para evitar que éste este constantemente húmedo. A veces, entre y la pila se deja espacio para el canal de traída de agua y la grifería. Se dejará un espacio de 50 cm. entra la última fila de pilas y el muro de la nave.

Las cajas californianas normalmente se sitúan en escalera. Sin embargo, no se ponen más de cuatro o cinco pisos por caja (con un número mayor, el agua de los últimos pisos de las cajas inferiores no está suficientemente oxigenada).

a. Las bandejas de incubación

Habitualmente, las bandejas de incubación son de chapa perforada de acero inoxidable, aluminio, zinc o platino.

Las perforaciones de la chapa son de diámetro 1,5-2,5 mm.

La anchura de las bandejas es casi igual a la anchura interior de la pila de incubación. La longitud no suele sobrepasar los 50 cm.

Se disponen en las pilas de forma que los huevos estén cubiertos por 3-5 cm de agua.

Según las dimensiones de las bandejas y el diámetro de los huevos, es fácil calcular el número de huevos de incubación. Para huevos uniformemente repartidos en una sola capa, con un diámetro medio de 5 mm, habría 500 huevos/dm2; una caja de incubación de 50*50 cm contendrá por tanto 10.000 huevos. Para huevos de diámetro 4 mm, contendrá 15.625.

Las bandejas estarán provistas de una tapa, puesto que la incubación debe hacerse en la oscuridad.

b. La alimentación del agua a las pilas

A presión en conducciones cerradas o al aire, por un canalón.

Los grifos están fijados al canalón; su nivel es de 20-30 cm por encima del agua de las pilas. También se pueden usar en vez de grifos, agujeros o sifones.

El desagüe de las pilas de incubación se hace por medio de tuberías que actúan por diferencia de presiones, si bien podría resolverse con un simple vertedero.

c. Rejillas para impedir la fuga de alevines

Se coloca antes del rebosadero, a 5-20 cm del extremo de la pila, según la anchura.

d. Piletas de alevinaje e incubación tangencial

Son circulares cuadradas, con los ángulos redondos. El diámetro o lado está comprendido entre 1,5 y 2,5 m.

El desagüe se efectúa por el centro de la pila.

e. Los locales anejos

Para fecundación artificial, preparación de alimentos y expedición de peces (separados de la sala de incubación y alevinaje).

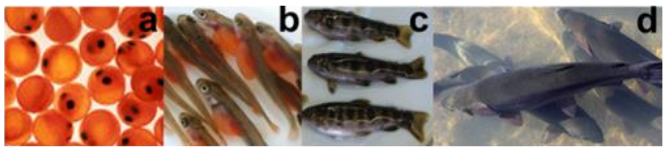
Durante la fecundación artificial son precisos depósitos de estabulación para los reproductores (con tapa de malla). También se necesitan: una mesa, recipientes galvanizados o de plástico; pequeños recipientes para la puesta, probetas, formol, plumas, etc.

Una zona separada para redes, bidones, báscula, seleccionadores de alevines, etc.

## 3.5.-Cuidados a prestar durante incubación y alevinaje

Fases de incubación y alevinaje

Dentro de la fase de incubación se pueden distinguir tres fases que condicionan las operaciones que podemos realizar con los huevos, en función de la sensibilidad de estos a la manipulación en cada fase (Aliaga, 2004):




1ª fase: desde fecundación hasta aparición de ojos.

Los huevos permanecen en absoluto reposo en las incubadoras, sin ningún tipo de movilidad o manipulación, hasta que se observe en ellos, a simple vista, dos pequeños puntos móviles.

Durante el proceso de incubación, un determinado porcentaje de los huevos se deteriora y muere, adquiriendo color blanquecino, rompiéndose en muchos casos la membrana externa y saliendo su contenido al exterior, mezclándose con el agua de incubación. La concentración masiva de material orgánico en estas incubadoras hace que sea habitual el desarrollo de un hongo de rápido crecimiento que puede producir gran mortalidad de huevos e incluso su extinción (Aliaga, 2004) si no se toman las medidas adecuadas. Estos hongos, de crecimiento habitual, de la clase ficomecitos, *Saprolegnia spp*, desarrollan hifas visibles a simple vista, alimentándose de materia orgánica en descomposición, en estos casos los huevos muertos.

Para evitar el crecimiento de estos hongos se hacen tratamientos diarios con formol hasta la eclosión de los huevos.

2ª fase: desde aparición de ojos hasta eclosión.

Los ojos aparecen más o menos a mitad de la incubación. Esta fase comienza cuando se alcanzan los 180 grados/día. A partir de este estadio, los huevos pueden ser manejados y sometidos, con cuidado, a todas aquellas manipulaciones necesarias.

En esta fase, un método muy utilizado para provocar que los huevos deteriorados sean fácilmente distinguibles es provocar un choque o golpe de huevos para que su membrana externa se rompa y adquieran el color blanquecino que los delate como tales. Hay muchas formas de conseguir estos efectos: desde el simple trasvase a un cubo de agua, dejándolos caer en él desde una altura de 15-20 cm, a un sifonado directo desde los lugares de incubación a un cubo, realizándolo con el cuidado que exige la práctica. La totalidad de los huevos así tratados es colocada de nuevo en sus lugares de incubación, adquiriendo los deteriorados, a las pocas horas de haber permanecido en agua, el color blanquecino que los identifica.

Generalmente, el método anterior se complementa, a las 36 horas, con el llamado método de eliminación por flotación, que consiste en los sumergir los huevos en una solución salina para eliminar por flotación los deteriorados y los no fecundados. La práctica repetida de este método permite conocer la salinidad justa, así como la manera de retirar los huevos que floten, para no poner en movimiento los que se encuentran en el fondo.

Actualmente estos métodos están en desuso, y son suplidos con tecnología acorde a las necesidades y costes actuales de la mano de obra. El funcionamiento de estas máquinas es explicado más adelante, en el apartado dedicado al conteo de los huevos.

Durante esta 2ª fase se pueden manipular y transportar los huevos a condición de mantenerlos húmedos.

3ª fase: desde eclosión hasta que reabsorben toda la vesícula

La eclosión dura más o menos una semana. Para ver si los huevos están o no fecundados, el 2º día se ponen una mezcla de: 3 partes de ácido crómico al 0,5%, 4 partes de ácido sulfúrico al 10% y 3 partes de alcohol de 96º; en los huevos fecundados aparecerá una segmentación en dos o cuatro partes.

A lo largo de la 3ª fase (que dura la mitad del tiempo total) el alevín cambia totalmente. Al principio, entorpecido por la gran vesícula vitelina, se tiende sobre el fondo.

Nada más eclosionar, el alevín mide 15 mm; al final de la reabsorción de la vesícula vitelina, sobre 20 mm.

En el momento en que ha reabsorbido ¾ de la vesícula, debe comenzarse su alimentación artificial.

La duración del desarrollo se expresa en grados-día (dato que indica el número de días que exigiría la incubación de los huevos del pez a 15ºC). Para truchas arcoíris, de 290 a 330 º/día. La eclosión dura sobre 50 º/día para huevos de la misma puesta. La reabsorción de la vesícula dura más o menos 180 º/día.

Cuidados a prestar

1. A intervalos regulares (en principio cada dos días) se sacan los huevos y después los alevines muertos (los huevos muertos son blancos y opacos). Se les extrae con pinzas. Tras la eclosión se extraen las cáscaras de los huevos. Y durante la reabsorción de la vesícula, se eliminan los alevines que van muriendo.
2. Los huevos deben mantenerse en la oscuridad. El oscurecimiento de las ventanas de la sala de incubación, permite filtrar bastante la luz, sin molestar a los alevines cada vez que se levanta la tapa para los controles diarios. También se puede optar por la ausencia de ventanas, usando iluminación artificial adecuada a las necesidades especiales de esta nave.
3. El agua debe ser rica en oxígeno. Durante la reabsorción de la vesícula se aumenta algo el caudal de agua (que sea cuando menos 1l/min para cada 1000 alevines).
4. Ha de evitarse la presencia de lodo sobre los huevos. Debe evitarse mover los huevos antes de que estén "embrionados" (cuando se les ven los ojos).
5. Durante la duración total de la incubación, se les debe evitar todo choque violento. Solo se puede transportar durante la 2ª fase de la incubación.
6. Se vigila cuidadosamente la higiene general y se busca cualquier signo de enfermedad, sobre todo la costiasis (enfermedad parasitaria relacionada con la densidad excesiva de peces y la suciedad del agua que los rodea, sobre todo en esta fase temprana, producida por el parásito flagelado *Icthyobodonecatrix*). Si esta aparece, se la combate con el baño de formol de Lêger (40 $cm^3$ de formol en 100 litros de agua). Los alevines permanecen en él un cuarto de hora. Durante el tratamiento se corta toda renovación del agua.

Para combatir preventivamente los ectoparásitos, Gerard (1974) recomienda tratamientos periódicos con formol cada diez días a partir del 5º día tras la reabsorción de la vesícula vitelina (25 $cm^3$ por 100 l de agua para temperaturas menores de 10ºc y 20 $cm^3$ para temperaturas entre 10 y 15ºC).

## 3.6.-Conteo y transporte de los huevos

1. El conteo

Los huevos se cuentan cuando están embrionados, ya que pueden manipularse sin peligro. Se emplea uno de los siguientes procedimientos:

Se pesan 1000 huevos en una balanza de precisión. Por otro lado, en otra balanza, se pesa la masa de huevos a contar.

1.1. Se vierten 1000 huevos en una probeta llena de agua y se mide el volumen de $cm^3$ que ocupan (entre ellos hay, naturalmente, agua). De media, 10-15 huevos de trucha ocupan 1 $cm^3$. El método permite operar con rapidez y sin separar los huevos del agua.

1.2. Se pueden utilizar plaquetas de Brandstetter de goma rígida, llevando un número determinado (de 200 a 500) cavidades esféricas, en cada una de las cuales se viene a alojar un huevo.
1.3. Se cuenta el número de huevos que ocupan una superficie determinada. Esta forma de proceder es aproximada.

Actualmente, sin embrago, se usan máquinas especializadas en el conteo. Nos referimos a la existencia de las máquinas de contaje automático de huevos embrionados, que realizan esta función con precisión y rapidez. Existen muchos modelos en el mercado y generalmente su eficiencia es proporcional a su coste. El contaje de un millón de huevos requiere, con estos medios, una hora de mano de obra, mientras que con el método volumétrico de desplazamiento se necesitan siete horas de mano de obra y casi cuatro para el método ponderal (Aliaga, 2004). La fiabilidad de estas máquinas tiene un error máximo del 1%. Además, por un sistema electrónico de célula fotovoltaica, retiran los huevos sin retirar los no embrionados.

Los huevos son trasladados o colocados directamente desde los bastidores de incubación en estas máquinas, las cuales producen en los huevos un cierto choque equivalente a los comentados anteriormente. Realizado el contaje de lotes y separados los huevos deteriorados, son colocados de nuevo en el agua, en los bastidores, durante 24 horas. Si el porcentaje de huevos blancos que aparecen en ese tiempo es alto, será necesario pasarlos de nuevo por la máquina



Clasificador de ovas embrionadas, separa las ovas vivas, de las muertas (puntos blancos), debido a su nivel de transparencia, utilizando una célula fotoeléctrica.

2. Transporte de los huevos. Cajas incubadoras

El transporte de huevos se basa en la facultad que tienen estos de vivir fuera del agua a condición de que la temperatura sea baja, que conserven suficiente humedad y se les suministre el oxígeno necesario.

Los transportes de corta duración pueden realizarse en termos o musgo húmedo (no más de 2 kilos).

# 4. RECRÍA

## 4.1.- Necesidades de la fase de recría

Esta fase comprende la parte entre el alevinaje y el engorde, desde los 3 a los 6 cm de tamaño de los peces. En este periodo, las truchas todavía no se pueden clasificar mecánicamente por lo que se seguirán manejando por lotes de nacimiento, en los que la diferencia máxima de edad entre las truchas de una misma pila de recría será de un mes (Aliaga, 2004). Esta diferencia de edades no será un problema, ya que aunque hay variedad de tamaños entre los alevines debido a la diferencia de tamaño de los huevos, el tamaño de los individuos se va uniformizando según van creciendo.

Los jaramugos ser repartirán entre 5 piscinas de recría, adyacentes a la nave de incubación y alevinaje, lo que permitirá seguir manteniendo el mismo número de lotes que en la fase anterior. La superficie útil de las piscinas de recría es de 62,5 $m^2$ cada una. Serán piscinas rectangulares de 2,5 metros de anchura y 25 metros de largo. La profundidad del agua será 0,75 metros, suficiente para que puedan refugiarse del calor del verano, sin dificultar el manejo de los individuos.

En esta fase, se alimentará a los individuos ya con piensos extrusionados, ricos en proteínas, como se explica más adelante, para adecuarse al rápido metabolismo de esta época de la vida de los peces. Los suministradores automáticos de alimento se encargarán de repartir el alimento en 4 tomas diarias repartidas equitativamente en el tiempo.

La cantidad de pienso necesaria anualmente para la recría será de 2.916 kg, considerando un índice de conversión del alimento, en esta fase, de 1,2 : 1 (Ragash, 2009)

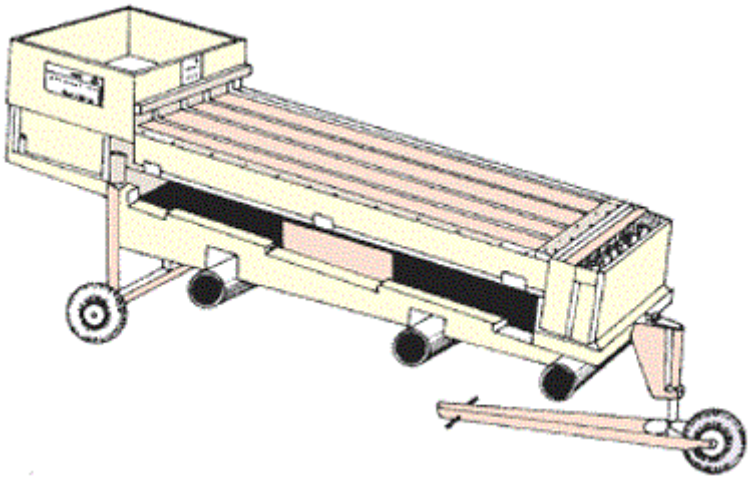
La densidad recomendada para esta fase de crecimiento es de 8 $kg/m^2$.

## 4.2.- Diferencias en el crecimiento global de un lote:

Para conocer las diferencias de crecimiento individual existentes en un mismo lote de peces, se separan éstos de acuerdo con los distintos tipos de peso medio que presentan. Cuando el peso medio del lote se encuentra dentro de un tamaño, los peces se distribuyen de acuerdo al peso en la siguiente proporción: el 5% de los peces se adelanta dos meses y el 20% un mes con respecto a la media (los llamados “cabezas”). El 50% de los peces crecen en el tiempo correspondiente; el 20% restante se retrasa un mes y dos meses el 5% (los llamados “colas”). Como ya se ha explicado, sobre este último 5% no se hará ninguna operación de clasificación, que podría causar más bajas.

En el momento en que la mayoría de los peces del lote alcance los 6 cm de tamaño, se realizará la primera clasificación, justo al terminar esta fase y antes de llegar a las siguiente.

La clasificación se hará de manera mecánica. El método de clasificación mecánica se basa en el paso de los peces entre dos cintas transportadoras que forman un canal entre ellas. La separación entre ellas va aumentando y así los peces caen a los recipientes o tubos que los transportan a distintas piscinas según su tamaño. Esta máquina es móvil, por lo que el manejo se facilita al evitar transportar los peces para la tarea de la clasificación. Otra de las ventajas es que las piscinas de destino no están demasiado lejos de las de origen, por lo que se pueden enviar directamente desde la maquina clasificadora mediante unos tubos por los que viajan las truchas, siempre en medio húmedo, hasta las piscinas de destino.



Clasificador de peces por tamaño de anchura variable (Fuente: FAO)

En el intervalo de tamaños que se dan en esta etapa según la tabla de alimentación estándar, se debe suministrar diariamente entre un 3 y un 4% de su peso a los jaramugos en pienso, dependiendo de la temperatura que esta cantidad sea mayor o menor. En este momento, cada lote estará formado por unos 323.400 jaramugos. Cuando todas las truchas de uno de los lotes tengan un peso de 1,5 g se dará la máxima necesidad de alimento por lote, que será de aproximadamente 20 kg. de pienso diario por lote.

Se distinguen las principales categorías siguientes: tamaño mayor (10-12 cm, 9-15 g, excepcionalmente 12-15 cm); tamaño medio (8-10 cm, 5-9 g); tamaño pequeño (6-8 cm, 1-1,5 g). Debido a las crecientes diferencias de tamaño entre individuos del mismo lote durante esta fase en la que los individuos más grandes pueden mostrar más que nunca su dominancia sobre el resto, cada lote se divide en dos, dependiendo del tamaño de los individuos, para evitar estos problemas de dominancia que pueden desembocar en el peor de los casos, en canibalismo.

# 5. PRODUCCIÓN DE TRUCHITAS DE ENGORDE Y TRUCHAS DE CONSUMO

## 5.1.- Cultivo de jaramugos de trucha de engorde

Esta fase del cultivo es la inmediata posterior a la de recría. En general, se puede tratar como una sola fase, de engorde, desde los individuos de 11 gramos hasta el peso de sacrificio, ya que se utiliza el mismo pienso y el índice de conversión es prácticamente el mismo en todo este periodo. Pero como las diferencias en tamaño pueden ser ostensibles y esto podría inducir a dominancia e incluso canibalismo, se va a dividir toda esta fase en subfases, cada una con sus piscinas específicas. Así, consideraremos la primera fase, llamada de engorde de jaramugos, con individuos que tendrán desde los 1,5 gramos hasta los 11-15 gramos. Tras esta, otra fase de engorde con individuos cuyo peso se encuentre entre los 11 y los 80 gramos de peso. Y finalmente, la última fase, con individuos con pesos entre 80 gramos y el peso de sacrificio (entre 220 y 250 gramos). Los individuos de cada fase estarán en piscinas específicas. Estas dos últimas fases estarán englobadas en la que llamaremos “fase de truchas de consumo”.

El cultivo de truchitas de menos de 1 año debe comenzarse antes de que la vesícula sea totalmente reabsorbida. Puede hacerse sin aporte de alimentos artificiales (cultivo extensivo) o alimentándolos artificialmente (intensivo). Se escoge este último método.

Se pueden sacar los individuos de las piscinas de recría ya a los 3 ó 4 meses de edad, pero los cultivos más corrientes son de jaramugos de un verano, recogidos en otoño de su año de nacimiento o de peces de un año, recogidos en la primavera siguiente a la de su nacimiento.

Este método se emplea especialmente si el cultivo se basa en alimentación artificial o si la piscifactoría emplea grandes recintos de agua como recintos de cultivo, como es el caso.

Formas de cultivo de los jaramugos de trucha

Se pueden agrupar las formas de cultivo de las pequeñas truchas en:

I. formas de cultivo sin alimentación artificial en piscinas de manantial, piscinas lineales y piscinas ordinarias abonadas o no abonadas.
II. formas de cultivo con alimentación artificial en piscinas naturales, artificiales alargados o circulares.

Las piscinas de la primera fase del engorde no tendrán demasiada profundidad (aunque lo suficiente para que se puedan refugiar del calor en el fondo).Tendrán 1,5 metros de profundidad de agua La profundidad de la arqueta de desagüe será al de esa misma dimensión.

El porcentaje de pérdidas de los peces que se han introducido en las piscinas es mayor cuanto menor es el tamaño (Huet, 1998). Por término medio, se considera una mortalidad del 15% de los individuos en la primera subfase del engorde (hasta los 11-15 gramos) y otro 15% para el conjunto de las otras dos subfases, desde los 11-15 gramos hasta el peso de sacrificio.

Las truchas de tamaño adecuado, se recogen a partir del año. Después de pescarlas, se transportan a la sala de estabulación, donde se seleccionan.

Después del vaciado anual, las piscinas son encaladas y se dejan vacías (la manipulación de piscinas artificiales es más fácil).

CULTIVO CON ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL

En el cultivo de truchas de consumo en piscinas artificiales, el alimento natural es nulo o despreciable. Es una forma de piscicultura intensiva o muy intensiva, aunque se utiliza cada vez más en las piscifactorías de repoblación.

Se debe disponer con regularidad de alimentos adecuados, las aguas deben estar frescas y poseer un caudal suficiente. El cultivo en piscinas artificiales es en piscinas alargadas. El fondo y las paredes artificiales son de materiales duros, en este caso hormigón.

Las piscinas artificiales rectangulares están atravesadas por una corriente que no debe ser demasiado fuerte, pero que es tanto más intensa cuanto mayor es la densidad de población.

En septiembre, se vacían las piscinas de cultivo. Si son peces de repoblación, se sueltan; si se prosigue su cultivo el segundo año, se reparten clasificados por tamaño en nuevas piscinas o piletas en los que pasan el invierno.

Las dimensiones de las piscinas de engorde en la primera subafes (hasta los 11-15 gramos) varían mucho, si bien se toman como medias las siguientes: para piscinas alargadas (raceway ponds) de 40 metros de largo x 1,50 metros de profundidad x 4,5 metros de anchura en el fondo (si las paredes están inclinadas la profundidad en la superficie es claramente mayor, pudiendo alanzar los 9 metros); la pendiente longitudinal es del 0,5%. (Coche, 1993). Para las subfases siguientes las piscinas serán de 40 metros del largo x 5 metros de ancho y 1,5 metros de profundidad del agua.



Imagen de piscifactoría formada por raceway ponds

La producción puede acelerarse y regularizarse si se dispone constantemente de agua a temperatura estable y elevada, alrededor de los 13-15ºC.

## 5.2.- Cultivo de truchas de consumo y de segundo año

Esta subfase comienza cuando las truchas han alcanzado los 80 gramos de peso y alrededor de los 20 cm. de longitud

Los individuos se repartirán en piscinas, de dimensiones y profundidad adecuadas para el mantenimiento de la densidad recomendada para esta fase, que está entre los 9 entre 11-15 y 80 gramos) y los 12 kg/$m^2$ (a partir de los 80 gramos de peso)

Para conocer las diferencias de crecimiento individual existentes en un mismo lote de peces, se separan éstos de acuerdo con los distintos pesos medios que presentan (Aliaga, 2004). Cuando el peso medio del lote se encuentra dentro de un tamaño, los peces se distribuyen de acuerdo al peso en la siguiente proporción: el 5% de los peces se adelanta dos meses y el 20% un mes respecto a la media; son los llamados “cabezas”. El 50% del total crecen en el tiempo correspondiente, mientras que otro 20% se retrasa un mes y el 5% restante lo hace dos meses; son los llamados “colas”.

Sobre los peces que se retrasan dos meses, por su estado físico, no se recomienda que se les realice cualquier operación de clasificación, porque podría causar más bajas por la manipulación que las que evitarían por diferencias de tamaño entre los individuos.

Después del 1$^{er}$ invierno, las pequeñas truchas son seleccionadas y repartidas por tamaños iguales en las piscinas de engorde. Se busca producir peces de consumo en lotes con individuos de tamaños similares, lo que hará más fácil su manejo y evitará problemas anteriormente citados, sobre todo durante la alimentación.

A partir de la primavera del 2º año, los salmónidos no pueden permanecer demasiado apiñados ni en piscinas demasiado pequeñas. Se adopta un espaciamiento progresivo, aumentando su espacio proporcionalmente a su tamaño

La producción de truchas de consumo se orienta hacia la producción de "truchas ración" (sobre los 150 gramos) y de "truchas a la carta" (entre 200 y 250 gramos). Es este caso lo más aconsejable es la producción intensiva, ya que aumenta la productividad y rentabilidad sin disminuir cuantitativamente la calidad de vida de los animales. Y además porque el factor limitante de la superficie necesaria y la ubicación de la instalación hace casi imposible otro modo de producción.

En el cultivo intensivo se coloca a los peces en un pequeño volumen de agua frecuentemente renovada. El cultivo se basa exclusivamente en alimento distribuido.

En las piscinas con caudal suficiente de agua fresca, la población puede llegar a 25-50 truchas/$m^2$, lo que puede dar hasta 15 kg/$m^2$, o sea, 1500 kg/área, producción que no se alcanza en ningún otro tipo de cultivo (si todo es excelente, hasta 30 kg/$m^2$).

Las piscinas destinadas a cultivo intensivo tienen unas dimensiones que oscilan de 100 a 500 $m^2$ (Huet, 1998). La forma general de las piscinas de engorde es alargada rectangular, Esta forma es conveniente desde dos puntos de vista: asegura un fácil y buen reparto del alimento y permite a la corriente de agua que atraviese la piscina por completo.

Las piscinas de cultivo estarán atravesadas por una corriente abundante; tienen orillas verticales al ser artificiales. Las piscinas de engorde son también suficientemente profundas: 1,5 metros, lo que permite al pez encontrar la frescura en la parte profunda y encontrar el alimento mientras este ce al fondo. En principio, todos poseen una alimentación y desagüe independientes. La alimentación de agua se hace por uno de los lados pequeños y el desagüe por el opuesto.

Durante el 2º año, la pérdida normal es del 5 al 10%. La alimentación será ad libitum, lo que se traduce en una sobrealimentación que produce en las truchas un rápido crecimiento y engrase, debido también al alto índice de conversión del alimento que tiene esta especie. Si bien este tipo de suministro del alimento puede producir problemas en el hígado y la muerte de algunos individuos a medio plazo, ese problema no importa ya que van a ser sacrificadas una vez alcancen el peso deseado, citado anteriormente. Los jaramugos de alrededor de 10 cm se alimentarán con entre un 2,5 y un 3% de su peso, diariamente, dependiendo de la temperatura del agua; mientras que las truchas de más de 10 cm se alimentarán con entre un 2 y un 2,5% de su peso diariamente (Aliaga, 2004).

Se tendrán diferentes piscinas, en este caso 40, con el fin de mantener una adecuada densidad de peces y a la vez hacer fácil el manejo en las propias piscinas. Los lotes estarán formados por individuos de tamaños homogéneos. Previamente a su introducción en dichas piscinas se realizará, por tanto, una clasificación.

Normalmente, gracias a la alimentación artificial ad libitum, la trucha arcoíris alcanza el peso de la "trucha ración" durante su 2º año. Como regla general, el cultivo es tanto

más económico cuanto antes se alcance la talla de venta. Para reducir el tiempo de cultivo es preciso alimentar sin interrupción y a una temperatura de 12-16ºC, que permite la mejor utilización del alimento.

# 6. RECOLECCIÓN DE LOS PECES

La captura de los peces de cultivo puede efectuarse de dos maneras: por vaciado de las piscinas o sin vaciado de estas. Cualquiera que sea el modo empleado, es necesario vaciar mínimamente la piscina para poder repoblarla de forma controlada (no pueden considerarse como verdaderas piscinas de cultivo aquellas que no pueden vaciarse de forma controlada).

En nuestro caso, se realizará sin vaciado, pues resulta un método menos estresante para los animales y se evitan así mismo heridas por su aglutinamiento y choques con las paredes del recipiente.

Para reducir en gran proporción o incluso suprimir las pérdidas ocasionadas en las capturas, selección y demás manipulaciones posteriores, se toman las siguientes precauciones (Huet, 1998):

- Suprimir toda alimentación artificial uno o dos días antes de la recolección
- Pescar sólo cuando hace fresco, preferentemente por la mañana, excepto cuando el tiempo este nublado o lluvioso; no pescar nunca en día de tormenta
- Disponer de instalaciones perfeccionadas de selección; evitando largos transportes
- No amontonar a los peces en los recipientes de transporte, sobre todo los peces jóvenes

Además, se podrá aprovechar el vaciado anual del estanque, por motivos de limpieza o reparación, para recolectar los peces.

## 6.1. Captura de los peces sin vaciado

La captura sin vaciado de las piscinas se realiza para evitar el enorme estrés que les supone a los peces esta operación, y para evitar el gasto de tiempo y recursos que supone hacerla, maximizando además así la calidad de la carne. Se puede hacer también un vaciado parcial, para facilitar la recolección, pero evitando el estrés que acarrearía a los animales un vaciado total de la piscina.

La pesca de los estanques que no se pueden o no se quieren vaciar se hace con cañas, redes y nasas.

Se utiliza una red de arrastre con una luz de malla de entre 3 a 3.5 cm, ésta retendrá a los peces grandes y los chicos lograrán escapar. La maniobra de pesca comienza en la parte más profunda del estanque y culmina en la zona de menor profundidad, evitando lesiones en los peces.



Ejemplo de red de arrastre de fabricación casera

Las nasas son artes rígidas, suelen tener una forma cilíndrica-troncocónica, cuyo interior está provisto de uno o dos golletes troncocónicos que hacen de embudos e impiden la fuga de los peces que han entrado, la abertura interior tiene un diámetro cercano a las dimensiones de los peces que se quieren cosechar.

Si no se dispone de pilas de estabulación provisional cerca del lugar de captura, se pueden almacenar los peces en la derivación, donde se consigue una altura de agua suficiente instalando una presa permanente o provisional.

Los seleccionadores mecánicos, empleados para peces bastantes grandes, como las truchas arcoíris, son del tipo utilizado para peces jóvenes, pero la distancia entre los barrotes se adapta al tamaño de los peces que se quieren seleccionar.

También es posible seleccionar los peces sobre grandes redes superpuestas con mallas de distintas dimensiones. Las redes se sumergen en las pilas de estabulación o en vivero poco anchos. Los peces sin seleccionar se quedan en la red superior, que tiene las mallas mayores; los peces pequeños se cuelan a través de ésta y son retenidos por la red inferior Este sistema se practica sobre todo para la selección de peces de tamaño relativamente reducido.

Luego se reparten los peces, según el tamaño, entre distintos barreños, llenos de agua limpia en sus dos terceras partes. Cuando estas cubetas están suficientemente llenas de peces, se transportan a las nuevas piscinas de cultivo o estabulación. Antes de soltarlos se cuentan y pesan.

## 6.2. Selección de los peces

Esta operación se realiza necesariamente en el momento anual de vaciado y en el caso de la salmonicultura, más a menudo, particularmente durante el cultivo de las truchas jóvenes, para evitar que los peces más desarrollados se coman a los pequeños.

La selección precede a la estabulación definitiva. Según los casos, se realiza inmediatamente después de la captura o después de la estabulación provisional que puede seguir a esta.

La selección de truchitas no sólo tiene como objetivo impedir el canibalismo, sino también permitir a los peces más pequeños alimentarse normalmente, sin ser apartados por los más fuertes. Esto es muy importante para reducir las pérdidas, sobre todo durante el primer año de cultivo de las truchitas (Huet, 1998). Si fuera necesario, se divide la piscina en partes, separadas por una red con un tamaño de mallado concreto. Con este fin, se dispondrá alimento a un lado de la red y los peces más pequeños, que queremos separar de los más grandes, se colarán por la red y llegarán al alimento, quedando automáticamente divididos los peces según el tamaño convenido. Estos peces pequeños no volverán al otro lado de la red, ya que en este podrán disponer de más alimento al no tener que competir con los individuos más grandes.

Al practicarse una primera cría de peces de uno a tres meses en pilas de alevinaje, los alevines se seleccionan al final de este periodo, antes de soltarlos en las piscinas. La selección debe hacerse con mucho cuidado y permite distinguir los peces de crecimiento particularmente rápido, que se pondrán aparte para emplearlos en el futuro como reproductores.

Buschkiel propuso establecer las siguientes categorías de jaramugos: categoría 0, menos de 5 cm; categoría 1, de 5 a 7,5 cm; 2, de 7,5 a 10 cm; 3, de 10 a 12,5 cm; 4, con más de 12,5 cm. En la práctica también se adoptan categorías de 2 en 2 cm, o de 3 en 3 cm.

La selección de los peces pequeños debe hacerse más o menos automáticamente. Se opera en una pila de alevinaje alargada o en un depósito similar, atravesado en cualquier caso por una buena corriente de agua. Se sumerge en dicha agua un seleccionador (especie de recipiente con una malla de dimensiones adaptadas al tamaño de los peces que se quiere seleccionar) y se sueltan los peces dentro. Los peces pequeños atravesarán las mallas y los demás se quedarán en el interior. Se puede realizar la selección en el número de categorías que se quiera, utilizando varias pilas de selección con distintos tamaños de mallas.

En vez de un conjunto de seleccionadores de mallas fijas, se puede utilizar un aparato tipo Bachmeyer u otro, cuyo fondo calado está provisto de listones que se pueden separar a voluntad entre 3 y 30 cm.

Después de la selección otoñal de las truchas jóvenes puede ser muy útil e incluso necesaria otra selección en primavera, cuando ha sido posible alimentarlas durante el invierno y han crecido mucho a lo largo de ese período.

Durante el segundo año se multiplican las selecciones, su número y el tamaño adoptado dependen mucho de las condiciones locales y del mercado.

La selección de los peces de segundo año o mayores se realiza de distintas maneras:

Se opera sobre la mesa de selección con las especies suficientemente resistentes, tales como los seleccionadores mecánicos o redes.

## 6.3. Estabulación de los peces

Durante o después de su recolección, casi siempre resulta indispensable conservar más o menos tiempo los peces capturados hasta que reciban su destino definitivo.

La estabulación puede efectuarse antes o después de la selección de los peces; se puede realizar una primera, antes, y otra a continuación de la operación de selección.

La estabulación puede ser de corta duración (provisional) o de larga duración (prolongada). La provisional se practica menudo a continuación de la captura de los peces, en espera de la selección. Una vez realizada ésta, los peces pueden recibir inmediatamente su destino definitivo.

En otros casos, la estabulación puede ser prolongada. Es preciso tomar las precauciones convenientes para que la estabulación de peces de distintas piscinas no haga correr el peligro de transmisión o introducción de enfermedades y parásitos.

Asimismo, hay unas condiciones de buena conservación:

- Los peces deben mantenerse en buen estado de salud
- La calidad de su carne debe mejorarse. A menudo es deficiente para los salmónidos engordados con alimentos de calidad mediocre; una estabulación correcta durante unos días mejora la calidad de la carne.
- La pérdida de peso debe ser la mínima.

Estas condiciones se realizan colocando los peces en agua suficientemente renovada, aunque no en exceso, para asegurar la riqueza de oxígeno y reducir al mínimo los esfuerzos de los peces al nadar. El agua estará fresca, con vistas a reducir los intercambios nutritivos, pero no demasiado (por encima de los 4ºC) (Huet, 1998). Si la estabulación es de corta duración, no se alimentarán los peces.

- Los peces deben estar protegidos contra sus enemigos naturales y contra los robos. A fin de facilitar la vigilancia, los depósitos de estabulación se instalarán en la proximidad de las viviendas.

I. Principales técnicas de estabulación

La estabulación de pequeñas cantidades de peces puede efectuarse en banastas (redes), cajas flotantes o acuarios. Para cantidades más importantes se utilizarán redes, o mejor, si la estabulación ha de prolongarse, pilas de estabulación. Por fin, si se trata de conservar durante bastante tiempo grandes cantidades de peces, se colocan en piscinas.

a) Redes: si los peces no se tienen que conservar mucho tiempo, bastará con redes colgadas dentro del agua, de manera que formen una o varias bolsas en las que

se almacenen los peces. Las bolsas se forman teniendo la red sobre varas móviles, o incluso fijas, si la instalación se utiliza cada año en el mismo lugar. Las redes se suspenden en agua limpia y bien aireada. Lo más conveniente es que dicha instalación se halle cerca de la arqueta o de la trama fija.

Si el medio en el que están colgadas las redes está atravesado por abundante caudal de agua limpia, se podrán almacenar grandes cantidades de peces (estos se limpiarán muy bien).

b) Pequeñas piscinas: para especies delicadas. No es frecuente en trucha arcoíris.

c) Pilas de estabulación: son de dimensiones variables: 2 a 6 x 1 a 2m x 1m. Las paredes son de piedra, ladrillos cementados u hormigón. Han de ser muy lisas para que los peces no se puedan herir. Es necesario poder regular el caudal del agua que alimenta la pila y su nivel, mediante unas tablillas que se introducen en una ranura semejante a la de las arquetas de desagüe.

   Con objeto de facilitar las manipulaciones de peces en las pilas de estabulación, se les podrá equipar con redes, siguiendo el método ya descrito para la captura de los peces en trampas fijas detrás de la arqueta. La recuperación de los peces en las redes resultará acelerada y facilitada, ya que bastará con levantarlas; mientras que en las pilas no provistas de redes, es necesario bajar el nivel del agua.

   Las pilas de estabulación podrán instalarse dentro de edificios cubiertos para facilitar la vigilancia.

   Antes de utilizar nuevas pilas cementadas o de hormigón, se llenarán de agua durante quince días y luego se vaciarán.

d) Cajas flotantes y rejones: para almacenar pequeñas cantidades de peces, bastará con cajas flotantes, muy utilizadas por los pescadores profesionales.

   Las cajas flotantes están formadas por un sólido armazón de madera al que están sujetos listones y un enrejado o chapas perforadas, adaptados al tamaño de los peces que se quiere conservar. Dichas cajas emergen en parte. Las cajas se amarran mediante una cadena un poste sumergido en el agua o a una argolla empotrada a la pared.

   También pueden emplearse redes llamadas rejones, que equivalen a cajas flotantes. Estas redes, a veces metálicas pero ligeras, son utilizadas por los pescadores de caña para conservar sus capturas.

En las pilas de estabulación se procurará que la corriente de agua atraviese toda la masa acuática, para evitar que se renueven solamente las capas superficiales. Se adopta pues un sistema de llegada del agua a la altura del fondo con evacuación hacia arriba o bien un sistema de alimentación por la superficie con evacuación del agua por el fondo.

II. Cantidad de peces que se pueden almacenar

Dichas cantidades son elevadas, pero varían mucho según las especies y el tamaño de los peces, las dimensiones de las pilas, la intensidad de la corriente, su contenido en oxígeno y su temperatura. Son tanto más grandes cuanto más reducidas son las exigencias respiratorias de los peces.

Dado el gran número de variables que condicionan el almacenamiento, resulta prácticamente imposible dar indicaciones precisas sobre las cantidades de peces que pueden almacenarse en los distintos dispositivos de estabulación (Huet, 1998).

A título de ejemplo, según Wiesner, en un depósito de 150 l que recibe un suministro medio de medio litro por segundo de agua bien oxigenada a 10ºC, se pueden conservar durante varias semanas: 8 a 12 kg de truchas de 200 a 300 gramos (hasta 80 kg por metro cúbico); 6 a 8 kg de truchas de 100 gramos; 1000 truchas jóvenes de 8 a 10 cm.

III. Transporte de los peces

**a) Transporte de peces vivos**

El transporte de los peces es de gran importancia de piscicultura. Dentro de la piscifactoría, los peces resistentes pueden transportarse en seco, en barreños sin agua o en canastas. Los demás peces se transportan en barreños, bidones, tinas u otros recipientes, llevados a mano o cargados encima de diversos vehículos: carretillas, carretas, camiones o remolques arrastrados por tractores. En las piscifactorías de gran superficie, se utilizaron mucho y se siguen utilizando vagonetas montadas sobre raíles .También sirven para transportar el alimento de los peces y abonos.

Fuera de la piscifactoría, el empleo generalizado del automóvil ha disminuido en gran medida las dificultades y coste del transporte de los peces y su alimento. El avión resulta particularmente adaptado al transporte de pequeñas cantidades de peces; reproductores, huevos o alevines de especies que se quieren introducir en medios nuevos muy alejados de su lugar de procedencia.

Recipientes para el transporte

Son variados y han de estar adaptados al tamaño, especie y cantidad de peces a transportar.

1. Transportes en seco: se transportan en seco a cortas distancias los peces grandes y resistentes, como las carpas. Se pueden utilizar cestas, canastas o barreños de forma redonda, de fondo perforado.
2. Goujonnières: si se trata de transportar lotes poco importantes de alevines o sólo algunos peces de tamaño mediano y en distancias cortas, se utilizan pequeños recipientes de mano llamados goujonnières, parecidos a los



que sirven a los pescadores de caña para transportar cebos vivos destinados a la pesca.

3. Bidones: para transportar cantidades más importantes de alevines o peces de tamaño pequeño o mediano, se utilizaron mucho y se siguen utilizando bidones de fondo plano, circular u ovalado. Su capacidad, que varía generalmente entre 20 y 40 l, se adapta a la cantidad de peces a transportar. Están hechos de chapa galvanizada, zinc o plástico. Si van pintados por dentro con un color claro, resulta más fácil distinguir a los peces. Algunos bidones poseen dos orificios provistos de una tela metálica amovible, cerrados con un tapón. El tapón inferior permite vaciar el recipiente; el superior posibilita la renovación parcial del agua cuando los peces ya están dentro del recipiente.

4. Sacos de polietileno: para el transporte de pequeñas cantidades de peces dentro del país y para las expediciones por avión se ha generalizado mucho el empleo de los sacos de polietileno que constituyen un embalaje ligero que no se usa más que una vez. Se opera de la siguiente manera: se llena de agua la tercera o cuarta parte de un saco de polietileno sólido; se ponen dentro los peces a transportar; después e introduce el oxígeno encima del agua, mediante una botella de oxígeno y un tubo de goma, hasta que se infle la bolsa. Entonces se retuerce enérgicamente la parte superior del saco, se dobla y se cierra con una goma sólida que de varias vueltas a dicha extremidad del saco. Conviene meter este primer saco dentro de otro que se cierra con el mismo cuidado, Se colocan uno o varios sacos llenos en una caja de cartón para su expedición. El oxígeno que se encontraba dentro del agua se disuelve poco a poco en ésta a lo largo del transporte.

5. Toneles y cubas: los toneles son recipientes de madera de sección ovalada y no redonda (rodarían), acostados según el eje longitudinal, y provistos de dos asas resistentes en las caras planas. Durante el transporte, sufren por su forma un movimiento de oscilaciones ligeras y permanentes, que favorece la oxigenación del agua al agitarla un poco. La abertura ha de ser suficientemente grande para permitir fáciles manipulaciones. Las tapaderas de los toneles tienen la forma de pirámide truncada y hueca; la pared del fondo está perforada y por los agujeros se evacua lentamente el agua de fusión de hielo que puede colocarse en la tapadera.

   Las cubas, de forma troncocónica y cilíndrica, apoyadas en su cara plana, de sección redonda u ovalada, solo pueden utilizarse para el transporte con ayuda de oxígeno. Son recipientes de capacidad variable (50 a 150 l como término medio), que encierran una bombona de 3 a 7 l de aire comprimido a 130-150 atmósferas, colocada verticalmente dentro del recipiente y sujeta por dos collares. La bombona también puede fijarse en la parte externa del recipiente. Las cubas de capacidad media (80 l) son más fáciles de manejar y se prefieren a las más grandes.

   Es preciso proteger bien del orín las asas y flejes de los toneles y cubas de madera. Se procurará también evitar que se sequen demasiado durante los

periodos calurosos en que no se usan. Antes de ser usados por primera vez, los recipientes de madera tienen que sumergirse una o dos semanas en agua corriente.

6. Vehículos especiales: para largos transportes de grandes cantidades de peces, las piscifactorías modernas poseen camiones equipados con depósitos de distintas formas, generalmente metálicos. Estos recipientes van a veces recubiertos por una materia aislante.




La mayoría de veces, los depósitos están equipados de un dispositivo de aireación de agua. Puede efectuarse de varias formas: a menudo utilizan bombonas de oxígeno o aire comprimido. El aire comprimido ocupa un mayor volumen que el oxígeno comprimido, lo que requiere botellas mayores y aumenta los gastos de transporte.

La difusión del gas queda asegurada por difusores colocados sobre el fondo del recipiente; son de una materia porosa dura o se componen de un simple tubo de plástico perforado, fijado en un bastidor metálico que reposa sobre el fondo de la pila. Se utilizan asimismo bombas de aire accionadas por la batería del vehículo o por su motor. Algunos vehículos van equipados con una bomba hidráulica que aspira el agua del fondo y la expulsa por encima del recipiente, pulverizándola. Si se instala un difusor en el circuito cerrado de la bomba hidráulica, se consigue un chorro rico en burbujas. Dichas bombas son accionadas bien por un motor de gasolina independiente o por un motor eléctrico accionado por la batería del vehículo. A veces se equipan las bombas con un filtro para depurar el agua.

A fin de evitar que los peces se hieran contra las paredes de los depósitos por lo inevitables choques que se producen durante el transporte, se pueden tender unas redes unas redes en los depósitos, de la misma manera que se hace en las pilas de estabulación.

Reglas generales para el transporte

Para que la operación de transporte de los peces y sobre todo de los alevines sea un éxito, se requieren muchos cuidados. Si se hace mal, los peces mueren después de ser soltados en el agua.

Se indican a continuación, los principales factores que influyen en el transporte de los peces vivos. La densidad de los peces en los recipientes de transporte se determina teniendo en cuenta dichos factores, es decir:

- La especie de pez: los salmónidos son los peces más exigentes en necesidades de oxígeno.
- La edad y el tamaño de los peces: cuanto mayor es el tamaño de los peces, mayores son sus exigencias respiratorias. No obstante, cuanto más pequeño es el pez, mayores son sus necesidades respiratorias con relación a su peso.
- La resistencia relativa de los peces: los peces alimentados artificialmente son menos resistentes que los alimentos naturalmente. En la época de reproducción, los reproductores soportan mal el transporte.
- La temperatura del agua: La temperatura baja asegura automáticamente una mejor oxigenación del agua. El transporte debe efectuarse en agua progresivamente enfriada. En ella, las necesidades respiratorias son menores y mayor el contenido natural de oxígeno. Una temperatura elevada determina una densidad de población reducida. Sin embargo, no se descenderá por debajo de los 4ºC. Para las truchas, las temperaturas óptimas están comprendidas entre 4 y 10ºC.
- La duración del transporte: cuanto más corta, mayor puede ser el número de individuos en los recipientes.
- El medio de transporte y la duración de las paradas: cuanto más rápido y fácil es el transporte y cuanto más cortas las paradas, mayores son las probabilidades de éxito.
- La naturaleza de los recipientes de transporte: los de madera se calientan menos rápidamente que los metálicos, pero estos pueden aislarse térmicamente.
- Las condiciones climáticas: influyen sobre la temperatura de los recipientes y el contenido en oxígeno del agua.

Se puede aumentar la capacidad de transporte de los recipientes utilizando tranquilizantes que hacen bajar el metabolismo de los peces y el consumo de oxígeno. Esta técnica no está generalizada.

Preparación del transporte

Al ser las truchas exigentes en oxígeno, mayor necesidad habrá de realizar los transportes en tiempo fresco. En tiempo caluroso, se efectuará el transporte de noche o a primera hora de la mañana. Los transportes se planifican siempre de antemano.

Para transportarlos peces se dejarán en ayunas, con objeto de evitar que sus deyecciones corrompan el agua. Por lo menos han de dejarse sin comer un día.

Para los transportes en bidones y toneles se utilizan recipientes manejables. Los bidones no se llenan por completo, sino en un 70 u 80 %, de manera que quede un espacio destinado a la aireación. Los recipientes de madera se llenan con un día de antelación para que las hendiduras se tapen.

Ejecución del transporte

En la medida de lo posible se procura evitar el recalentamiento rápido del agua. Con este fin los recipientes se colocan a la sombra, de forma que el sol no les dé directamente.

Cuando hace mucho calor, se mantienen frescos los bidones o toneles de transporte, colocando trozos de hielo en la tapadera del bidón o en la cajita situada encima del tonel. Nunca se pone el hielo directamente dentro del agua, sino en la tapa perforada del recipiente.

En los países calurosos se pueden envolver los bidones en sacos o telas que retienen el agua; este embalaje se empapa regular y convenientemente; el agua al evaporarse dentro del bidón mantiene una temperatura adecuada.

El agua se renueva tantas veces como sea necesario, aprovechando en particular las paradas prolongadas y también durante los transporte largos. Los peces necesitan urgentemente agua fresca cuando van a “boquear” a la superficie, lo que será una muestra de la necesidad inmediata de renovar el agua. Mientras los peces siguen en el fondo, es que se encuentran bien (Huet, 1998).

El cambio de agua es una operación bastante delicada que no debe realizarse de una sola vez, sobre todo cuando los peces llevan ya bastante tiempo en la misma agua. Las precauciones vienen impuestas no solo por las diferencias de temperatura, que no deben exceder de algunos grados, sino también por las diferencia entre la composición del agua original y la que se aporta. Se vacía primero la mitad del recipiente de transporte y se llena con agua fresca; a los cinco o diez minutos se cambia toda el agua. En el caso de transporte en bidones, la renovación del agua queda facilitada si el recipiente está provisto de un desagüe o de un grifo para la evacuación del agua.

Es importante la elección del agua utilizada. La que se aporta debe ser más fresca que la del recipiente. Debe ser pura y no demasiado ácida. Por último, conviene evitar el uso de aguas poco aireadas (cisternas, depósitos, pozos).

En caso de emergencia, si resulta imposible renovar el agua, se puede sacar una pequeña cantidad con un recipiente cualquiera y se la deja caer desde unos 50 cm de altura; de esta forma, a falta de enfriamiento se airea el agua. También se puede inyectar el aire con una bomba.

Se evitarán los traqueteos violentos que precipitan a los peces contra las paredes del recipiente; se hieren y/o mueren.

Al llegar los peces a su destino, se les acostumbra lenta y progresivamente a su nuevo medio. En vez de hacerlos pasar directamente del recipiente de transporte al agua receptora, se toman las mismas precauciones que las descritas anteriormente a propósito de la renovación del agua durante el transporte.

Cantidad de peces transportados

Dicha cantidad varía mucho según que el transporte se realice con difusión de oxígeno o sin él. Depende también de gran número de factores, entre otros: de la especie de

pez, tamaño, duración del transporte, temperatura y presión atmosférica y del tiempo de parada.

En estas condiciones resulta casi imposible dar normas para el transporte.

**b) Transporte del pescado fresco**

El transporte del pescado fresco es factible, pero ofrece dificultades, dada la gran facilidad con que se les pudre la carne. Además, para poder usar este procedimiento, es preciso estar seguro de que el pescado transportado encontrará fácil salida en su punto de destino.

Con objetivo de luchar eficazmente contra el peligro de la pudrición, se tiene que realizar el transporte a baja temperatura, lo cual impide la proliferación de bacterias. Se hace bajar la temperatura entre los 0 y los 4ºC, colocando los pescados en embalajes refrigerados por hielo.

Según el valor del pescado de que se trate, se utilicen embalajes más o menos complejos. En el caso de las truchas, donde es corriente el empleo de cajas normalizadas en poliestireno expandido, donde el hielo va a su vez en bolsas de plástico, es conveniente en todo caso que su piel no toque el hielo, porque se observan variaciones de coloración. Generalmente, se disponen varios pescados juntos unos al lado de otros, acostados sobre el lomo o el vientre, con las cabezas alternativamente dirigidas en sentido opuesto. Antes de colocarlos así, los pescados se secan ligeramente. No se utilizará una cesta de transporte muy honda ya que no se pueden superponer grandes cantidades de pescado sin que se aplasten (se recomiendan cestas de 50x30x20 cm). Se refrigerará el pescado antes de envolverlo si el transporte ha de ser largo, de forma que se evite la fusión demasiado rápida del hielo.

Importa cuidar el embalaje, seleccionar y surtir los pescados según su peso y tamaño Es preciso matar las truchas antes de envolverlas. Para matar las truchas de consumo basta generalmente con darles un golpe seco en la cabeza con un bastón. Existen también pinzas especiales y aparatos eléctricos para los peces.

Los envíos de pescado han perdido importancia en piscicultura industrial desde que se ha generalizado el transporte de truchas vivas.

# ALIMENTACIÓN

La alimentación exclusivamente artificial de las truchas es el método que se emplea corrientemente en piscifactorías en que se practica engorde y cada vez más en las piscifactorías de repoblación. Es el método escogido por ser el que más se adecua al proceso productivo que se va a llevar a cabo (producción intensiva).

En los cultivos se hacen necesario realizar periódicamente evaluaciones tales como el ajuste diario de ración: utilizando las tablas de alimentación con el fin de determinar la cantidad diaria a suministrar de acuerdo a la edad y temperatura. Sobre estos datos se deben establecer una tabla de alimentación propia para cada granja de acuerdo con las condiciones medioambientales.

La determinación del tiempo de cultivo y ganancia diaria esperada: De acuerdo a lo anterior, el muestreo también representa una gran ayuda en la determinación del tiempo de cultivo total y por etapas para cada granja; es importante considerar una periodicidad en los muestreos de aproximadamente dos semanas con el fin de establecer ganancias diarias de peso de acuerdo con la edad y características medio-ambientales, evitar errores en el suministro de alimento y detectar a tiempo cualquier tipo de problema que se presenten en los estanques (Eraso,1996).

Si bien las truchas alimentadas principalmente con alimentos artificiales dan productos sexuales mediocres, los alimentos artificiales de gran calidad desde la juventud y administrados de forma continuada y regular (grandes variaciones pueden provocar esterilidad), pueden hacer alcanzar a la trucha arcoíris el peso de la “trucha ración” durante su 2º año, acortando el periodo de cultivo. Como regla general, el cultivo es tanto más económico cuanto antes se alcance la talla de venta. Para reducir el tiempo de cultivo, lo ideal es alimentar sin interrupción y a una temperatura de 12-16ºC, que permite la mejor utilización del alimento.

El mejor método para saber cuánto alimento se debe suministrar diariamente es mediante el muestreo de una parte de la población, que posteriormente será reintegrada al estanque. El mismo consiste en capturar un número de ejemplares que sean representativos del cultivo (entre el 10% y el 15%). Con la información obtenida, se calcula el peso medio individual que, multiplicado por el número total de animales del estanque se obtiene el valor de biomasa. Esto nos permite ajustar la ración diaria a suministrar según el porcentaje que corresponda, si bien existe un porcentaje estándar para cada fase del cultivo, como se indica en el capítulo 4 de este documento.

Los piensos utilizados deberán ser de buena calidad y contener un nivel suficiente de vitaminas y minerales para proporcionar buen crecimiento y salud. La digestibilidad de las proteínas y los lípidos no deberá ser inferior a 85%. (FAO, 2008). Para cumplir estos requisitos, utilizaremos piensos extrusionados, que contienen los nutrientes

necesarios y proporcionan al animal un 20% más de energía que los granulados (3900 kcal de energía metabolizable frente a 3000 kcal de los segundos). Además generan menos contaminación en el agua.



Imagen de los pellets usados en la alimentación de las truchas

La alimentación será diferente para cada periodo de crecimiento, dependiendo de las necesidades de dichos estadios. Asimismo, la proporción de alimento variará y eso se tendrá en cuenta a la hora de calcular el gasto en piensos, ya que cada fase tiene un índice de conversión del alimento (cantidad de peso ganado por cada individuo con respecto al alimento recibido) dependiendo del metabolismo y la composición del pienso.

En la siguiente tabla, se indican los índices de conversión del alimento de cada fase del ciclo de la trucha, que servirán para calcular la cantidad de alimento que deberá suministrarse en la explotación. Dichos datos están calculados para piensos comerciales de composición estandarizada. Aunque hay variación con respecto a estos índices, se escogen los correspondientes a piensos extrusionados (Hardy, 2002; MAPA, 2002), que son de los que se usarán en esta explotación.

Tabla 2: índices de conversión del alimento suministrado para cada fase de crecimiento de la trucha arcoíris y periodo de tiempo en que se aplica dicho índice.

| Fases de crecimiento | Periodo (meses) | Índice de conversión del alimento |
|---|---|---|
| Alevinaje | 0-4 | 1,1 : 1 |
| Recría | 4-6 | 1,2 : 1 |

| | | |
|---|---|---|
| Jaramugos | 6-9 | 1,35 : 1 |
| Adultos de engorde | 9-sacrificio | 1,7 : 1 |
| Reproductores | Machos → > 24<br>Hembras → >36 | 1,5 : 1 |

# 7. LA FORMULACIÓN DE PIENSOS

## 7.1. Bases fisiológicas de la alimentación en truchas

Las truchas son peces carnívoros y por lo tanto, su aparato digestivo tiene una disposición y estructura adaptadas a esta dieta. Los dientes en la boca son pequeños y afilados, con la función de coger, mantener y posiblemente, fragmentar el alimento, pero no para masticarlo (Aliaga, 2004). Tienen olfato para seleccionar sus presas y glándulas gustativas para diferenciar sabores. El alimento ingerido pasa directamente, a través de la faringe, al estómago, de paredes musculosas, capaz de ser distendido cuando se llena de alimento. La acción del jugo gástrico transforma el alimento en una pasta semilíquida o papilla, favorecido todo ello por las contracciones de la musculatura estomacal.

El alimento pasa tras esto, al intestino, que es corto y lleno de ciegos pilóricos. Estas estructuras aumentan la superficie de la mucosa intestinal, para favorecer la absorción de las sustancias alimenticias. En estos ciegos hay formados pliegues, denominados vellosidades intestinales, que incrementan la superficie de la mucosa intestinal en más de treinta veces. Su pared es muy delgada, formada por células epiteliales que recubren abundantes venas y vasos linfáticos (Aliaga, 2004), que tienen por función transportar los alimentos que han pasado la barrera epitelial, al torrente sanguíneo.

En el intestino, el alimento es tratado con los jugos segregados por el hígado y el páncreas, que actúan sobre las partículas de las que el pez va a obtener la energía. Como consecuencia de la acción del proceso digestivo, los alimentos de la dieta son transformados en sus componentes más sencillos, llamados productos procedentes de las digestión, los cuales son absorbidos, como se ha comentado anteriormente, incorporándose a la sangre y siendo distribuidos desde allí a las diferentes partes del organismo, donde serán utilizados para realizar las funciones metabólicas.

El resto del contenido intestinal es la parte de los alimentos que no es digestible y alcanza la parte distal intestinal, donde se absorben agua y sales, haciéndose más sólidos los retos, hasta ser eliminados por el ano en forma de heces.

El tránsito del alimento a través del tubo digestivo en las truchas y en general en los salmónidos, es rápido, pues además de contar con un intestino corto, tiene un gran rendimiento, ya que su superficie se encuentra muy desarrollada y cargada de enzimas proteolíticas (Aliaga, 2004), al intervenir las proteínas como elemento básico de su nutrición. Esta velocidad de tránsito está influida por la temperatura ambiental, de tal forma que se acelera con agua de temperatura alta, como mecanismo fisiológico de regulación, ya que el pez en estas condiciones necesita mayores cantidades de energía. En trucha arcoíris, a 5ºC la evacuación total del intestino ser realiza a las 70 horas de la ingesta, a 23º C a las 18 horas y a 15ºC es inferior a las 24 horas.

## 7.2. Bases mecánicas de la alimentación de las truchas

Las truchas son peces que se alimentan, sobre todo, de insectos que estén en la superficie del agua. Los movimientos de estos alertan a las truchas, que atacan desde abajo hacia arriba, a menudo saltando por encima de la superficie del agua, para atrapar a sus presas. Este modo de caza es perfecto para la alimentación en piscifactoría, pues la nutrición con piensos peletizados imita a los insectos caídos en la superficie, haciendo que las truchas, por instinto, vayan a alimentarse de los pelets.

Para evitar dominancia por parte de los individuos más grandes, que haría que los más pequeños no llegasen a los rendimientos esperados, se dividirán los lotes por tamaños a partir de la fase de recría, como se describe en el apartado “Cultivo”.

Las crías de trucha arco iris, en el momento de la primera alimentación, son relativamente grandes y con sistemas digestivos maduros. Son capaces de ingerir pequeñas partículas de alimento (<0,5 mm) y digerir alimento peletizado, siendo alimentados proporcionando pequeñas bolitas o bizcochos. Por lo tanto, no se utilizan transmisiones en vivo del alimento en el cultivo de trucha.

## 7.3. Los alimentos formulados. Especificaciones

Las truchas arco iris se alimentan con dietas con distintas formulaciones a lo largo de los ciclos de producción agrícola y de maduración en el caso de los reproductores (Tablas 3 y 4). La mayor parte de alimentación de la trucha arco iris es producida por cocción-extrusión mediante la cual se producen pellets flotantes. Los gránulos extruidos son untados con aceites para lograr los niveles de lípidos totales del 18-25 por ciento (Hardy y Barrows, 2002). Los alimentos y preparaciones para alevines tienen niveles de lípidos más bajos que los alimentos para peces de cultivo.

Los alimentos de trucha arco iris han experimentado un cambio desde la década de 1970, de ser relativamente altos en contenido de proteínas y bajos en lípidos totales a ser más bajos en contenido de proteína y más altos en lípidos (Hardy, 2002). Durante el mismo período, el porcentaje de proteína digestible ha aumentado, por lo que la trucha moderna se alimenta mucho más eficientemente y de manera menos contaminante. Un cambio adicional en la alimentación de la trucha ha sido la reducción del porcentaje de proteína suministrada por la harina de pescado y el correspondiente aumento de la contribución de las proteínas alternativas, principalmente concentrados de proteínas vegetales y proteínas animales fundidas, como harina de subproductos de aves de corral. Las fuentes de proteínas se mezclan para producir un perfil de aminoácidos en la alimentación que cumpla los requisitos de aminoácidos de la dieta de los peces. Generalmente, lisina y metionina son los primeros y segundos aminoácidos limitantes. El aminoácido DL-metionina se complementa a la trucha en su alimentación cuando se utilizan altos niveles de proteínas de soja en la formulación.

Otro cambio en la formulación de los piensos de trucha arco iris es el reemplazo de partes de aceite de pescado con aceites vegetales, debido al creciente precio de aceite de pescado, sobre todo desde 2006 (Tacon y Metian, 2008), que afectan notablemente al mercado de los alimentos acuícolas, que consumían el 88% del aceite de pescado producido. Se utiliza el aceite vegetal mezclándolo durante periodos de la fase de crecimiento de la producción, a veces con un interruptor para el aceite de pescado, cerca del final del ciclo de producción para aumentar los ácidos grasos omega-3 en los filetes (Gatlin et al, 2007).

Los ingredientes de los piensos

El nivel máximo de inclusión de cada alimento utilizado en la alimentación de la trucha depende de la etapa de la producción y los precios relativos de ingredientes. Las fuentes de proteínas se comparan a menudo sobre la base de coste por kg de proteína en lugar del costo del ingrediente. Fuentes de proteínas vegetales adecuadas para uso en piensos de trucha arco iris fueron revisadas recientemente por Gatlin et al. (2007).

El sistema digestivo de las truchas y otros salmónidos está naturalmente estructurado para procesar alimentos que contengan principalmente proteína (proveniente de pescado), y que puedan obtener una cantidad determinada de energía a partir de las grasas y carbohidratos existentes. Las dietas para larvas y alevinos de truchas, requieren un contenido proteico y energía más alta, que las correspondientes a peces más grandes:

- Alevines y juveniles se alimentan con contenidos de cerca del 50% de proteína y el 15% de grasa.
- Peces adultos pueden crecer con un 40% de proteína y un 10 a 12% de grasa.

La formulación de piensos

Los ingredientes de los piensos utilizados en las formulaciones de alimentos de la trucha arco iris son similares en todo el mundo. Las fuentes de proteínas incluyen la harina de pescado, subproductos de carne de aves, harina de soja, harina de gluten de maíz, harina de sangre, harina de plumas y harina de carne y hueso. En el caso de los piensos de iniciación, se utilizan a veces proteínas de soja concentrada o harina de gluten de trigo, pero las otras proteínas vegetales, en general, no están incluidas. La harina de krill también se utiliza a veces si se puede encontrar. Los lípidos utilizados en la alimentación de la trucha incluyen el aceite de pescado, aceite de soja y aceite de canola. Se incluye una fuente de almidón en el alimento extruido ya que actúa como un aglutinante nutricional. Trigo, almidón de trigo y almidón de maíz son ejemplos de ingredientes utilizados como aglutinantes. También se agregan premezclas de vitaminas y minerales. Si se producen truchas pigmentadas, también se incluye astaxantina.

Se ha obtenido suficiente información por investigadores de todo el mundo para permitir la formulación de alimentos basados en parte en los niveles de nutrientes disponibles en ingredientes de piensos. Por lo tanto, la mayoría de los productores de piensos formulan alimentos para truchas para contener una cantidad mínima de

proteína y energía digestible. El Desarrollo de modelos para predecir la disponibilidad de fósforo en alimentos formulados está avanzando y puede llegar a ser una parte de la formulación del pienso en el futuro (Gatlin et al, 2007).

El Real Decreto 578:2014 relativo a la alimentación de animales de producción con determinados piensos de origen animal desarrolla las condiciones de utilización de proteínas animales transformadas en la alimentación de animales de acuicultura y de los hemoderivados para la alimentación de animales de granja no rumiantes, distintos de los animales de peletería. Este Real Decreto abre nuevas vías de alimentación.

Como los alimentos para trucha están cambiando para reducir los niveles de inclusión de harina de pescado y niveles más altos de concentrados de proteína vegetal, los antinutrientes en proteínas vegetales se están considerando cada vez más importantes. Hay muchos antinutrientes en proteínas vegetales (Francis, Makkar y Becker, 2001), pero muchos son inactivados por el calor asociado con la extrusión del granulado. Los que quedan activos después de la granulación incluyen glucosinolatos en colza / canola concentrado de proteína, ácido fítico, y factores desconocidos en la harina de soja que causan enteritis distal en el intestino de la trucha cuando los niveles dietéticos de harina de soja superan 25-30 por ciento, dependiendo de la variedad de soja y, tal vez, de la cepa de la trucha arco iris.

En la siguiente tabla se muestran ejemplos de formulaciones de alimentación de la trucha arco iris en sus diferentes estadios.

Tabla 3: Fórmulas de alimentación (composición ingrediente) y la composición proximal de uso común formulado en la alimentación hecha para la vida en diferentes etapas de la trucha arco irisen el sistema de agricultura intensiva.

| Ingrediente/composición aproximada (% de materia seca) | Estado del ciclo vital/clase de tamaño | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Recién nacido | larva | Alevines | Engorde | Reproductores |
| Composición de ingrediente (%) | | | | | |
| Harina de pescado | 68 | 68 | 46 | 30 | 34 |
| Harina de gluten de maíz | 0 | 0 | 2 | 4 | 4 |
| Harina de subproduct. de pollo | 2 | 2 | 5 | 6 | 8 |
| Harina de plumas | 0 | 0 | 4 | 6 | 5 |
| Harina de soja | 0 | 0 | 5 | 12 | 10 |
| Harina de sangre de ave | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 |
| Trigo molido | 17 | 17 | 20 | 22 | 20 |
| Aceite de soja | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| Aceite de pescado | 10 | 10 | 12 | 9 | 10 |
| Premezcla de vitaminas | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| Premezcla de minerales | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Composición aproximada (%) | | | | | |
| Proteína cruda | 48 | 48 | 45 | 40 | 42 |
| Lípidos crudos | 17 | 17 | 20 | 21 | 18 |
| Cenizas | 9 | 9 | 12 | 12 | 12 |
| Fibra cruda | <3 | <3 | <3 | <5 | <5 |
| NFE | 13 | 13 | 13 | 12 | 12 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Energía bruta (KJ/g) | 17 | 17 | 20 | 21 | 20 |
| Coste (us $/kg) | 1.00 | 1.00 | 0.90 | 0.85 | 0.85 |
| Coste (€/kg) | 0.92 | 0.92 | 0.83 | 0.78 | 0.78 |

## 7.4. Los aditivos para piensos

Se añaden aditivos en los piensos para trucha arco iris en su alimentación por variedad de razones, tales como la adición de fitasa microbiana para liberar el fósforo del ácido fítico en proteínas vegetales concentradas, o añadir astaxantina para pigmentar filetes o huevos en el caso de los reproductores. Otros aditivos se añaden a ciertas formulaciones de alimentos para mejorar el consumo de alimento, tales como la adición de betaína a los alimentos que contienen concentrado de proteína de semilla de colza. Los inhibidores de moho generalmente no se agregan porque los alimentos se utilizan normalmente poco después de la producción, y la cría de la trucha arco iris se practica generalmente en zonas con climas relativamente fríos. Para alimentaciones por gránulos comprimidos, se añade sulfonato de lignina como un aglutinante del alimento. La arcilla de bentonita se ha demostrado que reduce los niveles de aflatoxina, una toxina encontrada en granos expuestos a alta humedad antes de la cosecha o durante el almacenamiento (Ellis et al., 2000).

En los últimos años, se han desarrollado aditivos para piensos destinados a mejorar la función inmune, incluyendo los productos de nucleótidos, beta-glucanos, prebióticos y probióticos. Estos productos aún no son ampliamente utilizados en el cultivo de trucha arco iris pero se presentan como una alternativa importante al uso de antibióticos.

# 8.- **LOS HORARIOS DE ALIMENTACIÓN**

Los horarios de alimentación de la trucha arco iris varían con el tamaño de los peces (Tabla 4). Los alevines de recría que empiezan a alimentarse, se alimentan casi continuamente, por lo que lo más aconsejable es el uso de alimentadores mecánicos por demanda (ver figura 6). Sin embargo, se debe tener cuidado en esta etapa para mantener la calidad del agua y evitar problemas de crecimiento bacteriano en las agallas, que se agravan por el exceso de partículas de alimentos en suspensión en el agua de cultivo de larvas. Para los alevines de trucha lo más importante debe ser la transición a una pequeña partícula tan pronto como sea posible y su frecuencia de alimentación debe ser reducida a un máximo de ocho veces al día. Una vez que los peces alcanzan 1,5 g, la frecuencia de alimentación se puede reducir a cuatro o bien cinco veces por día, pasando a tres veces por día cuando los peces alcanzan ~ 5 g. La alimentación debe darse hasta alcanzar los peces aparente saciedad, y los alevines deben ser examinados visualmente para visualizar si alcanzan la plenitud. Cualquier signo de pescado delgado (cabezas de alfiler) es una indicación de que la frecuencia de alimentación y / o la cantidad son insuficientes.




Figura 6: Esquema de funcionamiento de un sistema de alimentación por demanda.

Como pauta, los alevines de trucha pueden consumir aproximadamente el 1 por ciento del peso corporal en cada alimentación. Alimentar menos de una sola vez tiende a aumentar la variación de tamaño dentro de un grupo de truchas. La frecuencia de alimentación se debe ajustar de tal manera que la cantidad total de pienso para alevines de trucha y alevines a consumir en un día, expresado como un porcentaje de la biomasa en un tanque, se divida en el número apropiado de comidas para aproximarse a 1 por ciento de peso corporal por alimentación diaria. Conforme las truchas crecen, la alimentación suele entregarse mediante alimentadores mecánicos o de demanda. Con éstos, la cantidad entregada se puede establecer siguiendo las pautas indicadas para un rango determinado tamaño de los peces a una temperatura de agua dada. Los alimentadores de demanda típicamente entregan una cantidad apropiada de alimentación para apoyar el crecimiento rápido y eficaz de la trucha. Hay

disponibles gráficas que proporcionan directrices para los horarios de alimentación de los productores de piensos.

Tabla 4: Datos de alimentación para la trucha arco iris usando dietas formuladas.

| **Estadio vital** | **Peso del pez (g)** | **Tipo de alimento** | **Tamaño del alimento (mm)** | **Tasa de alimentación (% peso corporal)** | **Frecuencia de alimentación (nº/día)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Larva | 0.5-1.50 | Se alimentan del saco vitelino | | | |
| Recría | 1.5-15.0 | Pellet | 0.7-2.0 | 3-4 | 4 |
| Engorde | 15-200/250 | Pellet | 2.0-5.5 | 2-3 | 2 |
| Reproductor | >1500 | Pellet | 5 | 1.5 | 2 |

# 9.- ESTABILIDAD DEL ALIMENTO EN AGUA

La estabilidad en agua de los alimentos trucha arco iris es un tema menor en comparación con los alimentos para otras especies cultivadas que se alimentan lentamente. Los alimentos son generalmente consumidos rápidamente por la trucha con poca pérdida de nutrientes por lixiviación.

Otro dato importante en este aspecto es que los piensos son considerados como la principal fuente de contaminación en una piscifactoría. Por tanto, es importante el ratio de asimilación y conversión de los piensos, así como su estabilidad en el agua, aunque en menor medida en el caso de truchas Los piensos extrusionados que se usarán en esta explotación suponen una mayor tasa de asimilación, una mejora de los índices de conversión y una minimización en la producción de fósforo, nitrógeno y materia orgánica. Esto, sumado a la alimentación rápida de las truchas, disminuirá enormemente la contaminación que pueda ejercer el pienso sobre las aguas.

# 10. NECESIDADES DE ALIMENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Los índices de conversión del alimento en trucha arcoíris se encuentran entre los más altos de los animales de producción ganadera. Eso quiere decir que para una ganancia determinada de peso, necesitan una cantidad bastante cercana a esa, de pienso. No obstante, y aunque en muchos trabajos se ha simplificado como índice de conversión 1, por lo citado anteriormente, esto es del todo imposible, porque significaría que todo lo ingerido por cada animal se convertiría en nutrientes aprovechables por este, por lo que no expulsaría heces nunca.

Dado que el gasto anual en pienso es muy significativo y supone el mayor de los gastos anuales, es necesario "hilar fino" y no solo aplicar los índices de conversión adecuados, sino diferenciar entre las diferentes fases de crecimiento. Las truchas arcoíris tienen índices de conversión diferentes según el estadio por el que estén pasando debido a las diferencias metabólicas existentes en cada una de las fases, Así mismo, las necesidades variantes en su crecimiento hacen necesario el suministrar piensos adecuados a cada momento.

**FASE DE ALEVINAJE**

Características del pienso de alevinaje

La energía metabolizable que no ha sido gastada por el pez en la digestión (incremento metabólico), en el mantenimiento metabólico (metabolismo) o en la actividad física (natación), es retenida en el cuerpo, formando nuevos tejidos y siendo almacenada en forma de proteína, fundamentalmente formando músculo y parte como grasa (Aliaga, 2004). En esta fase en que las truchas se encuentran en crecimiento activo, la mayoría de energía que almacenan lo hace en forma de proteínas, por lo que el consumo de proteínas en este momento del ciclo debe ser superior a otras fases de su vida. La proporción de proteína en el pienso durante el arranque de su alimentación esta alrededor del 50%, disminuyendo a las dos semanas hasta el 40%.

La calidad de la proteína viene definida por la cantidad de aminoácidos esenciales y estos se encuentran presentes sobre todo en los piensos fabricados a base de pescado blanco. Esta composición garantiza un desarrollo correcto de los alevines.

En los piensos de alevinaje se añade además vitamina C en proporciones superiores a las necesarias, como protector frente al estrés, enfermedades, etc.

Consumo de alimento

Los alevines, tras eclosionar, se alimentan de su vesícula vitelina, hasta que, hacia la reabsorción de los ¾ de la misma, se le empieza a alimentar con piensos extrusionados. Es en este momento, cuando alcanzan los 0,5 gramos, cuando se les pasa a las piscinas de recría. Por tanto, en la fase de alevinaje, en la que aún están en las pilas californianas, no reciben alimento.

**FASE DE RECRÍA**

Características del pienso de recría

En esta fase se mantendrá la proporción de proteína entorno al 40%. La movilidad en esta fase aumenta considerablemente respecto a la que tenían los alevines, lo que conlleva un aumento de la grasa en el pienso, más apta para ser quemada en la actividad física, este aumento no se da ya que la proteína todavía es muy necesaria al estar aún los peces en fase de crecimiento activo.

Consumo de alimento

En esta fase los peces llegan a alcanzar los 1,5 gramos. Es decir, la ganancia por individuo es de 1 gramo.

En recría, los alevines se alimentan diariamente con una cantidad de alimento equivalente al 3,5% del peso de los animales. Es una cantidad muy parecida a la de la fase de alevinaje: no olvidemos que en la fase de recría todavía se consideran alevines. Pero el pienso tiene más grasa, como se ha explicado antes. En el momento de máxima necesidad de alimento, un lote necesitará 85.050 gramos diarios de pienso.

Considerando un índice de conversión en esta fase de 1,2:1 y no teniendo en cuenta el número de bajas (por los motivos razonados anteriormente), el consumo en esta fase será de un 102,1 kg de pienso adecuado para recría.

**FASE DE ENGORDE**

Características del pienso de engorde

En esta fase, se reduce la velocidad e importancia metabólica del crecimiento. Las truchas, por tanto, necesitan menos proteínas y la que excede sus posibilidades de creación de proteína propia la convierten en grasa (Aliaga, 2004). Así pues, en el engorde la proteína en el pienso se reduce al 35%, aumentando la grasa, que es menos costosa, lo que conlleva una reducción en el precio del propio pienso. La proporción de grasa estará entre el 15 y el 20%, dependiendo de la casa comercial.

Consumo de alimento

El pienso de engorde será consumido por los individuos a partir de la fase de recría, hasta su sacrificio. En este periodo se consume el mismo pienso porque las necesidades metabólicas son las mismas, el engorde del individuo:

A esta fase de engorde llegarán 1.376.150 jaramugos de 6 cm que engordarán hasta los 11 gramos de peso y 10 cm. de tamaño. En esta fase las máximas necesidades diarias estarán próximas al 3% de su peso diario (se simplifica dejándolo en el 3%), lo que equivale a 255,6 Kilogramos de pienso por lote

Engorde desde los 10 cm hasta los 20 cm:

Las truchas para el engorde hasta los 20 cm, después de descontar las bajas, serán 1.169.727.

Las truchas de 20 cm pesan alrededor de los 80 gramos, y las necesidades diarias alimenticias serán del 2% de su peso diariamente, lo que equivale a 234,09 Kilogramos por piscina.

El pienso gastado para engordar 1.169.727 truchas desde los 11 gramos hasta los 80, será de 2340,9 kg de pienso de engorde, sabida la tasa de conversión del alimento de 1:1,7.

**ÚLTIMA FASE DEL CICLO (O FASE DE TRUCHAS DE CONSUMO)**

Esta fase abarca los individuos a partir de los 20 cm. de longitud y los 80 gramos de peso, hasta su sacrificio, con un peso sobre los 250 gramos. El pienso utilizado será el mismo que en la fase anterior, la de engorde, pues las necesidades metabólicas de los peces son las mismas.

El consumo de pienso en esta fase se ha establecido en torno al 2,5% del peso de cada individuo, diariamente. De esta manera, teniendo en cuenta que la producción en esta fase, está dividida en 50 piscinas, cada piscina de truchas en esta última fase, consumirá 146,31 kg/día teóricos, con un total de 5.852,3 kg al día para esta fase. Por tanto, teniendo en cuenta un factor de conversión del alimento en esta fase de 1,7:1, desde la entrada en esta fase hasta su sacrificio, el lote total consumirá 8.778,4 kg/día

**REPRODUCTORES**

Características del pienso para reproductores

El pienso que se suministre a los reproductores será un pienso de mantenimiento, con características a medio camino entre el pienso alto en fibra de las primeras fases del ciclo, y el pienso alto en proteínas de las fases propiamente de engorde. No interesa que los individuos reproductores tengan una excesiva actividad física que les estrese, de la misma manera que dichos peces tengan exceso de grasa, que reste fertilidad.

Consumo

La cantidad de pienso necesaria para la alimentación de los reproductores es un gasto fijo que no varía a lo largo del año y que será igual al 1,5% del peso de los reproductores diariamente, 22,5 kg/ día, que además teniendo en cuenta un factor de conversión del alimento de 1,5:1, da un total 33,75 kg/día, lo que supone 12.318,75 kg/año.

NECESIDADES TOTALES DE PIENSO

La cantidad de pienso necesaria para la cría de las truchas arcoíris, será diariamente:

Reproductores: 33,75 kg
Alevinaje: 0 kg
Recría: 102,1 kg
Engorde:
- 1$^{er}$ periodo: 255,6 kg

- 2º periodo: 2.340,9 kg

Truchas de consumo: 8.778,4 kg

FORMAS DE PRESENTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA RACIÓN

Los piensos para truchas son piensos secos, con un máximo de 12% de humedad, en forma de gránulos (pelets) de textura semidura y morfología cilíndrica, de diámetros variables según el tamaño de los peces a los que vayan destinados. Como el tamaño de los peces varía con la fase en que se encuentren, existen distintas granulometrías, cuyo límite superior de utilización por parte del pez lo determina el diámetro del gránulo con respecto a la boca del pez, de manera que el gránulo grande no pueda ser ingerido por un pez pequeño, perteneciente a otra fase, y el gránulo pequeño es ingerido fácilmente por uno grande.

De los diferentes tipos de piensos, los mejores son los llamados extrusionados. Los piensos de fabricación tradicional tienen demasiada cantidad de finos (lo óptimo será que estos no sobrepasasen el 3% del peso específico del pienso) por lo que los piscicultores suelen rechazarlo. Los gránulos sobreengrasados solventan este problema pero, al tener la grasa en la capa superficial del pienso, este mancha mucho el agua, dejando sobre la superficie una fina capa grasienta. Sin embrago, ninguno de estos dos problemas existe en los piensos extrusionados, que además son alimentos con alta energía y digestibilidad Se les llama también, aunque equivocadamente, ecológicos o no polucionantes, pues debido a la escasa contaminación acuática a que dan lugar.

El gránulo es homogéneo y regular, poroso y consistente debido al proceso especial de fabricación en la que la mezcla de los ingredientes del pienso se comprime en un tubo o cañón, bajo a fuerza de un tornillo sinfín y el rozamiento, con inyecciones de vapor a unos 120ºC durante unos segundos. El final del tubo es una matriz y la enorme descompresión que se produce a su salida es causa de la expansión del gránulo

El color del gránulo es generalmente oscuro, de fuerte olor a pescado y se presenta en envases o sacos de plástico, generalmente de 25-40 kg de peso. Algunas firmas comerciales sirven los piensos destinados a la fase de engorde, la cual es la fase en que más pienso se consume, a granel, en transportes especializados y se almacena en silos, desde donde se cargan las carretillas de distribución automática.

Especificaciones:

En la composición de los piensos comerciales que habitualmente se utilizan en truchicultura, los ingredientes se encuentran en proporciones variables, dependiendo de la finalidad del pienso, y así se habla de especificaciones para fases concretas.

Cuando estos piensos son destinados a alevinaje, el porcentaje de proteínas es alto por sus altas necesidades, ya que si ritmo de crecimiento es muy activo, ofreciéndose en granulometrías progresivas que cubren las necesidades de las diferentes edades y tamaños de los alevines, y así se habla de harina de arranque, migas de primera, segunda, tercera y cuarta edad.

Otras especificaciones van dirigidas al engorde de peces de mayor tamaño y, por tanto, sus especificaciones son distintas y se ofrecen en granulometrías superiores a 2, 3, 4, 5 mm, dependiendo de las casas comerciales. Otros se destinan a reproductores y la composición del pienso es acorde con las necesidades de los peces en estas situaciones, con granulometrías de 7 mm.

Otros piensos son exclusivamente de mantenimiento, utilizados en casos especiales, en los que al piscicultor no le interesa forzar el crecimiento de sus peces; otros son antiestrés con alto contenido en vitamina C, para paliar los efectos agresivos ambientales, de manejo, etc. Otros piensos son considerados como especialidades, como los piensos salmonizantes lentos y rápidos, piensos medicados, etc.

Existe legislación que reglamenta y regula la comercialización de piensos compuestos para truchas, eligiendo unos máximos y mínimos en la declaración de su contenido, así como una serie de características técnicas de obligado cumplimiento, que garanticen la idoneidad del producto para los fines propuestos. En Estas garantías figuran, además, los aditivos alimentarios, tales como vitaminas, conservantes, colorantes, aglutinantes, etc.

En los piensos destinados a alevinaje, el contenido de proteína por kg de peso es alto, del orden del 45-55% y en los destinados a engorde, la proteína se encuentra en cantidades inferiores del 35-45%, acompañados de un contenido en grasa entre el 8 y el 10% y de un 4-5% de celulosa, que da consistencia física al gránulo. En estas condiciones, una fracción importante de la proteína se destina a cubrir las necesidades puramente energéticas, ante la imposibilidad física de incorporar más grasa en el proceso de fabricación, lo que tiene costo alto. En estos piensos los porcentajes diarios por 100 kg de peces son altos (2,5-3%). Así como el amoníaco y las deyecciones excretadas.

Lo piensos actuales, extrusionados, permiten el que los hidratos de carbono sean incorporados a la dieta en mayor proporción que los tradicionales (18%), aportar energía al ser fácilmente absorbibles y, especialmente, ser vehículo físico de porcentajes superiores de aceites (20-26%). Las proteínas se mantienen en proporciones ligeramente superiores, dependiendo de la finalidad del pienso, consiguiéndose así una gran concentración de energía en el pienso, denominándose por este motivo de alta energía, distribuyéndose en porcentajes inferiores a los tradicionales en un 30-40%.

# BIBLIOGRAFÍA


- ALIAGA GREGORIO, J.C., 2004. *Proyecto de instalación de una piscifactoría para la recuperación de las líneas genéticas mediterráneas de Salmo trutta fario en Aragón, emplazada en Sarvisé (Huesca).* Univ. De Zaragoza

- BLANCO CACHAFEIRO, M. C., 1995. *La trucha. Cría industrial*. Editorial MP

- COCHE, A.G. et al. *Construcción de estanques para la piscicultura en agua dulce; estructuras y trazados para explotaciones piscícolas.* 1993. Colección FAO

- ELLIS. E.C.. LI. R.G.. YANG, L.Z.. y CHENG, X., 2000a. *Changes in village-scale nitrogen storage in China's Tai Lake Region*. Ecological App1icnrion.i 10(4), 10741089.

- ERASO, A.1996. *Prácticas en alimentación y almacenamientos. Instituto Nacional de Pesca y acuicultura*. INPA. Bogotá, Colombia.273, 341 pp.

- FRANCIS, G., MAKKAR H.P.S., BECKER K., 2001a. *Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish*. *Aquaculture* 199, 197-227.

- GATLIN, D.M., BARROWS, F.T., BROWN, P, 2007. *Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review.* Aquaculture Research, 38: 551-579.

- GERARD-BURZAWA, E., 1974. *Etude biologique et biochimique de l´hormone gonadotrope de une téléostéen.* L. Biochimie 53, 545-552

- HARDY, R.W., BARROWS F.T. 2002. *Diet formulation and manufacture.* En: Fish Nutrition. J.E. Halver and R.W. Hardy (eds.), 3rd edition. London: Academic Press. pp. 505-600.

- HUET, M., 1998. *Tratado de piscicultura*. Ed. Mundo-Prensa

- M.A.P.A., 2002. *La gestión medioambiental en la acuicultura española.* Ed. Mundi-Prensa

- TACON, ALBERT G.J., METIAN, M., 2008. Global *overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compouned aquafeeds: trends and future prospects*. Aquatic Farms Ltd 49-139

- RAGASH, P, 2009. *Truchas, manual de crianza*. Ed. Cedep

PÁGINAS WEB:

- FAO. Consultada julio 2015:

- http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss/es
- http://www.fao.org/fishery/affris/base-de-datos-sobre-el-recursos-de-la-alimentacion/es/

escuela politécnica superior de huesca

**TRABAJO DE FIN DE CARRERA DE**

**INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TÍTULO**

# Proyecto de piscifactoría de trucha arcoíris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

## Anejo II - Sanidad y patología


| | |
|---|---|
| **AUTOR:** | **Miguel Ángel Márquez Lapuente** |
| **ENSEÑANZA:** | **Ingeniería Agrónoma** |
| **DIRECTOR:** | **Juan Escós Quílez** |
| **FECHA:** | **Octubre 2016** |

**SANIDAD EN LA EXPLOTACIÓN** ..... **6**
Principios generales ..... 6
Métodos de desinfección de las instalaciones de piscicultura ..... 7
Métodos de sacrificio, destrucción y eliminación de animales de la explotación ..... 13
Vacunación de emergencia ..... 15
**PRINCIPALES ENFERMEDADES QUE PUEDEN AFECTAR A LA EXPLOTACIÓN** 17
El modelo de salud y enfermedad ..... 18
Toma de muestras para enviar al laboratorio en caso de presentarse una enfermedad declarada o sospecha de la misma ..... 19
**PRINCIPALES ENFERMEDADES EN TRUCHA ARCOIRIS (*Oncorhynchus mykiss*)** ..... 23
Necrosis hematopoyética infecciosa (NHI) ..... 23
1. Información sobre la enfermedad ..... 23
1.1. Factores del agente ..... 23
1.2. Factores del hospedador ..... 24
1.3. Patrón de la enfermedad ..... 25
1.4. Control y prevención ..... 26
2. Obtención de muestras ..... 27
2.1. Elección de ejemplares ..... 27
2.2. Conservación de muestras para su envío ..... 28
2.3. Combinación de varias muestras ..... 28
2.4. Órganos y tejidos de elección ..... 29
3. Métodos de diagnóstico ..... 29
3.1. Métodos de diagnóstico de campo ..... 30
3.2. Métodos clínicos ..... 30
4. Idoneidad de las pruebas para cada uso previsto ..... 31
5. Prueba(s) recomendada(s) para la vigilancia dirigida destinada a declarar la ausencia de necrosis hematopoyética infecciosa ..... 32
Septicemia hemorrágica viral (SHV) ..... 33
1. Información sobre la enfermedad ..... 33
1.1. Factores del agente ..... 33
1.2. Factores del hospedador ..... 35
1.3. Patrón de la enfermedad ..... 36
1.4. Control y prevención ..... 38
2. Obtención de muestras ..... 39

2.1. Elección de ejemplares ..... 39
2.2. Conservación de las muestras para su envío ..... 40
2.3. Combinación de varias muestras ..... 40
2.4. Órganos y tejidos de elección ..... 41
3. Métodos de diagnóstico ..... 41
3.1. Métodos de diagnóstico de campo ..... 41
3.2. Métodos clínicos ..... 42
4. Idoneidad de las pruebas para cada uso previsto ..... 42
5. Prueba(s) recomendada(s) para la vigilancia dirigida destinada a declarar la ausencia de SHV ..... 43
6. Criterios de diagnóstico confirmativo ..... 44
6.1. Definición de caso sospechoso ..... 44
6.2. Definición de caso confirmado ..... 44
Forunculosis ..... 45
1. Información del a enfermedad ..... 45
1.1. Factores del agente ..... 45
1.2. Factores del hospedador ..... 46
1.3. Patrón de la enfermedad ..... 47
1.4. Control y Tratamiento ..... 48
2. Obtención de muestras ..... 49
3. Métodos de diagnóstico ..... 49
3.1. Métodos de diagnóstico de campo ..... 50
3.2. Métodos clínicos ..... 50
Enfermedad bacteriana renal (BKD) ..... 52
1. Información de la enfermedad ..... 52
1.1. El agente hospedador ..... 52
1.2. Factores del hospedador ..... 52
1.3. Patrón de la enfermedad ..... 54
1.4. Control y prevención ..... 55
2. Obtención de muestras ..... 56
3. Métodos de diagnóstico ..... 57
3.1. Métodos de diagnóstico de campo ..... 57
3.2. Métodos clínicos ..... 57
4. Pruebas recomendadas para la vigilancia destinada a declarar la ausencia de BKD ..... 58

Enfermedad de la boca roja (yersiniosis) ..... 59
1. Información de la enfermedad ..... 59
1.1. Factores del agente ..... 59
1.2. Factores del hospedador ..... 60
1.3. Patrón de la enfermedad ..... 61
1.4. Control y prevención ..... 62
2. Obtención de muestras ..... 64
3. Métodos de transmisión ..... 64
3.1. Métodos de diagnósticos de campo ..... 64
3.2. Métodos clínicos ..... 64
Necrosis pancreática infecciosa (IPNV) ..... 66
1. Información de la enfermedad ..... 66
1.1. Factores del agente ..... 66
1.2. Factores del hospedador ..... 66
1.3. Patrón de la enfermedad ..... 66
1.4. Control y prevención ..... 67
2. Métodos de diagnóstico ..... 67
2.1. Signos clínicos y macroscópicos ..... 67
2.2. Métodos clínicos ..... 68
Girodactiliosis ..... 69
1. Información de la enfermedad ..... 69
1.1. Factores del agente ..... 69
1.2. Factores del hospedador ..... 69
1.3. Patrón de la enfermedad ..... 70
1.4. Control y prevención ..... 71
2. Toma de muestras ..... 72
2.1. Conservación de muestras para su envío ..... 72
2.2. Combinación de varias muestras ..... 73
2.3. Órganos y tejidos de elección ..... 73
2.4. Muestras/tejidos que no son adecuados ..... 73
3. Métodos de diagnóstico ..... 73
3.1. Métodos de diagnóstico de campo ..... 73
3.2. Métodos clínicos ..... 74
3.3. Métodos de detección e identificación del agente ..... 74

4. Prueba(s) recomendada(s) para la vigilancia dirigida destinada a declarar la ausencia de infección por *Gyrodactylus salaris* ..... 76
5. Criterios de diagnóstico confirmativo ..... 76
5.1. Definición de caso sospechoso ..... 76
5.2. Definición de caso confirmado ..... 76
Enfermedad del torneo ..... 78
1. Información de la enfermedad ..... 78
1.1. Factor del agente ..... 78
1.2. Factores del hospedador ..... 79
1.3. Patrón de la enfermedad ..... 80
1.4. Control y prevención ..... 80
2. Obtención de muestras ..... 81
3. Método de diagnóstico ..... 82
3.1. Métodos de diagnóstico de campo ..... 82
3.2. Métodos clínicos ..... 82
**BIBLIOGRAFÍA** ..... 84

# SANIDAD EN LA EXPLOTACIÓN

## Principios generales

Todo lo relativo a la sanidad de los animales y las instalaciones debe obedecer lo dictaminado en el Real Decreto 1614/2008, de 3 de octubre, relativo a los requisitos zoosanitarios de los animales y de los productos de la acuicultura, así como a la prevención y el control de determinadas enfermedades de los animales acuáticos.

La explotación ganadera deberá estar debidamente registrada en el sistema REGA (Registro de Explotaciones Ganaderas). Además, para tener una actividad comercial, deberá estar autorizada para ello, lo cual implica desarrollar una adecuada trazabilidad y registros, buenas prácticas de higiene y tener en marcha un sistema de vigilancia zoosanitaria.

Con el fin de verificar la adecuación de la explotación a las normas sanitarias exigidas y en aplicación del artículo 78 de la Ley 8/2003 de 24 de abril, de Sanidad Animal, el personal funcionario al servicio de las administraciones públicas, en el ejercicio de las funciones inspectoras recogidas en la Ley de Sanidad Animal, tendrá el carácter de Agente de la Autoridad, pudiendo recabar la ayuda de las personas o instituciones recogidas en el susodicho artículo.

Esto significa, que la autorización a que se refiere el párrafo anterior alcanza los siguientes ámbitos y actuaciones:

- Acceder libremente, sin previa notificación a las instalaciones y a los vehículos de transporte, incluyendo las embarcaciones, en los que se encuentren los animales sospechosos o a los vehículos que hubieran realizado recientemente una carga o descarga de animales en la instalación.
- Proceder a realizar las investigaciones oportunas, exámenes o pruebas necesarias para el ejercicio de sus funciones.
- Exigir la comparecencia del titular o responsable y de la información que precise.
- Realizar la toma de muestras siguiendo un procedimiento establecido.
- Revisar toda la documentación, libros de registros, etc.
- Adoptar las medidas cautelares previstas en el artículo 77 de la Ley 8/2003, Ley de Sanidad Animal.
- Incautar y en su caso ordenar el sacrificio en los términos del artículo 20 de la Ley 8/2003, de Sanidad Animal.

La elección de los procedimientos de desinfección depende del tamaño, tipo y naturaleza de los materiales y sitios a ser desinfectados. Con excepción de la personal y las huevas de los peces, las cuales deben ser desinfectadas con productos no corrosivos, las superficies a ser desinfectadas consisten en telas y material de tejido (ropa, redes), superficies duras (plástico, cemento) o materiales permeables (tierra y grava). La desinfección para superficies permeables es más difícil y requiere

más tiempo. En la Tabla 1 se indican las sustancias más comunes y los métodos para su uso basado en este criterio.

El uso de los productos químicos supone la implementación de medidas de protección del personal y de los animales de cultivo además de mitigar los efectos ambientales. Primero es necesario proteger la piel, los ojos del contacto con sustancias peligrosas, utilizando ropa impermeable, botas, gafas de seguridad y cascos. El tracto respiratorio debe ser protegido por máscaras y el operador no debe tocar ningún alimento si previamente no ha lavado sus manos. Finalmente el producto deber ser guardado de tal forma que no presente ningún peligro directo o indirecto para los animales, peces, humanos o el medio ambiente.

El material debe ser cuidadosamente limpiado antes de la desinfección. El material orgánico que se generó durante el procedimiento de limpieza, tal como el sedimento de las piscinas, etc. debe también desecharse de manera apropiada para prevenir la dispersión de las enfermedades por el material y ser ambientalmente seguro.

Se tendrá un drenaje independiente para las descargas de efluentes de las zonas sanitarias y estas no se deben desembocar en la balsa de decantación para evitar mezclar contaminantes.

Un esquema aprobado debe considerar los efectos de la desinfección contra los patógenos considerados, las propiedades toxicológicas y ecotoxicológicas de los productos.

Una de las principales fuentes de contaminación es la que proviene de personas, equipo, materiales y vehículos que ingresan en la granja. Las políticas de entrada a las instalaciones para el ingreso a la granja de cualquier persona, equipo y material deberán estar claramente definidas y asegurar que se cumplan estas disposiciones. La afluencia de personal ajeno a la granja deberá ser controlada y se debe contar con una cerca para establecer claramente los límites de la granja.

Es necesaria la instalación de sistemas de desinfección (vados, arcos sanitarios) en los accesos a la granja. También se debe contar con tapetes sanitarios a la entrada de las instalaciones donde se realicen actividades sensibles a la contaminación biológica, como en nuestro caso es la sala de incubación y alevinaje.

Posteriormente a la desinfección o erradicación total de patógenos, el establecimiento deberá ser reabastecido a partir de una fuente libre de enfermedades.

## Métodos de desinfección de las instalaciones de piscicultura

El procedimiento de desinfección depende de muchos factores como: el tamaño del material y tipo que va a ser desinfectado, es más difícil en superficies permeables que en las impermeables, agentes a inactivar, etc. Previamente a la desinfección es necesario realizar una limpieza. Además, el operario de la explotación deberá seguir

siempre las recomendaciones de precaución adecuadas antes de realizar la aplicación de los agentes desinfectantes (Tabla 1)

Tabla 1: métodos de desinfección utilizados para diferentes situaciones

| PROCESO | INDICACIONES | MÉTODO DE USO | COMENTARIOS |
|---|---|---|---|
| FÍSICOS | | | |
| Secado al sol | Patógenos de peces en el fondo de barros | Secar 3meses a temperatura media de18ºC | El período de secado puede reducirse con el uso de desinfectantes químicos. |
| Secado por calor | Patógenos de peces en superficies de concreto, roca, acero y cerámica | Soplete y soplador. Secador de aire caliente | |
| Calor húmedo | Patógenos de peces en tanques de vehículos de transporte | Vapor a 100ºC o más por 5minutos | |
| Rayos ultravioleta UVC(254nm) | Virus y bacterias. | | Dosis mínima letal |
| Rayos ultravioleta UVC(254nm) | Necrosis pancreática infecciosa(IPN) y nodavirus en agua | 125(200mj/$cm^2$) | |
| QUÍMICOS | | | |
| Ácido acético | Anemia infecciosa del salmón | 0.04-0.13% | |
| Amonio cuaternario | Virus, bacterias, manos, superficies de plástico | 0.1-1g/litro por 1 a 15 minutos | El virus de IPN es resistente |
| Oxido de calcio* | Patógenos de peces en barros secos | 0. 5Kg./$m^2$por 4 semanas | Reemplace el agua y vacíelos estanques llevando los efluentes a un pHde8,5 |
| Hipoclorito de calcio* | Bacterias y virus en Todas las superficies lavables y en el Agua | 30mg/l.de Cl. Dejar que se inactive después de unos días o neutralizar con tíosulfato de Sodio después de 3hs. | Puede ser neutralizado con tíosulfato de sodio, verlas recomendaciones especiales |
| Cianamida de Calcio* | Esporas en fondos Barrosos | 3000Kg./ha en superficies secas, dejaren contacto por un mes | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| CloraminaT | DestruyeAIS | 1%por5minutos | |
| CloraminaT | DestruyeIPN | 1%por30minutos | |
| Dióxido de Cloro | AIS | 100 ppm por 5 minutos | |
| Ácido Fórmico | Desechos de pescado para ensilado | pH 4después de 24hs. | Destruye bacterias patógenas de peces eAISnoIPN |
| Formalina | Patógenos de peces En locales cerrados | Liberada de sustancias formogénicas, generalmente trioxymetyleno. Cumple con instrucciones | Resistentes los Nodavirus |
| Peróxido de Hidrógeno(agua oxigenada) | AIS virus | 0.02-0.06% | |
| Yodo | Virus y bacterias en redes, botas y ropa | 200mg de yodo/litro por unos pocos segundos | Observar las recomendaciones especiales. |
| Yodo (Iodoforos) | Manos, superficies Lisas | >200mg/litro por unos pocos segundos | |
| QUÍMICOS | | | |
| Ozono | Esterilización de agua, y patógenos de peces | 0.2a1mg/litro por 3minutos | Costoso y muy tóxico para peces y humanos |
| Ozono en agua de Mar | Superficies y equipamiento | 0.5-1mg/lORT(Oxidante residual total)por30–60minutos | |
| Poroxy Ej.Virkon | IPNvirus | 1%porunminuto | |
| Ácido peracético | AISvirus | 0.08-0.25% | |
| Hidróxido de sodio* | Patógenos de peces en superficies resistentes con grietas | Mezcla: Hidróxido de sodio100gr.Teepol10 g Hidróxido de calcio 500gr.y10 lts de agua. Serocía 1lt cada 10$m^2$. Dejar actuar 48hs. | Uno de los desinfectantes más activos es el hidróxido de Teepol es un agente tensioactivo comercial (detergente) |
| Hipoclorito de sodio* | Bacterias y virus en superficies lavables yagua | 30mg. de Cl disponible litro. Dejar inactivar por unos días y neutralizar con tiosulfato de sodio después de 3hs. | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Hipoclorito de sodio* | Redes, botas y ropa | 200mg.a 1g de Cloro disponible/litro por varios minutos. Dejar inactivar unos días o neutralizar con tiosulfato de sodio después de 3 horas. | |
| Hipoclorito de sodio* | Manos | Enjuagar con agua Limpiar o neutralizar con tiosulfato | |

*Compuestos Peligrosos (ver precauciones indicadas en las recomendaciones generales)

Las concentraciones indicadas son las correspondientes a la sustancia activa. Los químicos deben estar aprobados para el uso prescripto y ser utilizados de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes.

Para facilitar las tareas sanitarias en acuicultura, el registro zoosanitario de la Dirección General de Sanidad de la Producción agrícola establece una lista abierta de productos biocidas que se encuentran autorizados para su venta en todo el Estado, de uso específico en acuicultura.

La carga contaminante de una piscifactoría depende fundamentalmente de la producción de preces conseguida y del índice de conversión del alimento, aunque para trucha esto está muy optimizado. Las concentraciones de parámetros contaminantes en los vertidos dependen también de los caudales circulantes y del rendimiento del sistema de depuración empleado (fundamentalmente balsas de decantación).

En general, las piscifactorías cumplen los límites de vertido impuestos por las Confederaciones Hidrográficas. Otros impactos derivados de las piscifactorías de agua continental, así como posibles medidas de actuación, son:

Tabla 2: efectos derivados de las diferentes actividades de la explotación piscícola

| **Instalación/actividad** | **Aspectos medioambientales** | **Características/cuantificación** | **Medidas aplicables** |
|---|---|---|---|
| CAPTACIÓN DE AGUA | | | |
| De cauce (azud y canal de derivación) | Efecto barrera para especies acuáticas | Significativo en cauces con especies migradoras | Escalas de peces |
| | Detracción de caudales circulantes aguas abajo | Captación de 0,2-0,6 $m^3/s$ por 100 Tm de producto | Mantenimiento de los caudales ecológicos establecidos<br><br>Instalación de sist. De oxigenación y reutilización |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | del agua |
| | Alteración (aguas arriba) de las características hidráulicas del cauce y del proceso natural de autodepuración | Aspecto ligado a las características hidráulicas particulares del cauce afectado | |
| MANTENIMIENTO GENERAL | | | |
| Piscinas<br><br>Almacenes<br><br>Instal. Auxiliares<br><br>Defensas contra avifauna | Consumo de energía | Aspecto no significativo | Adecuado mantenimiento de las instalaciones |
| | Generación de efluentes líquidos | Asimilables a aguas residuales urbanas | Tratamiento de efluentes |
| | Generación de residuos | Asimilables a urbanos<br><br>Catalogables como peligrosos | Adecuada gestión de cada tipo de residuos |
| | Posible generación de olores | Aspecto no significativo en cond. normales de operación | Correcta gestión de los almacenes de piensos y de los residuos orgánicos |
| | Posible generación de ruidos bombas, etc.) | Aspecto no significativo | Mantenimiento adecuado de los equipos |
| | Posible alteración de la calidad paisajística del entorno | Aspecto no significativo | Integración paisajística de las instalaciones |
| Balsas de decantación de efluentes | Generación de lodos | Residuo no peligroso | Retirada periodica de lodos de la balsa de decantación<br><br>Adecuada gestión de lodos |
| | Calidad del efluente final | Disminución de las cargas contaminantes vertidas al cauce receptor | Diseño adecuado de la balsa<br><br>Tiempo de residencia adecuado del efluente en la balsa |
| OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES | | | |
| Limpieza normal de instalaciones (sifonado) | Generación efluentes líquidos | Parámetros contaminantes característicos: m.o., sólidos en suspensión, nutrientes y amoníaco | Dimensionamiento y diseños adecuados de las piscinas<br><br>Tratamiento de efluentes |
| Desinfección de | Consumo de productos | Productos tóxico para las | Utilización de productos |

| | | | |
|---|---|---|---|
| piscinas y utensilios | peligrosos | biocenosis acuáticas | de menor toxicidad<br><br>Dosificación correcta de los productos |
| | Generación de efluentes líquidos | Parámetro contaminante característico en el efluente (ecotoxicidad) | Tratamiento de efluentes |
| | Generación de residuos (envases vacíos) | Gran parte e ellos son residuos de carácter peligroso | Gestión adecuada de los residuos |
| Tratamientos sanitarios | Consumo de productos terapeúticos | | Utilización de productos menos tóxicos<br><br>Dosificación adecuada |
| | Generación de efluentes líquidos | Pueden desarrollarse resistencias a antibióticos en el medio | Tratamientos de efluente<br><br>Tiempo de residencia adecuado del efluente en la balsa de decantación |
| | Generación de residuos (envases de productos) | Algunos envases son residuos peligrosos | Correcta gestión de residuos |
| Alimentación | Consumo de recursos | Dependiendo de la composición de los piensos | Utilizaión de piensos más eficientes<br><br>Dosificación adecuada de piensos |
| | Generación de efluentes | Parámetros contaminantes característicos: m.o., sólidos en suspensión, nutrientes y amoníaco<br><br>(la carga contaminante de cada piscina varía en función de la etapa de desarrollo de los peces y de las condiciones requeridas para el cultivo) | Utilización de piensos más eficientes<br><br>Dosificación adecuada fe los piensos<br><br>Correcto diseño y dimensionamiento de las piscinas<br><br>Tratamiento de efluentes |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Generación de residuos (envases de piensos) | Residuos no peligrosos | Correcta gestión de los residuos |
| Oxigenación de las piscinas | Consumo energético | Aspecto no significativo | |
| | Batido del agua | Provoca la turbidez y aumento de la particulación y disolución de los restos de alimentos y heces, lo que provoca el aumento de la carga contaminante disuelta soluble del efluente<br><br>(este efecto puede ser mayor en piscinas rectangulares que en circulares) | Oxigenación del agua antes de su entrada en las piscinas<br><br>Correcto diseño y dimensionamiento de las piscinas |
| Comercialización | Consumo de recursos (envases, hielo, etc.) | Aspecto no significativo | Utilización de los envases más adecuados |
| | Generación de residuos | Residuos de envases y restos de producción | Gestión adecuada de residuos |

En todo caso, el Catálogo Europeo de Residuos (Decisión 2000/532/CE), modificado a su vez por las Decisiones 2001/118/CE, 2001/119/CE y 2001/573/CE, establece los tipos de residuos específicos para acuicultura, así como sus tratamientos.

## Métodos de sacrificio, destrucción y eliminación de animales de la explotación

Un caso especial en el tratamiento sanitario de la explotación acuícola es aquel en que, una vez declarada una epizootia, hay que establecer un protocolo sanitario específico para eliminar los organismos infectados, y posteriormente efectuar la desinfección de la instalación.

En la UE se ha establecido para el control de algunas de las enfermedades de los animales acuáticos una política de erradicación. Esta política conlleva en algunas ocasiones el sacrificio inmediato de los animales sensibles de las explotaciones afectadas y su posterior eliminación para tratar de evitar la difusión de la enfermedad a las explotaciones colindantes o a los animales acuáticos silvestres.

El sacrifico sanitario de emergencia para el control de una epizootia está condicionado por los siguientes aspectos:

| | |
|---|---|
| Bienestar de los | En este sentido existe una base legal que es preciso respetar, el |

| | |
|---|---|
| animales | Real Decreto 54/1995 sobre la protección de los animales en el momento de su sacrificio.<br><br>El método debe ser indoloro y reducir al mínimo el estrés. Debe garantizar un efecto rápido e irreversible. |
| Imperativos sanitarios | El vacío debe realizarse lo más rápidamente posible (24- 48 horas) tras la confirmación de la enfermedad con en fin de detener la producción del agente patógeno y de prevenir su propagación.<br><br>No es recomendable que se produzca vertido de sangre ni otros fluidos corporales en las operaciones de sacrificio. |
| Seguridad | El método debe garantiza la seguridad de los operarios así como, para las otras especies animales que se encuentren en la explotación. Además, puede permanecer algún residuo o actividad residual en las naves después de la operación. |
| Criterios ecológicos | El método no debe tener ninguna consecuencia sobre el medio ambiente. |

Durante el sacrificio se tendrán en cuenta los siguientes factores higiénicosanitarios: En el sacrificio deben de participar exclusivamente el número de personas necesarias para el mismo, limitando la entrada de vehículos y personas ajenas a la explotación.

- El material utilizado no desechable será desinfectado rigurosamente dentro de la explotación con lejía o con sosa al 2%.
- Se dispondrá un punto de desinfección a la salida de la explotación (vehículos y calzado).
- Todo el vestuario, pienso, calzado, material desechable, desperdicio, etc., ha de ser eliminado junto con los cadáveres al final del sacrificio.
- Siempre que sea posible, la eliminación de los cadáveres se realizará dentro de la propia explotación.

Tras la realización del sacrificio in situ, los cadáveres (que se incluyen en la categoría II de subproductos animales) se deberán destruir de acuerdo con el Reglamento (CE) n ° 1069/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano. Los métodos autorizados de destrucción son:

- Eliminación directa sin procesamiento en planta autorizada.
- Eliminación en planta autorizada tras su procesamiento por esterilización a presión y marcado permanente del material resultante.
- Incineración o enterramiento in situ.

Si el método elegido es el enterramiento:

- Los cadáveres en la fosa deberán ser rociados con cal viva entre capa y capa que será distribuida uniformemente.
- Para cerrar la fosa se cubrirá, como mínimo, con 1,5 metros de tierra. Antes de cubrir la fosa totalmente se arrojará todo el material desechable, vestuarios, calzado, utilizado por el personal durante las operaciones.
- El área alrededor de la fosa será rociada con un desinfectante adecuado.
- La entrada a esta fosa será vallada y prohibido el acceso. Vigilar la entrada de perros, gatos, pájaros, etc. en las inmediaciones de la fosa.
- Todo el material y equipos empleados en estas operaciones serán apropiadamente desinfectados.
- Si la fosa de enterramiento está situada fuera de la explotación, se deberá tener en cuenta su situación lo más alejada posible de caminos públicos, viviendas y otras explotaciones.
- En la elección del lugar de enterramiento, hay que tener en cuenta el fácil acceso de los camiones y máquinas excavadoras.

Si el método de elección es la incineración, además de lo detallado anteriormente, se empleará una gran cantidad de material inflamable para la incineración de los cadáveres.

Los animales enviados a una planta de transformación, deben ir acompañados por un documento de autorización de traslado de cadáveres que avale el traslado emitido por el Inspector Veterinario.

En cualquier caso, los vehículos utilizados para el transporte, deberán ir precintados y ser a prueba de escapes para evitar las pérdidas de líquidos durante el transporte, para ello se podrán usar vehículos con cubetas estancas, que impidan la eliminación de material durante el transporte.

Los vehículos usados para el transporte serán sometidos a una completa limpieza y desinfección.

## Vacunación de emergencia

La aplicación de programas de vacunación se debe ajustar al artículo 45 del R.D. 1614/2008. De manera resumida, sólo se podrá recurrir a la vacunación (previa autorización por parte del MAGRAMA) en alguno de los siguientes supuestos:

- Aparición de enfermedades emergentes y exóticas que puedan comprometer la situación sanitaria de los animales acuáticos de la zona o territorio relacionado epidemiológicamente.
- Cuando las medidas para controlar la enfermedad no resulten eficaces y la enfermedad en cuestión se propague a otras explotaciones o zonas a pesar de las medidas adoptadas.
- Estará permitida dicha vacunación en las partes de España que no hayan sido declaradas libres de las enfermedades en cuestión, o cuando la vacunación forme

parte de un programa de erradicación aprobado de conformidad con el artículo 41.2. 3. Del Real Decreto 1614/2008.

# PRINCIPALES ENFERMEDADES QUE PUEDEN AFECTAR A LA EXPLOTACIÓN

Este documento pretende servir de pequeña guía para el piscicultor que tenga que ocuparse del manejo de los individuos de la granja. Si bien es importante el saber detectar las posibles enfermedades y saber tratarlas, cabe destacar sin embargo, que la primera medida para evitarlas es una higiene escrupulosa de las instalaciones, como se indica en la Memoria.

Según el código sanitario de la OIE (Organización mundial de la sanidad animal), las enfermedades que se van a tratar en este documento están clasificadas como las que más daño están causando en las piscifactorías europeas, y de entre ellas, en las españolas, por eso se hace hincapié en ellas en el presente proyecto.

Para poder actuar con rapidez ante la posible aparición de una de estas enfermedades, se pretende que este documento sirva a modo de guía sanitaria, explicando concisamente las características de cada agente causal, el modo de transmisión y muestreo, y los posibles controles y tratamiento entre otros puntos.

No obstante, en caso de sospecha de aparición de una enfermedad de las de obligada notificación, enumeradas estas en el Anexo IV del R.D. 1614/2008, se deberá proceder según lo explica el R.D. 526/2014, de 20 de Junio, en los plazos estipulados en el propio decreto.

Las sospechas en piscifactoría dependen de la variabilidad de los signos clínicos en función de la susceptibilidad de las diferentes especies a las diferentes enfermedades, lo que implica la imposibilidad de contar con unas orientaciones categóricas en caso de sospecha de un foco. La decisión de considerar sospechosa una explotación se basará en las siguientes observaciones y criterios:

a) Observaciones clínicas y patológicas.
b) Observaciones epidemiológicas. o si los animales han estado en contacto directo o indirecto con animales de otra explotación, zona de cría de las mismas especies o con animales procedentes del medio natural que, según se haya demostrado, hayan estado infectados. o si cabe la posibilidad de que las animales hayan estado expuestos al agente patógeno, por ejemplo, debido a la entrada en la explotación de personas, vehículos, etc.
c) Observaciones derivadas de los resultados de pruebas de laboratorio.

Existen muchas otras enfermedades, tanto microbianas como víricas y parasitarias, no citadas aquí, si bien su incidencia en piscifactorías es mucho menor que las enfermedades que aquí se tratan. Ante la aparición o sospecha de aparición de alguna enfermedad no explicada aquí, se recomienda primeramente, el acudir a un veterinario; y además, el uso de la bibliografía citada, especialmente los documentos oficiales del Código Sanitario para los Animales Acuáticos, de obligado cumplimiento.

# El modelo de salud y enfermedad

La cadena epidemiológica

Los estados de salud y enfermedad son consecuencia de la interacción de tres elementos: agente, hospedador y medio (Conroy y Conroy, 1987). El balance de esta interacción será favorable al hospedador cuando se presenta el estado de salud, bien porque el agente está ausente o en bajas dosis, bien porque el hospedador pone en marcha los mecanismos defensivos, o porque el medio pone obstáculos a la difusión del agente. Por tanto, la situación contraria, es decir, la enfermedad, supone una balanza favorable al agente.

Por ello, evitar la aparición de la enfermedad supone actuar de manera que permita llevar esa interacción hacia el lado del hospedador, y para ello existen dos opciones: promover los mecanismos defensivos del hospedador para que se haga más resistente al agente, o actuar directamente frente al agente tratando de destruirlo o al menos reducir su actividad. La primera de las opciones constituye el proceso de inmunización y el segundo el proceso de tratamiento curativo.

Pero para poner en marcha cualquiera de los dos mecanismos, es necesario conocer a fondo las características de los elementos implicados de la enfermedad, agente, hospedador y medio, así como las interacciones entre ellos, lo que da lugar a la llamada “cadena epidemiológica de la enfermedad” (Ruiz Zarzuela et al, 2004).

La enfermedad y el modelo de iceberg

Por otro lado, la aparición de la enfermedad en una parte de la población animal no significa que sean sólo esos los animales que van a presentarla, ya que existe otra parte muy importante que está infectada y no manifiesta clínicamente la enfermedad, al menos en el momento en que se está valorando. Eso explica que las enfermedades infecciosas y parasitarias sigan un modelo de iceberg en el que la parte de población que sufre una infección inaparente es tan importante o más que aquella parte que manifiesta la enfermedad, y por tanto la actuación no solo se limitará a estos segundos individuos, sino que también deberá incluir a los primeros.

# Toma de muestras para enviar al laboratorio en caso de presentarse una enfermedad declarada o sospecha de la misma

Pese a que más adelante se indica específicamente para cada enfermedad, como tomar la muestra, conservarla, que tejidos enviar y demás cuestiones, en este apartado se propone una fórmula general de la manera en la que se deben enviar las muestras, que tipo de muestras y en qué momentos, a tratar a los laboratorios para que estos las estudien.

- Lugar de la toma:

- Fecha: Responsable del envío:

- Especies que participan en la mortalidad (si se conocen los nombres científicos han de indicarse, sino indicar los nombres vulgares):

- Responder a las siguiente preguntas (si se puede, enviar fotos de animales enfermos y/o muertos con detalles que se crean de interés, hemorragias, ulceras, etc.)

1. Si hay alguna especie que tenga mayor mortalidad que otra, indicar cual:

2. Qué tipo de curso de agua es:

3. Indicar la temperatura ambiente y la temperatura del agua:

4. Si se tiene hecho análisis de agua, adjuntar los resultados

5. De los animales que todavía queden vivos, evaluar y responder lo siguiente:

    a. Qué cantidad aproximada de peces murieron y en cuanto tiempo (es importante recordar que los procesos de putrefacción de los tejidos de los peces comienzan tempranamente, aproximadamente a la hora de haberse producido la muerte).

    b. Actividad natatoria. Ha de describirse como nadan los peces moribundos o los que todavía no han muerto, indicando si tienen alguna preferencia de ubicación en el cuerpo de agua, en las orillas, en la superficie etc.

    c. Reacción a estímulos externos: ¿los peces se alejan frente a presencia de humanos?

6. Hechos recientes que se recuerden y que pudieron haber influido en el estado sanitario de los animales, describiéndolos pormenorizadamente.

- Se deberán tomar muestras para:

1. estudio histopatológico
2. examen sanguíneo
3. estudio bacteriológico
4. estudio molecular, PCR, (reacción en cadena de la polimerasa)

Para tomar muestras destinadas a estos estudios, se debe proceder de la siguiente manera: Elegir peces vivos, moribundos o recientemente muertos. Una hora después de muertos los procesos de autolisis (putrefacción) se ponen en marcha y confunden los resultados (no tomar, por tanto, muestras de peces que lleven más de una hora muertos)

Debe preparar un fijador para tejidos (los tejidos sin fijador no son de utilidad para su examen histopatológico). Se usarán dos fijadores:

**1.-formol al 20%:** 20% formol, 80% agua destilada

**2.-Liquido fijador:** este fijador ya se envía preparado, o sea, está listo para usar.

Ambos fijadores son irritantes para vías respiratorias, ojos y manos. Han de manipularse con guantes y en ambientes ventilados o al aire libre. Si es posible, se usará barbijo y se hará su manipulación bajo campana.

- El procedimiento para la toma in situ de las muestras es como sigue:

1-Anestesiar los peces con Benzocaína como oportunamente se le ha indicado.

2- Hacer una extracción de muestra de sangre por punción caudal, cardiaca o la que este indicada según la especie en estudio.

3-Realizar uno o dos extendidos de sangre periférica para su estudio citohematológico. Colocar una gota de sangre sobre un extremo de este y con otro portaobjeto extender suavemente sobre la superficie del portaobjeto donde se colocó la gota. Dejarlo secar y luego guardarlo en un lugar seco.

4- Observar externamente los peces y si se encuentra una lesión ulcerosa o sangrante, tomar un hisopo y frotarlo por el área lesionada. Seguidamente, colocarlo en el tubo estéril seco

5- Abrir los peces para que se puedan observar bien los órganos internos.

6- Después de abrir el abdomen y ANTES de tocar los órganos abdominales, si se sospecha una enfermedad bacteriana, frotar un hisopo entre las vísceras abdominales y proceder como se indicó en el paso 4.

7-Disecar los órganos abdominales, rutinariamente hay que extraer muestras de bazo, hígado, corazón, riñón anterior y posterior y eventualmente (según se indique a lo largo de este documento, para cada enfermedad) muestras de órganos que se vea que tienen alteraciones macroscópicas.

8- De un fragmento de bazo, pronefros y metanefros, hacer una impronta. Es decir, tomar un fragmento de tejido y apretarlo con firmeza sobre un portaobjeto, dejarlo secar y luego guardarlo en un lugar seco.

9- Los órganos disecados deben ser cortados con una hoja de bisturí para obtener fragmentos no mayores de 1 cm² y 3 mm de espesor

10-Cortar además, si se observa lesiones, un fragmento de piel y músculo

11-Colocar los tejidos en un frasco con el fijador, siguiendo siempre que debe haber en el frasco tres veces más volumen de fijador que de tejido a fijar.

12-Colocar el fijador en el frasco.

13-Cerrar bien el frasco, rotulando cada frasco con una etiqueta preimpresa que acompaña al Kit con lápiz (no usar marcadores).

- Para el estudio molecular (PCR).

1. Colocar en alcohol etílico al 96% fragmentos de bazo, hígado, corazón, riñón anterior y eventualmente muestras de órganos que se vea que tienen alteraciones macroscópicas.

2. Cerrar bien el frasco, rotular cada frasco con una etiqueta preimpresa que acompaña al Kit con lápiz (sin usar marcadores).

Embalar todas las muestras correctamente rotuladas y acondicionadas en una caja de telgopor perfectamente cerrada y rotulada en el exterior.

En la etiqueta externa debe constar:

DESTINO: Laboratorio……

REMITENTE:
Nombre y Apellido:
Empresa/Establecimiento:

Domicilio:
Teléfono:

**NOTA IMPORTANTE**: El “Acta de Toma de Muestra” y cualquier otro papel adjunto, se debe colocar dentro de un sobre plástico o folio y pegarlo con cinta adhesiva en la cara Interna de la tapa de la caja de envío.

# PRINCIPALES ENFERMEDADES EN TRUCHA ARCOIRIS (*Oncorhynchus mykiss*)

# Necrosis hematopoyética infecciosa (NHI)

## 1. Información sobre la enfermedad

La necrosis hematopoyética infecciosa (NHI) es una enfermedad vírica que afecta a la mayoría de especies de salmónidos criadas en agua dulce o marina. Está causada por el rabdovirus denominado virus de la necrosis hematopoyética infecciosa (VNHI), y las principales consecuencias clínicas y económicas tienen lugar en piscifactorías que crían trucha arco iris, donde los brotes pueden dar lugar a mortalidades muy altas. Sin embargo, tanto el salmón del Pacífico como el de Atlántico pueden resultar gravemente afectados (Torres Rojo, 2008). A efectos de este capítulo, la NHI se considera una infección por el VNH

### 1.1. Factores del agente

#### 1.1.1. El agente patógeno, cepas del agente

El rabdovirus de los peces, el VNHI, tiene un virión con forma de bala que contiene un genoma de ARN monocatenario con polaridad negativa, no segmentado, de aproximadamente 11.000 nucleótidos que codifica seis proteínas en el siguiente orden: una nucleoproteína (N), una fosfoproteína (P), una proteína de matriz (M), una glucoproteína (G), una proteína no virión (NV), y una polimerasa (L). La presencia del gen único NV y la homología de secuencia con otros ciertos rabdovirus de peces, tales como el virus de la septicemia hemorrágica vírica, ha originado la creación del género Novirhabdovirus en la familia *Rhabdoviridae*, con el VNHI como especie tipo.

Se han registrado variaciones en la virulencia y la preferencia por hospedador en cepas de VNHI durante casos de enfermedad naturales y en infecciones experimentales (LaPatra et al., 1993a).

#### 1.1.2. Supervivencia fuera del hospedador

El VNHI es lábil al calor, a la acidez y al éter. El virus sobrevive en agua dulce al menos 1 mes a bajas temperaturas, sobre todo en presencia de materia orgánica. El VNHI se inactiva fácilmente en presencia de los desinfectantes de uso habitual, y por desecación (Wolf, 1988).

#### 1.1.3. Ciclo de vida

Los reservorios del VNHI son peces infectados clínicamente y portadores manifiestos entre peces de piscifactoría, asilvestrados o salvajes. El virus se excreta por vía urinaria, líquidos sexuales y mucus externo, mientras que el riñón, el bazo y otros órganos internos son los lugares en los que el virus es más abundante durante el curso de una infección manifiesta (Bootland y Leong, 1999; Wolf, 1988).

## 1.2. Factores del hospedador



Los signos de la enfermedad IHNV en la trucha arco iris incluyen hemorragia y exoftalmia -foto a la izquierda-, y el oscurecimiento en relación con el color de peces sanos -foto a la derecha- de la piel (internet).

### 1.2.1. Especies hospedadoras susceptibles

Los principales hospedadores del VNHI son miembros de la familia *Salmonidae*. Las especies que se ha observado que se infectan de forma natural con el VNHI son: la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), el salmón real (*O. tshawytscha*), el salmón rojo (*O. nerka*), el salmón keta (*O. keta*), el amago (*O. rhodurus*), el salmón japonés (*O. masou*), el salmón plateado (*O. kisutch*) y también el salmón del Atlántico (*Salmo salar*). En ocasiones se han observado otros salmónidos infectados en la naturaleza o que presentan susceptibilidad en infecciones naturales, como la trucha común (Salmo trutta), y la trucha de garganta cortada (*O. clarki*), algunas truchas lacustres (*Salvelinus namaycush, S. alpinus, S. fontinalis, y S. leucomaenis*) y el esturión (*Acipenser spp*) entre otros (Torres Rojo, 2008)

### 1.2.2. Fases susceptibles de la vida del hospedador

La NHI tiene lugar en varias especies de salmónidos, y las larvas constituyen el estadio más susceptible. Los peces más viejos suelen ser más resistentes a la enfermedad clínica, pero se ha observado una gran variabilidad de la susceptibilidad al VNHI entre ejemplares.(Torres Rojo et al, 2008) Como ocurre con el virus de la septicemia hemorrágica vírica, un buen estado sanitario de los peces parece disminuir la susceptibilidad a la NHI, mientras que las coinfecciones con enfermedades bacterianas (como la enfermedad bacteriana del agua fría), la manipulación y otros

factores estresantes pueden hacer que infecciones subclínicas lleguen a ser manifiestas. Los peces son cada vez más resistentes a la infección con la edad hasta el desove, momento en el que, una vez más, se vuelven muy susceptibles y pueden excretar grandes cantidades de virus en los productos sexuales. Los supervivientes de la NHI presentan una fuerte inmunidad protectora con la síntesis de anticuerpos circulantes contra el virus (LaPatra et al., 1993b).

#### **1.2.3.** Especies o subpoblaciones predilectas (probabilidad de detección)

El VNHI presenta un claro perfil filogeográfico (Kurath et al., 2003; Nishizawa et al., 2006) que refleja la susceptibilidad de la especie hospedadora de la que el virus se ha aislado con mayor frecuencia en distintas zonas geográficas (la trucha arco iris en Europa, Asia y EE.UU. – genogrupos E, J y M, respectivamente).

#### **1.2.4.** Infección, órganos diana y tejidos infectados

Una vez el VNHI se introduce en una población de piscifactoría, la enfermedad puede establecerse en las especies susceptibles de peces salvajes de las cuencas receptoras. El periodo durante el cual un pez está infectado por el VNHI depende de la temperatura; sin embargo, a diferencia del virus de la necrosis pancreática infecciosa (VNPI) o el virus del bagre de canal (VBC), a temperaturas normales parece ser muy infrecuente la aparición de portadores del VNHI de por vida

Se supone que el virus entra por las branquias y las bases de las aletas, mientras que el riñón, el bazo y otros órganos internos son los lugares en los que el virus es más abundante durante el curso de la infección manifiesta (Bootland y Leong, 1999; Wolf, 1988).

#### **1.2.5.** Vectores

La transmisión horizontal del VNHI suele tener lugar por exposición directa, pero se ha propuesto que en ciertos casos puedan intervenir vectores invertebrados (Bootland y Leong, 1999).

### 1.3. Patrón de la enfermedad

La infección por el VNHI a menudo conlleva mortalidad debida a la perturbación del equilibrio osmótico, y tiene lugar en un contexto clínico de edema y hemorragia. Los signos clínicos se deben a la multiplicación del virus en células endoteliales de capilares sanguíneos, tejidos hematopoyéticos y células del riñón.

#### **1.3.1.** Mecanismos de transmisión

La transmisión del VNHI entre peces es principalmente horizontal y los peces juveniles infectados excretan altos niveles del virus, pero se han registrado casos de transmisión vertical o asociada a los huevos. Aunque la transmisión asociada a los

huevos ha disminuido mucho debido a la práctica, actualmente habitual, de desinfectar la superficie de los huevos con una solución de iodóforo, es el único mecanismo que explica la aparición de NHI en nuevos lugares geográficos entre alevines que salen de huevos que se han incubado y han eclosionado en aguas libres del virus (Winton, 1991).

### **1.3.2.** Prevalencia

El VNHI es endémico y muy prevalente en poblaciones de salmónidos de vida libre de gran parte de su ámbito histórico, a lo largo de la costa oeste de Norteamérica. El virus también se ha establecido con alta prevalencia de infección en regiones importantes de cría de trucha de Norteamérica, Europa y Asia, donde el VNHI se ha introducido por los desplazamientos de peces o huevos infectados.

### **1.3.3.** Mortalidad y morbilidad

En función de la especie de pez, de las condiciones de cría, de la temperatura y, hasta cierto punto, de la cepa vírica, los brotes de NHI pueden oscilar entre explosivos y crónicos. Las pérdidas en brotes agudos supondrán un alto porcentaje de la población por día y la mortalidad acumulada puede alcanzar el 90-95% o más (Bootland y Leong, 1999). En los casos crónicos, las pérdidas se prolongan y en la piscina pueden observarse peces en distintos estadios de la enfermedad.

### **1.3.4.** Factores ambientales

El factor ambiental que más afecta al avance de la NHI es la temperatura del agua. En pruebas experimentales se ha observado que el VNHI puede producir mortalidad entre los 3 y los 18 °C (Bootland y Leong, 1999); sin embargo, en condiciones naturales la enfermedad clínica suele tener lugar entre los 8 y los 15°C.

## 1.4. Control y prevención

Los métodos de control de la NHI actualmente se basan en evitar la exposición al virus mediante la implementación de políticas de control estricto y buenas prácticas de higiene (Winton, 1991). La profunda desinfección de huevos fecundados, la utilización de suministros de agua libre del virus para la incubación y la cría, y la utilización de instalaciones con medidas de bioseguridad establecidas son fundamentales para prevenir la NHI en cualquier piscifactoría.

### **1.4.1.** Vacunación

Las vacunas experimentales para proteger a los salmónidos de la NHI han sido objeto de investigación durante más de 40 años, y se han obtenido resultados esperanzadores tanto en pruebas de laboratorio como de campo cuando se han administrado mediante inmersión o inyección (Kurath,2008; Winton, 1991; Winton,

1997). No obstante, todavía no se han autorizado vacunas contra el VNHI en otros países que no sean EEUU.

#### **1.4.2.** Tratamiento con sustancias químicas

Aunque se han estudiado opciones de tratamiento con sustancias químicas para el control del VNHI, no se ha hallado utilización comercial en acuicultura contra el VNHI (Winton, 1991).

#### **1.4.3.** Inmunoestimulación

Los inmunoestimulantes constituyen un campo activo de investigación, pero no se ha hallado utilidad comercial en la acuicultura contra el VNHI.

#### **1.4.4.** Selección genética a favor de la resistencia

Pruebas experimentales de híbridos triploides o inter-especie han dado resultados prometedores (Barroso et al., 2003; Winton, 1991) y la base genética de la resistencia al VNHI ha constituido un campo activo de investigación reciente (Purcell et al., 2010).

#### **1.4.5.** Agentes bloqueantes

Se han identificado componentes naturales de microbios acuáticos que tienen actividad antivírica, aunque no se ha encontrado utilidad comercial en la acuicultura contra el VNHI (Winton, 1991).

#### **1.4.6.** Desinfección de huevos y larvas

La desinfección de huevos es un método muy eficaz para bloquear la transmisión del VNHI asociada a los huevos en contextos de acuicultura (Bovo et al., 2005). Es un método muy utilizado en zonas donde el virus es endémico.

#### **1.4.7.** Prácticas generales de manejo

Se ha observado que, además de la desinfección de huevos, la utilización de un suministro de agua libre del virus es un factor crucial en la gestión del VNHI en zonas endémicas. Algunos de los métodos consisten en utilizar pozos o arroyos sin peces ni otras fuentes del VNHI, así como la desinfección de fuentes de agua superficiales con luz UV u ozono (Winton, 1991).

# 2. Obtención de muestras

## 2.1. Elección de ejemplares

Las inspecciones clínicas se llevan mejor a cabo durante un periodo en que la temperatura del agua esté por debajo de los 14°C. Todas las unidades de producción (piscinas, taques, jaulas de red, etc.) deben inspeccionarse para determinar si contienen peces muertos, débiles o que presenten comportamientos anómalos. Debe prestarse especial atención a la zona de salida de agua, donde tienden a acumularse peces débiles.

Si para la producción de peces se utiliza más de un origen de agua, deben tomarse ejemplares de todos ellos. Si hay peces débiles, que presenten un comportamiento anómalo o que acaben de morir (sin descomposición), este tipo de peces deben escogerse. Si no hay este tipo de peces, los peces escogidos deben presentar un aspecto normal y sano, de modo que todas las partes de la piscifactoría, así como todas las categorías de edad estén representadas proporcionalmente en la muestra.

## 2.2. Conservación de muestras para su envío

Antes del envío o transferencia al laboratorio, las partes de los órganos que deban examinarse deben separarse del cuerpo del pez mediante instrumental de disección estéril e introducirse en tubos de plástico estériles que contengan medio de transporte, es decir, medio de cultivo celular con un 10% de suero fetal bovino (FBS) y antibióticos. Se recomienda añadir 200 Unidades Internacionales (UI) de penicilina, 200 µg de estreptomicina y 200 µg de kanamicina por ml, aunque también pueden utilizarse otros antibióticos de probada eficacia. (Conroy y Conroy, 1987).

## 2.3. Combinación de varias muestras

Puede introducirse líquido ovárico o bien trozos de órganos de un máximo de diez peces en un tubo estéril que contenga al menos 4 ml de medio de transporte, y esto constituirá una muestra compuesta. El tejido de cada muestra debe pesar al menos 0,5 g. Los tubos deben situarse en recipientes aislados (como cajas de polietileno de pared gruesa) junto con suficiente hielo o “bloques de congelador” para garantizar que las muestras se mantengan refrigeradas durante el transporte al laboratorio. Debe evitarse la congelación. La temperatura de una muestra durante el transporte nunca debe superar los 10°C y debe quedar hielo en la caja de transporte en el momento de la recepción, o bien uno o más bloques de hielo deben seguir parcial o totalmente congelados. Debe iniciarse el examen virológico cuanto antes y no después de 48 horas tras la obtención de las muestras (Conroy y Conroy, 1987). En casos excepcionales, el examen virológico puede empezar como muy tarde 72 horas después de la obtención de las muestras, siempre que el material a examinar esté protegido y que se hayan cumplido los requisitos de temperatura durante el transporte.

Pueden enviarse peces enteros al laboratorio si pueden cumplirse los requisitos de temperatura durante el transporte. Los peces enteros se pueden envolver en papel con capacidad absorbente y deben enviarse en una bolsa de plástico, refrigerados como se ha explicado anteriormente. También pueden enviarse peces vivos. Todo el

embalaje y etiquetado deben realizarse de acuerdo con las actuales normas nacionales e internacionales de transporte, según corresponda.

### 2.4. Órganos y tejidos de elección

El tejido óptimo para el examen es el bazo, el riñón anterior y el corazón o el encéfalo. En algunos casos, pueden examinarse el líquido ovárico y el espermático.

En caso de alevines pequeños, pueden desmenuzarse peces enteros de menos de 4 cm de longitud con tijeras estériles o un bisturí tras eliminar la parte del cuerpo situada detrás de la cloaca. Si una muestra consiste en un pez entero con una longitud de entre 4 y 6 cm, deben extraerse las vísceras, incluido el riñón. Si una muestra consiste en un pez entero de menos de 4 cm de longitud, debe trocearse finamente con tijeras o una hoja de bisturí estériles, tras retirar la parte del cuerpo situada por detrás de la apertura del intestino al exterior. Si una muestra consiste en un pez entero con una longitud corporal de entre 4 y 6 cm, deben extraerse las vísceras, incluido el riñón. Si una muestra consiste en un pez entero de más de 6 cm de longitud, debe obtenerse muestras de tejido como se describe arriba. Las muestras de tejido deben trocearse finamente con tijeras o una hoja de bisturí estériles, homogeneizarse y suspenderse en medios de transporte.

El INHV es muy sensible a la degradación, por tanto, siempre que sea posible debe evitarse tomar tejidos con altas actividades enzimáticas o con grandes cantidades de bacterias contaminantes, como el intestino o la piel. El tejido muscular también es menos útil, puesto que suele contener una menor carga vírica.

## 3. Métodos de diagnóstico

El método de referencia para la detección del VNHI es el aislamiento del virus en cultivos celulares seguido de su identificación inmunológica o molecular. Aunque para la confirmación de la identidad del virus aislado en el cultivo celular o para la confirmación de infecciones manifiestas en peces pueden utilizarse otros métodos de diagnóstico mencionados más adelante, no están autorizados para su uso como métodos primarios de vigilancia para obtener ni mantener el estatus aprobado de ausencia de la NHI.

Debido a la considerable variación en la intensidad y la duración de las respuestas serológicas de los peces a las infecciones por este virus, la detección de anticuerpos contra el virus en los peces hasta ahora no se ha aceptado como método de diagnóstico sistemático para evaluar el estado vírico de poblaciones de peces. En el futuro, la validación de técnicas serológicas para el diagnóstico de infecciones víricas en peces podría hacer que la serología de los peces tuviera más aceptación como método de diagnóstico. No obstante, cuando la hay, una respuesta serológica positiva se considera un indicio presuntivo de una exposición pasada al VNHI.

## 3.1. Métodos de diagnóstico de campo

### 3.1.1. Signos clínicos

La enfermedad suele caracterizarse por signos macroscópicos que consisten en un letargo que se intercala con rachas de una anómala actividad frenética, oscurecimiento de la piel, palidez en las branquias, distensión abdominal, exoftalmia y hemorragias petequiales interna y externamente.

### 3.1.2. Alteraciones del comportamiento

Durante los brotes, los peces suelen estar aletargados, con rachas de una anómala actividad frenética, como natación en espiral y movimientos fugaces. En algunas especies se observa que arrastran un cilindro fecal. En algunos de los peces supervivientes se observan deformidades raquídeas (Bootland y Leong, 1999).

## 3.2. Métodos clínicos

### 3.2.1. Anatomopatología macroscópica

Los peces afectados presentan un oscurecimiento de la piel, palidez de branquias, distensión abdominal, exoftalmia y hemorragias petequiales interna y externamente. Internamente, los peces parecen anémicos y falta alimento en el intestino. El hígado, el riñón y el bazo están pálidos. Hay líquido ascítico y se observan petequias en los órganos de la cavidad corporal.

### 3.2.2. Bioquímica clínica

La sangre de alevines afectados presenta un hematocrito bajo, leucopenia, degeneración de leucocitos y trombocitos, y grandes cantidades de detritos celulares. Como ocurre en otras virosis hemorrágicas de los peces, la bioquímica clínica está alterada en los casos graves (Bootland y Leong, 1999).

### 3.2.3. Anatomopatología microscópica

Los hallazgos histopatológicos ponen de manifiesto necrosis degenerativa en tejidos hematopoyéticos, riñones, bazo, hígado, páncreas y el tracto digestivo. La necrosis de células granulares eosinófilas en la pared intestinal es patognomónica de infección por el VNHI (Bootland y Leong, 1999).

### 3.2.4. Improntas y frotis de tejido

La mejor forma de observar cuerpos necrobióticos y macrófagos espumosos, que constituyen un indicador clínico de NHI, son las improntas de tejido obtenidas del riñón anterior y del bazo, más que los frotis.

### 3.2.5. Microscopía electrónica/citopatología

La microscopía electrónica de células infectadas por el virus pone de manifiesto viriones en forma de bala de unos 150-190 nm de longitud y de 65-75 nm de anchura (Wolf, 1988). Los viriones son visibles en la superficie celular o en el interior de vacuolas o de espacios intracelulares tras la gemación a través de las membranas celulares. El virión posee una envoltura externa que contiene lípidos del hospedador y las espículas glucoproteicas víricas sobre la superficie del virión que reaccionan con la inmunotinción con oro.

## 4. Idoneidad de las pruebas para cada uso previsto

Los métodos actualmente disponibles para la vigilancia, la detección y el diagnóstico del VNHI se detallan en la Tabla 1.(Conroy y Conroy, 1987) Las denominaciones utilizadas en la Tabla indican: a = el método es el recomendado por razones de disponibilidad, utilidad y especificidad y sensibilidad de diagnóstico; b= el método es estándar con buena sensibilidad y especificidad de diagnóstico; c= el método tiene aplicación en algunas situaciones, pero el coste, la precisión u otros factores limitan seriamente su aplicación; y d= el método no se recomienda actualmente para este fin. Esta clasificación es de alguna forma subjetiva ya que la idoneidad implica cuestiones de fiabilidad, sensibilidad, especificidad y utilidad.

Tabla 3: Métodos de vigilancia dirigida y diagnóstico

| Método | Vigilancia dirigida | | | | Diagnostico provisional | Diagnóstico confirmativo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Gametos | Alevines | Juveniles | Adultos | | |
| Signos macroscópicos | D | C | c | d | b | d |
| Aislamiento de virus | A | A | a | a | a | c |
| MO directa | D | C | d | d | b | c |
| Histopatología | D | C | d | d | b | c |
| ME de transmisión | D | D | d | d | b | c |
| Pruebas basadas en anticuerpos | D | C | c | c | a | b |
| Pruebas de PCR | C | C | c | c | a | a |
| Secuenciación | D | D | d | d | c | a |

## 5. Prueba(s) recomendada(s) para la vigilancia dirigida destinada a declarar la ausencia de necrosis hematopoyética infecciosa

El método de vigilancia dirigida destinado a declarar la ausencia de NHI es el aislamiento del virus en cultivo celular. Para este fin, deben examinarse las fases más susceptibles de las especies más susceptibles. En al menos uno de los periodos de muestreo de cada año deben tomarse muestras de líquidos y tejidos reproductivos de peces adultos de una especie susceptible que se encuentre en desove.

# Septicemia hemorrágica viral (SHV)

## 1. Información sobre la enfermedad

La septicemia hemorrágica viral (SHV) se considera una enfermedad causada por el virus de la septicemia hemorrágica viral ((VSHV), sinónimo: virus Egtved). La SHV es una enfermedad de la trucha arco iris de piscifactoría, el rodaballo de piscifactoría y el falso halibut del Japón, así como de una amplia variedad de especies salvajes tanto de agua dulce como marina (Meyers y Winton, 1995; Skall et al., 2005) causada por el VSHV, un virus que pertenece al género *Novirhabdovirus*, de la familia *Rhabdoviridae* (Walker et al, 2006). Todas las cepas del virus de la SHV pueden identificarse mediante pruebas inmunoquímicas utilizando el anticuerpo monoclonal IP5B11 (Lorenzen et al., 1998).

Los peces enfermos pueden presentar signos clínicos inespecíficos en las primeras fases de la infección, como una aparición rápida de mortalidad (que puede alcanzar el 100% de la población en los alevines), letargia, oscurecimiento de la piel, exoftalmia, anemia (branquias pálidas), hemorragias en la base de las aletas, las branquias, los ojos y la piel, y una distensión abdominal debida a edema en la cavidad peritoneal. En el estado crónico de la infección, los peces afectados en general no presentan signos externos. La SHV también puede causar un cuadro nervioso, que se caracteriza por una natación muy anómala, como constantes movimientos fugaces y/o en espiral.

### 1.1. Factores del agente

#### 1.1.1. El agente patógeno, cepas del agente

El agente patógeno de la SHV es un rabdovirus (VSHV) que pertenece al género Novirhabdovirus, de la familia Rhabdoviridae, que también incluye el virus de la necrosis hematopoyética infecciosa (VNHI) y el rabdovirus Hirame del falso halibut del Japón (*Paralichthys olivaceus*). Los viriones tienen forma de bala (miden unos 70 nm de diámetro y 180 nm de longitud), contienen un genoma de ARN de sentido negativo y monocatenario de unos 11.000 nucleótidos y poseen una envoltura que contiene la glucoproteína de membrana, que es el antígeno de superficie contra el cual se generan los anticuerpos neutralizantes. El genoma codifica seis proteínas: una nucleoproteína, N; una fosfoproteína, P (antes se denominaba M1); una proteína de la matriz, M (antes se denominaba M2); una glucoproteína, G; una proteína no virión, NV, y una polimerasa, L (Walker et al., 2006).

La trucha arco iris, en la que el VSHV puede causar graves brotes de la enfermedad, es un hospedador típico del virus, pero muchas de las demás especies de peces, tanto marinas como de agua dulce, también son susceptibles a la enfermedad.

La gran variedad de hospedadores y las importantes diferencias en cuanto a patogenicidad en cada especie hospedadora pueden causar problemas a los

programas de control de la SHV, que se basan principalmente en la protección de la importante industria de producción de la trucha arco iris.

El anticuerpo monoclonal (MAb) IP5B11 (Lorenzen et al., 1998) reacciona con todas las cepas del VSHV de todos los genotipos y serotipos conocidos.

La mayoría de anticuerpos policlonales generados contra el VSHV de Tipo I (DK-F1) presentan reacción cruzada con todas las cepas conocidas del VSHV en la prueba de la inmunofluorescencia indirecta (IFAT) y en los enzimoinmunoanálisis (ELISA). Sin embargo, en la prueba de la neutralización vírica (VN), el VSHV se puede clasificar en tres subgrupos en función del patrón de neutralización frente a un conjunto de cuatro MAbs neutralizantes y un anticuerpo policlonal (Olesen et al., 1993). Así, el VSHV tiene en común varios epítopos antigénicos, aunque los serogrupos no se correlacionan con los genotipos identificados mediante análisis de la secuencia del ácido nucleico. Se han desarrollado MAbs que reaccionan específicamente con distintos grupos de VSHV, como por ejemplo cepas del genogrupo IVa y del genogrupo Ib americanas/japonesas (Ito et al., 2010).

La forma más discriminatoria de tipificar el VSHV es mediante la secuenciación del ácido nucleico. Comparaciones entre las secuencias de varias cepas del VSHV realizadas por distintos laboratorios han puesto de manifiesto que las diferencias genéticas parecen estar más relacionadas con la ubicación geográfica que con el año de aislamiento o con la especie hospedadora (Skall et al., 2005). Se han clasificado cuatro genotipos principales, en base a la secuencia de toda la longitud y/o parte del gen de la nucleoproteína, N (Einer-Jensen et al., 2005), de la glucoproteína, G (Einer-Jensen et al., 2004; 2005) y de la proteína no virión, NV (Einer-Jensen et al., 2005):

Genotipo 1: Varios sublinajes (Ia-Ie) que contienen cepas de VSHV europeas de agua dulce, cepas de la zona del Mar Negro y un grupo de cepas marinas del Mar Báltico, los estrechos de Kattegat y de Skagerrak, el Mar del Norte y el Canal de la Mancha. Recientemente se han descubierto cepas del Genotipo Ib tan al norte como a la latitud 70ºN, cerca del Cabo Norte, en Noruega (www.fishpathogens.eu, informe nº 2902).

### **1.1.2.** Supervivencia fuera del hospedador

La supervivencia del VSHV fuera del hospedador depende de las condiciones físico-químicas del medio acuoso y de la temperatura: el virus sobrevive durante periodos más largos a 4°C que a 20°C. Se ha documentado que el virus persiste en agua dulce durante 28–35 días a 4°C y se ha observado que es infectivo durante 1 año a 4°C en agua dulce filtrada (Hawley y Garver, 2008). Además, puede durar más tiempo si se añaden sustancias orgánicas al agua, como líquidos ováricos o productos hemáticos, como suero bovino. En agua dulce sin tratar a 15°C, el tiempo necesario para una inactivación del 99,9% fue de 13 días, pero en agua marina el virus se inactivo en un plazo de 4 días (Hawley y Garver, 2008). La congelación de peces infectados por el VSHV a temperaturas de congelación comerciales y la posterior descongelación no matan completamente el virus, pero reducen su infectividad en un 90% o más (Artkush

et al., 2006). Estos autores observaron que el virus infeccioso restante se encontraba en el tejido de los peces y no perdido en el agua descongelada procedente del pez congelado.

### 1.1.3. Estabilidad del agente (métodos eficaces de inactivación)

El VSHV es sensible a varios desinfectantes de uso frecuente. Pueden consultarse en las revisiones de Bovo et al., 2005b; Wolf, 1988

## 1.2. Factores del hospedador




Afectación en trucha del VSHV (Smail et al, 2011)

Los reservorios del VSHV son peces infectados clínicamente, así como portadores subclínicos que pueden ser peces de piscifactoría, asilvestrados o salvajes. Existen varios factores que influyen en la susceptibilidad a la SHV. En la trucha arco iris se ha observado una variabilidad genética de la susceptibilidad (Henryon et al., 2002a; 2002b), y la edad del pez parece tener cierta importancia (cuanto más joven es el pez, más susceptibilidad presenta). En general, los peces de mayor edad que presentan una alta mortalidad debida a la SHV, nunca antes han contactado con la enfermedad.

### 1.2.1. Especies hospedadoras susceptibles

Durante las dos últimas décadas, se ha aislado VSHV de varias especies de peces marinos y de agua dulce. Es probable que el VSHV sea endémico en poblaciones de peces en grandes zonas del hemisferio norte, de aguas templadas. Hasta ahora, se ha aislado el VSHV de unas 80 especies diferentes de peces de todo el hemisferio norte, incluida Norteamérica, Asia y Europa. Se ha observado que varias especies son susceptibles al VSHV en condiciones experimentales. El número de posibles especies hospedadoras aumenta a medida que aumentan los esfuerzos por llevar a cabo un seguimiento. No obstante, la especie de pez de piscifactoría más susceptible es la trucha arco iris de genotipo Ia, aunque también se ha observado que la SHV causa mortalidad en rodaballo de piscifactoría y en el falso halibut del Japón. En los peces salvajes, durante los últimos años se han producido varias extinciones en la zona de los Grandes Lagos de EE.UU. y Canadá, que han afectado al menos a 28 especies de

peces de agua dulce. Todas las cepas del VSHV de estos brotes pertenecían al genotipo IVb (USDA; Thompson et al., 2011).

### **1.2.2.** Fases susceptibles de la vida del hospedador

La infección por el VSHV puede causar enfermedad y mortalidad en todas las fases de vida de los peces susceptibles. La infección puede dar lugar al desarrollo de una inmunidad protectora en zonas endémicas; por tanto, la enfermedad es más abundante en poblaciones de peces jóvenes, previamente no infectados. No se conocen casos de infección de huevos de peces con el VSHV.

### **1.2.3.** Especies o subpoblaciones predilectas (probabilidad de detección)

En estudios de peces salvajes marinos, se ha aislado el VSHV de la mayoría de segmentos de edad. Sin embargo, se han analizado pocos alevines, ya normalmente no se capturan durante los estudios. La mayor prevalencia del virus se ha observado en peces que vivían formando bancos, como el arenque, el espadín, la faneca noruega, etc. (Skall et al., 2005).

### **1.2.4.** Órganos diana y tejidos infectados

En las fases sépticas de la enfermedad, el virus es abundante en todos los tejidos, incluidos piel y músculos. Los órganos diana son el riñón, el corazón y el bazo, puesto que estos son los lugares donde el virus es más abundante. En las fases crónicas, los títulos del virus pueden llegar a ser altos en el encéfalo; (Wolf, 1988).

Algunos supervivientes de epizootias se convertirán en portadores del virus durante largos periodos de tiempo.

### **1.2.5.** Vectores

Dado el gran número de especies susceptibles, puede suponerse que el virus es capaz de multiplicarse en una variedad suficientemente amplia de hospedadores como para no precisar vectores. No obstante, en muchas especies de peces nunca se han observado signos clínicos en ejemplares infectados. Se ha aislado el VSHV de la sanguijuela, Myzobdella lugubris, y de Diporeia spp, en los Grandes Lagos, en Norteamérica. Por el momento no se sabe si la sanguijuela y Diporeia tipo camarón pueden transmitir el VSHV entre peces (Faisal y Schulz, 2009). El VSHV se puede transmitir por aves piscívoras, que actúan como vectores mecánicos (Olesen y Vestergård Jørgensen, 1982).

## 1.3. Patrón de la enfermedad

### **1.3.1.** Mecanismos de transmisión

Los conocimientos sobre el mecanismo de transmisión del virus proceden principalmente de estudios de cepas del VSHV aisladas en truchas arco iris de Europa, en las cuales se ha observado una transmisión horizontal por contacto con otros peces o con agua contaminada, etc. El virus se excreta de peces infectados por la orina (Wolf, 1988) y líquidos reproductivos. La transmisión tiene lugar fácilmente en el intervalo de entre 1 y 15°C, pero puede producirse incluso a 20°C. El periodo de incubación depende de la temperatura y de la dosis infectiva, y dura 5 a 12 días a temperaturas más altas.

La transmisión tiene lugar principalmente de forma horizontal por el agua, debido a la excreción del virus con la orina (Smail y Snow, 2011). En estudios en los que se ha utilizado el diagnóstico por imagen mediante bioluminiscencia de truchas vivas infectadas con VNHI virulento recombinante, un virus muy similar al VSHV, portador de un gen indicador, ha ilustrado de forma muy clara que la replicación del virus sobre la piel del pez era muy alta (Bremont, 2005). Esto todavía no se ha estudiado en peces infectados por la SHV, pero la excreción directa del virus de la piel podría constituir una fuente de transmisión del virus (Smail y Snow, 2011).

No se dispone de indicios ni pruebas de una verdadera transmisión vertical del VSHV (Bovo et al., 2005a).

### **1.3.2.** Distribución geográfica

Durante las dos últimas décadas, el VSHV se ha aislado de peces salvajes de toda la zona templada del hemisferio norte, tanto en aguas dulces como marinas (Skall et al., 2005). No obstante, solo en Europa se han observado brotes de la SHV en trucha arco iris de piscifactoría, donde se sigue considerando una de las enfermedades víricas más graves en peces de acuicultura. En América, la SHV causa mortalidad principalmente en peces salvajes (Meyers y Winton, 1995; Skall et al., 2005; USDA, 2007). En Asia, ha habido informes de brotes clínicos en el falso halibut del Japón de piscifactoría, así como aislamientos en especies de peces salvajes (Skall et al., 2005).

### **1.3.3.** Mortalidad y morbilidad

La mortalidad varía en función de muchas condiciones ambientales y fisiológicas, la mayoría de las cuales no están del todo determinadas. Esta enfermedad, en general es de aguas frescas o frías, y la máxima mortalidad tiene lugar a los 9-12°C. Los alevines pequeños de trucha arco iris (0,0-3 g) son más susceptibles al genotipo Ia, en los que causa mortalidades cercanas al 100%, pero todos los tamaños de la trucha arco iris pueden resultar afectados, con mortalidades que oscilan entre el 5% y el 90%.

La enfermedad en general tiene lugar a temperaturas de entre 4°C y 14°C. A temperaturas del agua de entre 15°C y 18°C, la enfermedad en general tiene un curso rápido y poca mortalidad acumulada.

Las temperaturas del agua bajas (1-5°C) en general dan lugar a un largo curso de la enfermedad, con baja mortalidad diaria pero con una alta mortalidad acumulada. Surgen brotes de la SHV en cualquier estación del año, pero son más frecuentes en primavera, cuando las temperaturas del agua están aumentando o fluctuando. En las revisiones de Wolf (1988) y de Smail y Snow (2011) se pueden consultar más detalles sobre este trastorno.

## 1.4. Control y prevención

En ausencia de tratamientos antivíricos, los métodos de control de la SHV actualmente se basan en programas oficiales de vigilancia sanitaria, junto con medidas de seguimiento. Ciertas prácticas que han funcionado para reducir el número de piscifactorías infectadas en una zona endémica y para prevenir la reinfección, como el sacrificio sanitario y el descanso de las instalaciones, han sido revisadas previamente (Olesen, 1998; Olesen y Korsholm, 1997). Recientemente se han podido erradicar con éxito los brotes de enfermedad aguda en el Reino Unido en 2006 (Stone et al., 2008) y en Noruega en 2007 (Dale et al., 2009), puesto que no se han observado otros brotes desde entonces, y Dinamarca, que tenía más de 400 piscifactorías infectadas de forma endémica, se libró por sí sola de la SHV tras 45 años de vigilancia y control, sufriendo el último brotes de enfermedad en febrero de 2009.

### **1.4.1.** Vacunación

Aunque durante más de tres décadas se ha investigado para desarrollar una vacuna contra la SHV, todavía no se dispone de ninguna. Ha habido varias vacunas candidatas, como vacunas inactivadas, vacunas vivas atenuadas, una vacuna recombinante en sistemas de expresión procariotas y eucariotas, y una vacuna basada en el ADN. Sin embargo, se ha observado que esta última es muy prometedora para inducir una buena protección frente a la SHV. Lorenzen y LaPatra, 2005 han publicado una revisión al respecto.

### **1.4.2.** Tratamiento con sustancias químicas

Actualmente no se dispone de ninguno.

### **1.4.3.** Inmunoestimulación

Para potenciar la protección frente a la SHV se han evaluado varios inmunoestimulantes, como beta-glucanos derivados de levaduras, péptidos derivados de IL-1β y probióticos (Peddie et al., 2003). Varios autores han observado efectos positivos, pero no se dispone de ningún inmunoestimulante dirigido específicamente a potenciar la resistencia frente a la SHV.

### **1.4.4.** Selección genética a favor de la resistencia

Se ha detectado una variación genética en la trucha arcoíris en cuanto a la resistencia a la SHV (Henryon et al., 2002a, b). En un estudio realizado por Henryon et al. (2005), la heredabilidad de la resistencia a la SHV fue de 0,11 medida por el tiempo restante hasta la muerte del animal, en una escala de tiempo logarítmica. Por tanto, se ha observado que hay un buen potencial de seleccionar genéticamente a favor de la resistencia. No obstante, todavía no se comercializa ninguna cepa de trucha arco iris resistente.

#### **1.4.5.** Repoblación con especies resistentes

En algunas piscifactorías de Dinamarca, con mortalidades altas recurrentes causadas por la SHV, se ha intentado la repoblación con especies más resistentes, como la trucha marina (Salmo trutta) o la lucioperca (Sander lucioperca) (H. Korsholm, 1997).

#### **1.4.6.** Desinfección de huevos y larvas

La desinfección de huevos embrionados y de huevos verdes es una medida preventiva eficiente y rentable de detener la propagación de la enfermedad (se indican los procedimientos detallados en Bovo et al., 2005b).

#### **1.4.7.** Infección, órganos diana y tejidos

Durante e inmediatamente después de un brote, el virus se puede aislar fácilmente en cultivo celular (Wolf, 1988). El riñón, el corazón y el bazo son los tejidos que dan los títulos víricos más altos.

#### **1.4.8.** Prácticas generales de manejo

Una mala calidad del agua, una alta densidad de peces, una alta frecuencia de alimentación, otras enfermedades, como la enfermedad renal proliferativa (ERP), la ictioftiriasis, la enfermedad renal bacteriana (ERB), etc. pueden influir en el curso y la gravedad de la enfermedad. En general, un aumento de la temperatura, una restricción alimentaria, una reducción de la densidad de peces y una restricción de la manipulación pueden reducir la mortalidad. En piscifactorías infectadas de forma endémica, normalmente se repuebla con alevines nunca antes expuestos a la enfermedad a temperaturas del agua tan altas como sea posible.

# 2. Obtención de muestras

## 2.1. Elección de ejemplares

Deben realizarse inspecciones clínicas durante un periodo en que la temperatura del agua sea inferior a los 14°C o siempre que la temperatura del agua pueda alcanzar su mínimo anual. En todas las unidades de producción (piscinas, tanques, jaulas de red,

etc.) debe comprobarse si hay peces muertos, débiles o que presenten un comportamiento anómalo, y debe prestarse especial atención a la zona de salida de agua, donde tienden a acumularse peces débiles debido a la corriente de agua. Los peces se elegirán en función de lo siguiente:

En el caso del genotipo I: en piscifactorías con salmónidos, si hay truchas arco iris, solo se podrán escoger ejemplares de esta especie. Si no hay truchas arco iris, la muestra debe obtenerse de peces de todas las demás especies susceptibles al VSHV presentes. No obstante, todas las especies deben estar representadas de forma proporcional en la muestra. En el caso de otros genotipos: deben escogerse especies de susceptibilidad conocida al genotipo en cuestión. Deben escogerse ejemplares de especies susceptibles de forma proporcional, o siguiendo criterios de selección dirigida basados en el riesgo, de lotes o poblaciones con antecedentes de mortalidades anómalas o posibles episodios de exposición (por ejemplo, por agua superficial no tratada, recogida de peces salvajes o repoblación con poblaciones cuyo riesgo se desconozca).

Si para la producción de peces se utiliza más de un origen de agua, en la muestra deben incluirse peces de todos los orígenes.

Si hay peces débiles, con comportamientos anómalos o que acaban de morir (no descompuestos), estos deben escogerse. Si no hay este tipo de peces, los peces deben escogerse de entre los que presentan un comportamiento normal y parecen sanos, de tal forma que todas las partes de la piscifactoría, así como todos los segmentos de edad estén representados de forma proporcional en la muestra.

## 2.2. Conservación de las muestras para su envío

Antes ser enviados o transferidos al laboratorio, partes de los órganos que tienen que examinarse deben extraerse del pez con instrumental de disección estéril e introducirse en tubos de plástico estériles que contengan medio de transporte, es decir, medio de cultivo celular con suero fetal bovino (FBS) al 10% y antibióticos. Se recomienda la combinación de 200 Unidades Internacionales (UI) de penicilina, 200 µg de estreptomicina y 200 µg de kanamicina por ml, aunque también pueden utilizarse otros antibióticos cuya eficacia se haya demostrado. (Skall et al, 2005)

## 2.3. Combinación de varias muestras

Pueden combinarse en un solo tubo estéril líquido ovárico o trozos de órganos de un máximo de diez peces; dichos tubos deben contener al menos 4 ml de medio de transporte, y cada uno representará una muestra combinada. El tejido de cada muestra debe pesar al menos 0,5 g. Los tubos deben situarse en recipientes (por ejemplo, cajas de poliestireno de pared gruesa) todos juntos con suficiente hielo o

"bloques de congelador" para garantizar la refrigeración de las muestras durante el transporte hasta el laboratorio. Debe evitarse la congelación. La temperatura de una muestra durante el transporte nunca debe superar los 10°C, y cuando la caja llegue a su destino debe seguir quedando hielo en su interior, o bien uno o más bloques de congelador debe estar todavía parcial o totalmente congelados. El examen virológico debe empezar cuanto antes y no después de 48 horas tras la obtención de las muestras. En casos excepcionales, el examen virológico puede empezar como muy tarde a las 72 horas de la obtención del material, siempre que las muestras a examinar estén protegidas por medio de transporte y que durante el transporte se hayan cumplido los requisitos de temperatura.

Se pueden enviar peces enteros al laboratorio si pueden cumplirse los requisitos de temperatura durante el transporte. Los peces enteros pueden envolverse en papel con capacidad absorbente y tienen que enviarse en una bolsa de plástico, refrigerados como se ha explicado anteriormente. También pueden enviarse peces vivos. Todo el embalaje y etiquetado tiene que realizarse de acuerdo con las normas de transporte nacional e internacional, según corresponda

### 2.4. Órganos y tejidos de elección

El material tisular óptimo para el examen es el bazo, el riñón anterior y, o bien el corazón o bien el encéfalo. En algunos casos, tiene que examinarse el líquido ovárico y el esperma. En el caso de alevines pequeños, pueden trocearse finamente peces enteros de menos de 4 cm de largo con tijeras o una hoja de bisturí estériles tras retirar la parte del cuerpo situada por detrás del orificio de salida intestinal. Si una muestra está formada por un pez entero cuya longitud corporal se sitúe entre los 4 y los 6 cm, deberán obtenerse las vísceras, incluido el riñón.

El VSHV es muy sensible a la degradación enzimática, y por tanto debe evitarse tomar tejidos con altas actividades enzimáticas, como vísceras o hígado.

## 3. Métodos de diagnóstico

### 3.1. Métodos de diagnóstico de campo

#### 3.1.1. Signos clínicos

La aparición de los siguientes signos debe comportar un examen clínico detenido para averiguar si el pez presenta SHV: una aparición rápida de mortalidad, letargia, oscurecimiento de la piel, exoftalmia, anemia (palidez de branquias), hemorragias en la base de las aletas, las branquias, los ojos y la piel, natación anómala, por ejemplo con movimientos fugaces y en espiral, y distensión abdominal debida a edema en la cavidad peritoneal.

#### 3.1.2. Alteraciones del comportamiento

La forma nerviosa de la enfermedad se caracteriza por una natación muy anómala, con movimientos fugaces y en espiral constantes, debido al tropismo del virus por el encéfalo. A diferencia de los peces con septicemia bacteriana, los peces infectados por el SHV tenderán a no escapar de las redes.

## 3.2. Métodos clínicos

### **3.2.1.** Anatomopatología macroscópica

La anatomopatología macroscópica incluye hemorragias petequiales generalizadas en la piel, el tejido muscular (sobre todo en músculos dorsales) y órganos internos. Es importante comprobar si en la musculatura dorsal hay sangrado petequial, que es un signo muy frecuente de infección por el VSHV. El riñón es de color rojo oscuro en la fase aguda, pero puede presentar una intensa necrosis en los peces moribundos. El bazo está moderadamente hinchado. El hígado a menudo está pálido y moteado. El tracto gastrointestinal, sobre todo el intestino caudal, está pálido y no contiene alimento.

### **3.2.2.** Bioquímica clínica

El nivel de glóbulos rojos es muy bajo en la fase aguda de la SHV y la sangre es de color rojo claro y transparente.

### **3.2.3.** Anatomopatología microscópica

La inmunohistoquímica pone de manifiesto células endoteliales positivas al VSHV, principalmente en el sistema vascular. El riñón, el hígado y el bazo presentan necrosis focal extensa y degeneración (vacuolas citoplásmicas, picnosis, cariolisis e invasión linfocitaria). Aunque el músculo esquelético no parece un lugar de infección, pueden acumularse eritrocitos en los haces y fibras del músculo esquelético sin causar daños al músculo en sí.

.

### **3.2.4.** Microscopía electrónica/citopatología

El VSHV es un rabdovirus típico en forma de bala, de 60-75 nm de diámetro y 180-240 nm de longitud. Anteriormente se han descritos aspectos ultraestructurales del desarrollo de la infección vírica en cultivo celular (Baroni et al., 1982).

# 4. Idoneidad de las pruebas para cada uso previsto

Los métodos actualmente disponibles para la vigilancia dirigida, la detección y el diagnóstico del VSHV se detallan en la Tabla 2. Las denominaciones utilizadas en la Tabla indican: a =el método es el recomendado por razones de disponibilidad, utilidad y especificidad y sensibilidad de diagnóstico; b= el método es estándar, con buena

sensibilidad y especificidad de diagnóstico; c = el método tiene aplicación en algunas situaciones, pero el coste, la precisión u otros factores limitan seriamente su aplicación; y d= el método no se recomienda actualmente para este fin. Esta clasificación es de alguna forma subjetiva ya que la idoneidad implica cuestiones de fiabilidad, sensibilidad, especificidad y utilidad. Aunque no todas las pruebas incluidas en las categorías a o b se han sometido a estandarización y validaciones formales, su naturaleza sistemática y el hecho de que se hayan usado generalmente sin resultados dudosos las hace aceptables.

Tabla 4: Pruebas recomendadas para la detección SHV según el estado de los peces

| Método | Vigilancia dirigida | | | Diagnóstico provisional | Diagnóstico confirmativo |
|---|---|---|---|---|---|
| | Larvas | Juveniles | Adultos | | |
| Signos macroscópicos | D | d | d | b | d |
| Histopatología | D | d | d | b | d |
| ME de transición | D | d | d | c | d |
| Aislamiento en cultivo celular seguido de uno de los métodos de identificación | A | a | a | a | a |
| Pruebas basadas en anticuerpos | D | d | d | b | a |
| RT-PCR convencional seguida de secuenciación | C | c | c | b | a |
| RT-PCR en tiempo real | C | c | c | a | a |

ME = microscopía electrónica; RT-PCR = reacción en cadena de la polimerasa con transcripción inversa.

## 5. Prueba(s) recomendada(s) para la vigilancia dirigida destinada a declarar la ausencia de SHV

La prueba recomendada para la vigilancia dirigida es el cultivo de muestras de tejido de pez en células de la línea BF-2 con la posterior identificación del virus mediante pruebas inmunoquímicas o basadas en ácidos nucleicos, como se describe en el apartado 4 de este capítulo.

# 6. Criterios de diagnóstico confirmativo

## 6.1. Definición de caso sospechoso

La presencia del VSHV debe sospecharse si se cumple al menos uno de los siguientes criterios:

i) La presencia de hallazgos post-mortem compatibles con la SHV, con o sin signos clínicos de la enfermedad. Los hallazgos post-mortem y los signos clínicos de la enfermedad deben concordar con los descritos en los apartados 4.1 y 4.2 de este capítulo

ii) ECP típico del VSHV en cultivos celulares antes de la confirmación;

iii) Cuando un estudio ponga de manifiesto relaciones epidemiológicas con piscifactorías sospechosas de presentar SHV o en las que se haya confirmado

iv) Detección de anticuerpo contra el VSHV en peces. La sospecha de SHV se puede descartar si estudios continuados ponen de manifiesto que ya no hay indicios de presencia del agente patógeno.

## 6.2. Definición de caso confirmado

La presencia del VSHV se considera confirmada si, además de los criterios del apartado 7.1, se cumple uno o más de los siguientes:

i) se realiza aislamiento del VSHV en cultivo celular seguido de la identificación del virus por pruebas basadas en anticuerpos (IFAT, ELISA, neutralización vírica, inmunohistoquímica) y/o por RT-PCR seguida de secuenciación del amplicón o por RT-PCR en tiempo real;
ii) se detecta el VSHV en tejidos o preparaciones de tejidos mediante inmunoanálisis utilizando anticuerpos específicos anti-VSHV;
iii) se detecta el VSHV en preparaciones de tejido mediante RT-PCR seguida de la secuenciación del amplicón o de RT-PCR en tiempo real.

El material tisular para el examen virológico podría, en algunos casos, irá acompañado de material suplementario para un examen bacteriológico, parasitológico, histológico o de otro tipo para disponer de un diagnóstico diferencial.

# Forunculosis

## 1. Información del a enfermedad

*Aeromonas salmonicida* es un bacilo Gram negativo, anaerobio facultativo, inmóvil, no esporulado ni encapsulado, que mide aproximadamente 1,3-2 x 0,8-1,3 nm, con formas variables de una cepa a otra. Crecen y se mantienen óptimamente en medios nutritivos con 0,85% de sal, no creciendo a temperaturas mayores de 37ºC (Orosio Guillés, 2013)

La Forunculosis es una enfermedad provocada por esta bacteria en aguas europeas, y cuyo diagnóstico de los estados portadores asintomáticos de la infección no es con frecuencia de garantía; se sugirió que esta dificultad pudiera ser superada mediante métodos serológicos que complementaran o ampliaran los métodos más tradicionales para el aislamiento de *Aeromonas salmonicida* en los peces.

### 1.1. Factores del agente

#### 1.1.1. El agente patógeno

La forunculosis en una explotación de agua dulce o salada es consecutiva, generalmente, a la introducción de peces enfermos o portadores asintomáticos de la bacteria, actuando el agua y los equipos de piscicultura como vehículos del germen. En el ambiente silvestre los salmónidos anádromos poseen un importante rol en la transmisión de esta enfermedad por presentar infecciones subclínicas latentes.

El principal mecanismo de infección de *Aeromonas salmonicida* es por medio de la transmisión horizontal, siendo las vías digestivas, percutánea y branquial las rutas más comunes de infección. Como el organismo puede ser eliminado a través de fluidos reproductivos, la transmisión vertical también puede ocurrir, aunque existen evidencias que indican que es una probabilidad muy escasa.

La forunculosis afecta principalmente a salmónidos, aunque puede desarrollarse en otras especies. Los brotes se desencadenan generalmente a temperaturas por debajo de los 10ºC. La enfermedad puede darse dentro de un amplio rango de temperaturas, pero prevalece a niveles superiores a 15ºC.

#### 1.1.2. Supervivencia fuera del hospedador

*Aeromonas salmonicida* posee un amplio rango de hospedadores. Sin embargo, es un patógeno obligado del pez, que puede sobrevivir algunas semanas fuera del

hospedador, dependiendo de la salinidad, pH, temperatura y niveles de detritus del agua, además puede sobrevivir tanto en el agua dulce como en el agua salada.

El período de incubación de la Forunculosis es dependiente de la temperatura del agua. Peces susceptibles en aguas con una temperatura de 20ºC pueden desarrollar casos de Furunculosis dentro de los 4 a 12 días siguientes. Es posible que los signos externos de la enfermedad nunca se presenten en peces susceptibles si la temperatura del agua está por debajo de los 8ºC.

#### **1.1.3.** Ciclo de vida

*A. Salmonicida* como patógeno necesita penetrar el tejido, evadir los mecanismos de defensa del huésped y subsecuentemente incrementarse en un número suficiente para producir daño al hospedero. Después de entrar al tejido, las cepas virulentas son capaces de crecer y sobrevivir en el pez. En algunos casos esto conduce al establecimiento de un estado de portador asintomático durante el cual un pequeño número de *A. salmonicida* sobrevive por un tiempo considerablemente largo en ciertos órganos. Al presentarse un estado de estrés ambiental el número de *A. salmonicida* se incremente notablemente y el resultado es una forunculosis fulminante

## 1.2. Factores del hospedador

#### **1.2.1.** Fases susceptibles de la vida del hospedador

Afecta peces de todas las edades, pero en mayor proporción a los peces adultos.

#### **1.2.2.** Infección, órganos diana y tejidos infectados

Las propiedades de virulencia de *A.salmonicida* tienen su explicación a nivel molecular. Probablemente la propiedad más importante que contribuye a una patogénesis más eficiente es una proteína A de superficie (Ellis et al, 1988)

Una función importante de la proteína A parece ser la protección de la célula ante la actividad bactericida del complemento. Posiblemente, el primer mecanismo de defensa que se establece por un pez no inmunizado cuando una célula bacteriana Gram negativa ha ganado el acceso al tejido, es la activación del complemento por vía alterna. Esta primera línea de defensa causa lisis de las células susceptibles. La proteína A también tiene propiedades de adhesión

*A. salmonicida* necesita varios factores determinantes para su crecimiento. Uno de estos factores es el hierro férrico que se encuentra fuertemente unido a glicoproteínas como las transferrina y la lactoferrina, por lo que, para sobrevivir y crecer en su hospedero requiere sistemas de alta afinidad que le permitan obtener Fe (III) del hierro unido a proteínas

Las cepas típicas de *A. salmonicida* muestran mecanismos secuestradores de hierro de muy alta afinidad y estos mecanismos indudablemente contribuyen a su capacidad de crecer en los peces (Ellis et al, 1988)

La infección puede ocurrir cuando se introducen peces clínicamente sanos en el agua contaminada y en algunos casos la muerte puede ocurrir dentro de 3-4 días, ya que iniciada la enfermedad la bacteria pasa a la sangre, difundiéndose por todo el organismo y produciendo septicemia



Distintos grados de forunculosis en truchas (Internet)

## 1.3. Patrón de la enfermedad

### **1.3.1.** Mecanismos de transmisión

La forunculosis generalmente es ocasionada por la introducción de peces enfermos o portadores asintomáticos de la bacteria, el agua y algunos equipos de la piscicultura pueden actuar como vehículos para la transmisión de la misma. El principal mecanismo de infección de *Aeromonas salmonicida* es por medio de la transmisión horizontal, siendo las vías digestivas, percutánea y branquial las rutas más comunes de infección. Como el organismo puede ser eliminado a través de fluidos reproductivos, la transmisión vertical también puede ocurrir aunque las evidencias son muy escasas. Se ha observado una marcada estacionalidad en la incidencia de la forunculosis. Tanto en peces cultivados como en los de vida libre, el aumento de las temperaturas se ve implicado con la aparente estacionalidad. Las altas temperaturas (primavera-verano) incrementan los brotes de forunculosis, siendo el principal factor que influencia el desarrollo de la enfermedad, ya que se ha demostrado que la multiplicación de *Aeromonas salmonicida* en sangre coincide con el aumento de la temperatura del agua.

La transmisión puede realizarse a través de las branquias y por vía digestiva, así como de las propias heridas por donde se elimina una gran cantidad de microorganismos

**1.3.4**. Mortalidad y morbilidad

En base a la sintomatología clínica y a estudios realizados hasta el momento, de las infecciones causadas por *A. salmonicida* típica se dividen en varias categorías: preaguda, aguda, subaguda, crónica y latente

- La forma preaguda generalmente se presenta en alevines, empieza con el ennegrecimiento del pez y su muerte ocurre en muy poco tiempo

- La forma aguda puede ocurrir en cualquier tamaño del pez; la enfermedad se manifiesta por oscurecimiento de la piel, aislamiento y aletargamiento del pez; dos o tres días después ocurre su muerte. Las vísceras presentan zonas hemorrágicas, el hígado pierde color, se vuelve suave y el bazo aumenta de peso

- En la forma subaguda, la mortalidad se presenta en forma gradual. Hay ulceraciones en distintas partes del cuerpo del pez; internamente hay inflamaciones en el intestino y hemorragias en diferentes órganos

- La forma crónica es similar a la subaguda; la mortalidad disminuye poco a poco, los forúnculos evolucionan favorablemente y se observan cicatrices alrededor de las lesiones

- En la forma latente no hay mortalidad ni signos clínicos aparentemente relacionados con *A.salmonicida*; sin embargo, la bacteria se puede aislar sistemáticamente tanto del hígado como del aparato digestivo

## 1.4. Control y Tratamiento

Como normas de control de la Forunculosis se pueden mencionar las siguientes:

- Los alevines deben ser adquiridos en lugares libres de Aeromonas salmonicida.
- Las infecciones por *Aeromonas Salmonicida* pueden tratarse oralmente con antibióticos incorporados al alimento tales como Eritromicina, Flumequina y Oxitetraciclina.
- Después de un brote debe realizarse una desinfección total, ya que la bacteria puede sobrevivir durante semanas en equipos contaminados.

**1.4.1**. Vacunación

La vacunación reduce notoriamente las pérdidas económicas por forunculosis en salmonicultura, existiendo bacterias monovalentes, bivalentes o prevalentes contra otros patógenos como *Vibrio Anguillarum*. Estas vacunas han demostrado mayores índices de protección que las monovalentes, debido en parte a fenómenos de reacción cruzada.

La eficiencia de la vacunación contra la forunculosis depende de la habilidad del hospedador para neutralizar, mediante su respuesta inmune los impactos negativos de las cepas infectivas antes de que causen daños irreversibles en las células de los tejidos. Estos procesos son complejos y regulados por una serie de genes funcionales y reguladores, muchos de los cuales están ahora disponibles en bases de datos públicas, y otros están en proceso de ser descritos utilizando técnicas genómicas. La identificación de los mecanismos clave que el pez utiliza para resistir una infección microbiana puede significar un gran paso en la búsqueda de individuos reproductores resistentes mediante mejora genética, así como en el desarrollo de nuevos métodos para mejorar la salud y minimizar la mortalidad de los peces en la acuicultura. Los efectos adversos de las vacunas oleosas intraperitoneales contra la forunculosis como es la formación de granulomas también están siendo estudiados a nivel genómico y es de esperar que esta información sea de ayuda para evitar o minimizar estos efectos secundarios nocivos.

**1.4.2**. Tratamiento con sustancias químicas

Betadine (Iodofon), para la desinfección de peces se usa una solución de 1:20,000 sumergiendo a los peces durante 10 min. Nitrofurazona (Furacín) en el alimento a razón de 7.5 grs. de ingrediente activo por100Kg. de peso en pez suministrando diariamente, furazolidona (Furoxona) en el alimento a razón de 7.5 Mg/Kg. de peso de pez por día durante 10-14 días, en una proporción del 3% del Oxitetraciclina en el alimento 7.5 grs. de ingrediente activo por 100 Kg. de peso de pez por día durante 10 días.

**1.4.3.** Desinfección de huevos y larvas

Tiene considerable valor la desinfección de los huevos, para impedir la difusión de la enfermedad. Snieskzo (1969) recomienda el sulfomertiolato al 1/5000 (la máxima dilución con actividad, es 1/7500), actuando durante 10 minutos. También puede emplearse cualquier otro metiolato. La tripaflavina a concentración de 1/2000 durante 25 minutos, también es activa.

## 2. Obtención de muestras

En el caso de forunculosis, se toman unas vetas de material y se colocan en caldo TSA o directamente en agar TSA y se envían junto con las otras muestras. Inmediatamente después de la llegada de las muestras al laboratorio, hay que colorear con Gram.

## 3. Métodos de diagnóstico

### 3.1. Métodos de diagnóstico de campo

Se encuentran pequeños furúnculos localizados en la piel y musculatura, los cuales contienen bacterias, células sanguíneas y tejido necrosado. Con el progreso de la enfermedad los furúnculos aumentan de tamaño, rompiéndose y dando salida a sangre y pus, lo cual resulta en una lesión cutánea hemorrágica y necrótica .Ulceraciones en la piel, músculos y branquias. Hay descargas sanguinolentas del ano, enrojecimiento y congestión de las aletas, petequias en tejido muscular, el bazo presenta una coloración cereza y está distendido. El riñón e hígado están necrosados.

El diagnóstico presuntivo de forunculosis basado en los signos clínicos y en los resultados del examen histopatológico debe confirmarse en laboratorio aislando *Aeromonas salmonicida*, agente causante de la enfermedad. Para la detección de la bacteria son aceptables los siguientes procedimientos.

Examinar material procedente de lesiones y tejidos de peces enfermos en preparaciones en húmedo y en frotis coloreados con Gram. Colocar además material de las lesiones y los tejidos en placas de furunculosis agar o TSA, en las que *A. salmonicida* produce, al cabo de 48 horas de incubación a 20–25°C, un pigmento típico de color pardo, soluble en agua. La presencia de bastoncillos no movibles, asporógenos, Gram-negativos en el material tomado de las lesiones y tejidos de peces enfermos, y el aislamiento de colonias que produzcan un pigmento difusible de color pardo en forunculosis agar o TSA, constituyen un buen indicio para suponer la existencia de *A. salmonicida* en las muestras examinadas. Es importante observar, sin embargo, que se sabe que existen variedades acromogénicas de *A. salmonicida*. (Osorio Guillés, 2013).

La identificación de todas las colonias que se sospeche sean de *A. Salmonicida* debe hacerse por los procedimientos siguientes:

Ensayo de citrocromo-oxidasa, en cultivos de 24–48 horas (*A. salmonicida* es positiva a la citrocromo-oxidasa).

3.2. Métodos clínicos

*A.salmonicida* crece bien a temperatura ambiente en medios como agar sangre a agar cerebro-corazón luego de 4 a 7 días a 25ºC. Las colonias son grisáceas, circulares, de hasta 1,5 mm de diámetro y producen un pigmento marrón difusible después de 24 horas de incubación. La identificación, en cortes histológicos, de microcolonias de bacterias Gram (-) asociadas a áreas de necrosis, puede orientarnos un diagnóstico presuntivo de forunculosis. Para el diagnóstico definitivo es necesario aislar el patógeno en cultivo y emplear técnicas bioquímicas o inmunidiagnósticas como la inmunofluorescencia.

En los peces juveniles de agua dulce, se produce la muerte antes del desarrollo de las lesiones. Las manifestaciones clínicas no son específicas y por lo tanto el diagnóstico

debe basarse en el aislamiento e identificación del agente patógeno. Es posible obtener un diagnóstico presuntivo más rápido utilizando técnicas de Inmunofluorescencia.

Identificación serológica

Ensayo de aglutinación en portaobjetos: emulsionar una colonia de 24 horas de edad en solución salina fisiológica. Colocar dos gotas de la suspensión resultante, por separado, en un portaobjetos. Examinar ambas gotas con una lupa para ver si hay autoaglutinación. Si no se produce autoaglutinación, añadir una gota de antisuero *A. salmonicida* a una de las gotas de suspensión, y añadir a la segunda una gota de solución salina normal. Si se produce aglutinación en la gota de suspensión a la que se ha añadido antisuero, y no se produce en el testigo (suspensión-solución salina), la bacteria aislada es *A. salmonicida*. Si se produce autoaglutinación, el ensayo no es válido.

El antisuero *A. salmonicida* no existe en comercio, pero puede prepararse en laboratorio. Según su título, puede ser necesario diluirlo. Recuérdese que ha de añadirse el antisuero a la gota, no la gota al antisuero.

Estriar material tomado asépticamente a partir del riñón (al ser posible de áreas con un aspecto normal) en los siguientes medios de cultivo: agar forunculosis (FA).

Seleccionar colonias juveniles representativas de las placas de agar forunculosis, agar tripticasa soya y agar cólera. Proceder a la identificación preliminar de las bacterias en base a los siguientes caracteres: Si el organismo se diferencia de los mencionados en los renglones (a) y (b) arriba por ser inmóvil y en la producción de un pigmento marrón oscuro hidrosoluble en placas de agar forunculosis y de agar tripticasa soya, posiblemente sea *Aeromonas salmonicida*, agente etiológico de la forunculosis.

Prueba de parafenilenodiamina: esta prueba puede ser usada como complemento en el diagnóstico presuntivo de casos de la forunculosis causados por *Aeromonas salmonicida*. Un tubo, o una placa, de agar tripticasa soya (TSA) o agar forunculosis (FA) se siembra con el organismo inmóvil en estudio, y se incuba a los 20°C durante veinticuatro (24) horas. Se agrega 0,5 ml de una solución acuosa de parafenilenodiamina al 1% (la cual puede ser mantenida durante 30 días en la nevera), y se mueve suavemente el tubo o la placa durante tres (3) segundos de tal manera que el reactivo entre en contacto directo con las colonias bacterianas. La producción de una coloración morada o púrpura oscura dentro de 45 segundos a 3 minutos constituye una reacción positiva.

# Enfermedad bacteriana renal (BKD)

## 1. Información de la enfermedad

### 1.1. El agente hospedador

La renibactoriosis o RKB causada por *Renibacterium salmoninarum* ocurre en la mayoría de sitios donde se cultivan salmónidos o donde se encuentran en estado silvestre. Los salmónidos varían en su susceptibilidad y generalmente se considera que las especies de género *Oncorhynchus* son los más susceptibles. La RKB puede causar una mortalidad grave en salmónidos juveniles de agua dulce y marina, así como en adultos antes del desove. Los brotes más frecuentes han ocurrido en piscifactorías, y la extensión del RKB ha ido en paralelo con la expansión del cultivo de salmónidos. Se ha descrito también a nivel clínico en peces silvestres, incluyendo poblaciones naturales en desove en las que nunca se habían introducido peces de criadero. Aunque la naturaleza crónica de la enfermedad ha impedido una estimación exacta de la pérdida de peces, particularmente en las poblaciones silvestres, la RKB continúa siendo una de las enfermedades bacterianas más importantes para salmónidos. Se han descrito pérdidas de hasta el 80% en producciones de salmón del pacífico y del 40% en salmón del Atlántico.

#### **1.1.1.** Factores del agente

*Renibacterium Salmoninarum* es un diplobacilo gran-positivo pequeño e inmóvil, que no forma esporas ni es ácido-alcohol resistente (Orosio Guillés, 2013) Típicamente, causa una infección sistémica lente y progresiva, causa una enfermedad que raramente se manifiesta hasta que el pez tiene 6-12 meses. Los peces con infección grave pueden carecer de síntomas externos o manifestar uno o más de los siguientes: letargia, oscurecimiento de la piel; distensión abdominal por ascitis; branquias pálidas asociadas con anemia; exoftalmos; hemorragias perianales; y cavidades quísticas en el músculo esquelético. El examen interno revela la presencia de lesiones nodulares focales o multifocales de color gris blanquecino en el riñón, y a veces en el hígado y bazo. Además, puede haber líquido turbio en la cavidad abdominal, hemorragias en la pared del abdomen y en las vísceras y una capa membranosa difusa y blanca en uno o más de los órganos internos. En cortes tisulares de las lesiones de la RKB, se observa frecuentemente *R. salmoninarum* dentro de las células fagocíticas, particularmente en macrófagos. La bacteria parece sobrevivir y quizás replicarse dentro de estas células.

### 1.2. Factores del hospedador

#### **1.2.1.** Especies hospedadoras susceptibles

Una serie de observaciones indican que las especies de salmónidos pueden diferir en su susceptibilidad a BKD en infecciones experimentales (Suzumoto et al., 1977; Winter et al., 1980). Es así que dependen del huésped o especie salmónida y la virulencia de la cepa.

Los brotes naturales de BKD se presentan en forma exclusiva de salmónidos y dentro de éstos, los provenientes de la cuenca del océano Pacífico (género *Oncorhynchus*) son las más susceptibles (Smith et al., 2001). Los salmones rosados (*O.gorbushca*), salmones del sockeye (*O. nerka*) y los salmones chinook (*O. tshawtscha*) son las especies más sensibles demostradas por infecciones más agresivas y con mortalidades más altas. Los salmones del atlántico (*Salmo salar*) y la trucha marrón (*Salmo trutta*) son bastante resistentes y la Trucha Arcoíris (*O. mykiss*) se considera relativamente resistente (Sakai et al., 1991: Dale et al., 1997; Starliper et al., 1997).

### **1.2.2.** Órganos y tejidos de elección

Respecto a la ruta de ingreso que emplea *R. salmoninarum* para acceder a los tejidos internos se realiza por vía gastrointestinal a través de alimentos con materiales infectados con esta bacteria (Fryer y Sanders, 1981). Una vez superada las barreras superficiales, *R. salmoninarum* tiene la capacidad de inducir su absorción por parte de células no fagocíticas y pueden sobrevivir a la ingestión.

El tejido hematopoyético de la parte anterior del riñón es afectado inicialmente, seguido de grandes daños al cuerpo renal conformado principalmente por tejido excretor y parte del hematopoyético (Jansson, 1996).



Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) infectada experimentalmente con *Renibacterium* salmoninarum. Nótese el oscurecimiento de la piel del dorso (Internet)



Síntomas externos de BKD (Smith et al, 2001)

### 1.2.3. Vectores

El pez, constituye la principal fuente de los agentes infecciosos. Las condiciones de explotación intensiva favorecen la eclosión de las enfermedades debidas a los bioagresores. Los peces albergan a los bioagresores según distintas modalidades que van desde el portador sano, al animal inmune pasando por el enfermo clínicamente detectable.

## 1.3. Patrón de la enfermedad

### 1.3.1. Métodos de transmisión

La bacteria de la enfermedad renal puede transmitirse horizontalmente a partir de peces infectados que comparten el suministro de agua y verticalmente mediante los huevos de padres infectados. Como con otras enfermedades infecciosas de salmónidos, se recomiendan medidas preventivas para el control de la RKB en las existencias de salmónidos cultivados.

Horizontalmente, se transmite a través de agua y por el consumo de restos de peces infectados. La infección a través del agua ha sido demostrada usando experimentos de cohabitación con peces infectados. Los peces tardan largo tiempo en enfermar (50% de mortalidad a los 145 días), congruentemente con la condición crónica que muestra esta enfermedad. Es posible que a la transmisión a través del agua contribuya la contaminación fecal por parte de los peces infectados. La transmisión horizontal también se ha descrito en condiciones de campo donde peces silvestres contagiaron a truchas cultivadas en un “hacthery” (Mitchum y Sherman, 1981).

En cuanto a la transmisión a la progenie, esta se produce principalmente mediante una contaminación intraova que resiste la desinfección externa de estos gametos. En esta forma de transmisión, las hembras juegan un papel muy importante y no así los machos, donde incluso grandes cantidades de estas bacterias incorporadas al semen difícilmente producen infección en las ovas (Evelyn et al, 1986). Se sabe que las ovas pueden portar la bacteria tanto en su superficie como en el interior. La ova se puede

infectar dentro del ovario previo a la ovulación, pero lo hace especialmente, después de ocurrir este proceso, al ponerse en contacto las ovas con el fluido celómico infectado. El hecho de que *R. salmoninarum* no produzca toxinas de efecto agudo puede ser importante, ya que las ovas infectadas sobreviven y de este modo, la transmisión de este microorganismo a la progenie es más probable.

### **1.3.2**. Factores ambientales

El estrés deprime la inmunidad y hace susceptibles a los peces a la acción patógena de las bacterias (Roberts, 1981; De Kinkelin et al., 1991).

La temperatura puede actuar de forma directa produciendo un shock térmico (variaciones mayores o iguales a 7ºC) generador de una reacción de estrés, con sus consecuencias energéticas (metabolismo basal, metabolismo de producción, motilidad gastrointestinal) o inmunológicas (bioagresores y medioambiente) (De Kinkelin et al., 1991).

Como estrategia para atenuar el estrés crónico originado por estrés oxidativo y por densidades altas en cultivo intensivo que originan la disminución de la acción inmunitaria, asimismo, hace susceptibles a los peces ante la infección y presentación de BKD, se recomienda monitorear el suplemento de Yodo, Flúor, Magnesio, ácidos grasos esenciales (AGE: Omega 3 y omega 6), vitaminas E y C en las dietas (De Kinkelin et al., 1991).

## 1.4. Control y prevención

No existe un tratamiento farmacéutico que elimine completamente la bacteria del hospedero, sin embargo las mortalidades ocasionadas en un brote de la enfermedad pueden ser disminuidas significativamente empleando algunos antimicrobianos. La falta de eficiencia terapéutica de los quimioterápicos se atribuye a la naturaleza intracelular del patógeno donde la bacteria queda fuera del alcance de estos.

Respecto a las estrategias para evitar la transmisión horizontal, como una acción previa a la instalación de la piscicultura, idealmente se debería conseguir una fuente de agua donde no existen poblaciones silvestres de especies salmonideas. En este mismo sentido, se debería tratar de evitar el empleo de agua cuando existan otras pisciculturas cercanas, en especial las de curso arriba de los afluentes del posible lugar de cultivo. Por otra parte, es importante considerar las medidas sanitarias de desinfección y otras para evitar la diseminación de la bacteria dentro de la piscifactoría. Además es muy recomendable tener especímenes de una sola generación y efectuar periodos de descanso y desinfección de las instalaciones.

### **1.4.1.** Vacunación

En las últimas décadas, la vacunación contra BKD ha alcanzado distintos niveles de éxito y progresos limitados (OIE, 2000; Jansson, 2002; Smith et al., 2001). Se encontró que aunque se genere anticuerpos específicos en los peces, estos no se relacionan con inmunoprotección contra la enfermedad (Evelyn, 1993; Sakai et al., 1995). Sin embargo al administrar antígenos sin la proteína p57, por vía oral se genera una respuesta inmune efectiva (Piganelli et al., 1999; Kaattari, 2000).

### **1.4.2.** Tratamiento con sustancias químicas

Se ha logrado inactivar la bacteria con uso de cloro, donde lo importante es el tiempo de exposición (Pascho et al., 1995; Pascho y Ongerth, 2000), se recomienda en desinfección de piscinas, vías de flujo y materiales de trabajo a 40 mg/L por 30minutos o para pediluvios y rodoluvios con 1000 mg/L (Enriquez et al, 2000).

### **1.4.3.** Desinfección de huevos y larvas

Para disminuir infecciones con otro patógenos y evitar la contaminación de las ovas, siempre se debería desinfectar las ovas antes de introducirlas en el hachtery, para lo cual se aconseja exponerlas a una solución yodada (100 ppm) durante 15 minutos (Fryer, 1989).

### **1.4.4.** Uso de especímenes

Para reducir la posibilidad de transmisión vertical de *R. salmoninarum* en salmónidos cultivados, se usa en la actualidad la segregación de reproductores o la selección, para escoger lotes de huevos como fuente de juveniles para cría. El proceso de selección intenta el desarrollo de lotes de huevos de progenitores con niveles muy bajos o indetectables de *R. salmoninarum*. Esto requiere el uso de métodos muy sensibles de detección para determinar la prevalencia y los niveles de *R. salmoninarum* en cada pez parental. Elliot y Barila opinan que la prueba de filtración en membrana con anticuerpo fluorescente (MF-FAT) proporciona la sensibilidad y la cuantificación necesaria para investigar la relación entre el nivel de *R. salmoninarum* en las madres y la probabilidad de transmitir la enfermedad a la descendencia. No obstante, se debe entender en acuicultura que la segregación de reproductores no puede eliminar por completo la RKB de una población afectada. Como los reproductores usados para producción comercial de peces deben estar libres de la bacteria de la enfermedad renal, es necesario repoblar una piscifactoría contaminada con peces procedentes de una población libre de la enfermedad.

## 2. Obtención de muestras

Para el diagnóstico de la BKD se utilizan muestras de los siguientes órganos: bazo, pronefros (un tipo de riñón que se forma en algunos peces primitivos y en el estado larvario de peces y anfibios) y corazón como material a procesar.

# 3. Métodos de diagnóstico

## 3.1. Métodos de diagnóstico de campo

Se debe diferenciar de otros bacilos Gram positivos especialmente *Carnobacterium piscícola*, *Lactococcus piscium* y *Vagococcus salmoninarum*. Estas tres especies tienen gran similitud entre sus patrones bioquímicos, originalmente se les clasificó como lactobacilos y se les asoció como agentes causales de la "pseudoenfermedad del riñón". Son básicamente bacterias oportunistas y tienen baja virulencia.

En relación a las lesiones nodulares granulomatosas, se debe tener en cuenta que este tipo de alteraciones pueden ser generadas por otros microorganismos, ya sean bacterianos (*Mycobacterium spp, Nocardia spp*), micóticos (*Ichtyophonus hoferi, Exophialasalmonis*) o parasitarios (enfermedad proliferativa del riñón, metazoos enquistados) e incluso como reacción a materiales extraños particulados (Ej: componentes oleosos de los adyuvantes de las vacunas).

Por otra parte, en peces expuestos a niveles elevados de dióxido de carbono en el agua, se produce una deposición de sales cálcicas en uréteres, lo que origina nefrocalcinosis o urolitiasis, donde se producen lesiones renales, que a nivel macroscópico podrían confundirse también con BKD.

## 3.2. Métodos clínicos

El cultivo bacteriano continúa siendo el método de referencia para determinar la viabilidad de *Renibacterium Salmoninarum* en una muestra, y también para cuantificar en número de bacterias en las muestras. Sin embargo, los procedimientos de inmunodiagnóstico han llegado a ser los más usados en el análisis de gran número de peces en instalaciones de acuicultura o en peces silvestres. Los dos métodos principales de inmunodiagnóstico son el enzimoinumnoensayo (test ELISA) y la prueba con anticuerpo fluorescente (FAT). Las pruebas de diagnóstico basadas en ácidos nucleicos, como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) son ahora aceptables para confirmar la identificación de *R. salmoninarum* en cultivos y en tejidos de peces o en muestras de fluidos corporales.

### **3.1.2.** Métodos estandarizados de análisis de *Renibacterium salmoninarum*

El análisis y diagnóstico de la enfermedad renal bacteriana (RKB) deben basarse en pruebas de ELISA y en pruebas de FAT. La confirmación de *R. salmoninarum* debe hacerse por cultivo bacteriano en medio KDM-2, o por PCR. (Orosio Guillés, 2013).

Métodos de diagnóstico de *Renibacterium salmoninarum*

- Enzimoinmunoensayo para pruebas de tejido, plasma y líquido celómico.

- Técnica estándar de inmunofluorescencia directa e indirecta para analizar muestras de tejidos y aislamiento bacteriano.

En general, hay dos tipos de procedimientos de tinción que usan anticuerpos marcados con isotiocianato de fluoresceína (FITC); las técnicas de inmunofluorescencia indirecta y directa (IFI y DFAT, respectivamente). .El principio y las técnicas son similares, pero la indirecta usa un segundo anticuerpo que a menudo esta biotinilado para aumentar la sensibilidad. La técnica directa se emplea más frecuentemente para la confirmación bacteriana y la tinción de *R. salmoninarum*.

Hay tres pasos básicos en la DFAT: preparación y fijación de cultivos bacterianos o de tejido renal sobre portas con pocillos múltiples; tinción de los portas con los anticuerpos reactivos; y lectura e interpretación de los resultados sobre los portas.

- Prueba de filtración en membrana con anticuerpo fluorescente (inmunofluorescencia en membrana de filtración) para fluido ovárico.

- Cultivo bacteriano

- Reacción en cadena de la polimerasa anidada para analizar muestras de tejido, sangre completa y fluido ovárico.

## 4. Pruebas recomendadas para la vigilancia destinada a declarar la ausencia de BKD

Realizar controles diagnóstico sanitarios de la importación de ovas embrionadas, verificando que procedan de reproductoras libres de BKD.

Se recomienda que los centros piscícolas cuenten con sistemas de monitoreo de rutina que incluyan IFI, además la posterior confirmación con PCR para la detección de BKD y mantener un diagnóstico sanitario de reproductores previniéndolos de Renibacteriosis.

Realizar estudios de otros patógenos que hacen susceptibles a las truchas arcoíris de cultivo, que originan mayor infección y manifestación clínica de BKD.

# Enfermedad de la boca roja (yersiniosis)

## 1. Información de la enfermedad

La Enfermedad Entérica de la Boca Roja, ERM (Enteric Redmouth Disease), es una infección sistémica de curso crónico y agudo y que afecta principalmente a la trucha arco iris, Oncorhynchus mykiss (Rodgers 1991), y genera elevadas tasas de mortalidad ocasionando importantes pérdidas económicas (Austin 1993). Esta infección es producida por *Yersinia ruckeri*, aislada por primera vez, en el Valle Hagerman (USA) a principios del 1950 (Rucker 1966).

*Yersinia ruckeri* se transmite de manera horizontal, es decir, a través del agua, por las deyecciones de los peces infectados o portadores al pez susceptible (Rodgers, 1991). La ERM se caracteriza por hemorragias en la boca y alrededores, presencia de zonas hemorrágicas en la superficie del cuerpo e inflamación en la base de las aletas, opérculos, paladar (Bullock & Cipriano 1990). La ERM también ha sido referida como Yersiniosis ya que no siempre los peces afectados presentan las características áreas enrojecidas de la boca. Asimismo, este término es usado para distinguir una infección crónica en comparación con la ERM que se muestra de forma aguda (Carson & Wilson, 2009).

También se puede presentar exoftalmia con hemorragias en el orbital (Rucker 1966, Avci & Birincioğlu 2005). Además, presentan un oscurecimiento de la piel y distensión abdominal, se pueden observar cambios en el comportamiento de los peces, como nado cerca de la superficie y movimientos lentos. Con frecuencia, los peces afectados se encuentran en estado de letargo y en áreas con bajo flujo de agua, además a menudo pierden el apetito. Esta enfermedad puede afectar a los peces de todas las etapas de cultivo, pero es más aguda en alevinos. En peces de mayor tamaño, la enfermedad aparece de manera crónica (Avci & Birincioğlu 2005).

El cultivo de peces en condiciones intensivas genera factores de estrés, ligados a las propias condiciones de producción, a las altas densidades del cultivo y a la calidad del agua, favoreciendo así la aparición de enfermedades infecciosas y toxicológicas (Reno 1998).

### 1.1. Factores del agente

#### 1.1.1. El agente patógeno

*Yersinia ruckeri* es un anaerobio facultativo, pudiendo crecer en condiciones aerobias como anaerobias, en cualquiera de los medios primarios enriquecidos, dentro de un rango de pH que varía de entre 6.5 a 7.7, en un tiempo de entre 12 y 96 horas. Con relación al crecimiento de *Yersinia ruckeri* en otros tipos de medios como el agar Mac

Conkey, agar Samonella Shigella, agar bilis Verde Brillante y Bilis Verde Brillante enriquecido con selenito, se determinó que el 100% crece en agar Mac Conkey, el 88 % en agar Samonella Shigella, el 56 % en agar bilis Verde Brillante y no crece en agar Bilis Verde Brillante enriquecido con selenito. Por otra parte, presenta flagelación perítrica que le confiere a *Y. ruckeri* la característica de motilidad, que está relacionada con la temperatura de incubación. Es así como son móviles aquellas cultivadas entre 18 a 27 °C. A 9 °C los flagelos están presentes pero no son funcionales, y encontrándose totalmente atenuados a 35°C con completa pérdida de motilidad. Cabe mencionar además, que la temperatura óptima de crecimiento para esta bacteria se encuentra entre los 22 y 25°C (Furones et al., 1993).

Bioquímicamente, *Yersinia ruckeri* se describe como un grupo homogéneo en sus características. Es un microorganismo con metabolismo fermentativo, positivo a pruebas como motilidad, rojo metilo, degradación de gelatina y tween 80, reducción de nitratos, producción de ácido a partir de maltosa, manitol, trehalosa, glicerol y negativo a citocromo oxidasa, vogesproskauer, desaminación de la fenilalanina, degradación de esculina, gas de glucosa, fluorescencia, producción de indol, producción de hidrogeno sulfurado en TSI, producción de ácido a partir de lactosa, sacarosa, inositol, arabinosa, sorbitol, salicina, rhamnosa y xilosa (Stevenson y Daly, 1982; Austin y Austin, 1999; Davies y Frerichs, 1989; Furones et al.., 1993). Sin embargo, se han reportado resultados variables en algunas pruebas como rojo metilo, voges, motilidad a 25°C, licuefacción de la gelatina, fermentación del sorbitol y arabinosa (Stevenson y Daly, 1982).

### **1.1.2.** Supervivencia fuera del hospedador

## 1.2. Factores del hospedador

Los especímenes enfermos (alevines y juveniles) de trucha arco iris analizados muestran signos evidentes y frecuentes como exoftalmia y oscurecimiento de la piel, distención abdominal y secreciones así como inflamación en la base de las aletas y paladar. Sin embargo, la característica más distintiva de la ERM, fue la clásica boca roja. Otras características adicionales fueron inapetencia, letargia, nado cerca de la superficie con movimientos lentos o permanencia cerca de la salida del agua.



Hemorragias en las zonas ocular y palatal típicas en las septicemias por *Y. ruckeri*. (Coquet et al, 2002)

## 1.3. Patrón de la enfermedad

### 1.3.1. Mecanismos de transmisión

La infección natural de pez a pez se produce por contacto directo de un pez infectado, la transmisión de la enfermedad se da por la alta cantidad de bacterias que son transmitidas al agua por un pez infectado o portador (Rucker, 1966; Bullock and Cipriano, 1990). La transmisión vertical hasta ahora no ha sido demostrada y probablemente no ocurra. El estrés en el pez también juega un rol importante en la aparición de brotes la ERM, enfermedad de la "boca roja entérica". Se observó que peces portadores trasmitieron *Y. ruckeri* a peces clínicamente sanos cuando el nivel de temperatura se elevó a 25 ° C, mientras que peces portadores no estresados no manifestaron la enfermedad. El patógeno ha sido aislado de heces de peces portadores dos meses después de un brote de la enfermedad de la "boca roja entérica" (Hunter et al., 1980).

Long y Busch (1975) recuperaron la bacteria de diferentes órganos de truchas portadoras asintomáticos, infectados por vía intraperitoneal o inmersión. Demostraron que hasta un 25% de los peces en una población de trucha arco iris podría llevar a *Y. ruckeri* en la parte más baja de los intestinos. La eliminación intestinal del patógeno causó infecciones recurrentes y mortalidad en la población de manera cíclica (Busch and Lingg, 1975).

Al igual que muchas especies de entornos acuático, *Yersinia ruckeri* también es asociado con superficies y sedimentos. Se aislaron cepas de *Yersinia ruckeri* que mostraron la capacidad de formar biopeliculas, sobre soportes sólidos, incluyendo muchos de los materiales que comúnmente se utilizan en la cría de peces. El biofilm bacteriano ha demostrado ser muy resistente al ácido oxolínico, antibiótico de uso frecuente en el tratamiento de la ERM (Coquet et al., 2002).El modo de transmisión de *Y. ruckeri* también se ha relacionado con otros vectores supuestos tales como los invertebrados acuáticos y las aves (Willumsen, 1989)

### **1.3.2.** Prevalencia

*Y. ruckeri* es capaz de permanecer viable en aguas débilmente saladas (0-20ppt) durante, al menos 4 meses mientras, que en agua salobre (35 ppt) la viabilidad es mucho menor (Thorsen y col., 1992). Esta capacidad de supervivencia de *Y. ruckeri* fuera del hospedador durante largos periodos de tiempo, permaneciendo infectiva en los ambientes acuáticos, facilita la transmisión ya que puede llegar a causar eventualmente, nuevos brotes de la enfermedad. Romalde et al. (1994) comprobaron que la bacteria puede sobrevivir en un estado "durmiente" durante periodos de escasez de nutrientes, conservándolas células la capacidad de infección.

### 1.3.4. Mortalidad

La virulencia de un microorganismo se expresa comúnmente en términos de dosis letal media (DL50 ) (Davis y col., 1981). El grado de virulencia de los aislados de *Y. ruckeri* es variable y puede estar influenciado entre otros por el procedimiento experimental empleado, la ruta de inoculación, así como por la susceptibilidad de la especie de pez y poblaciones utilizadas. No obstante, las mortalidades suelen ocurrir entre 5 y 10 días después de la inoculación intraperitoneal con una dosis de $10^{6}$ células/pez (Avci y Birincioglu, 2005). Raida y Buchman (2008) determinaron en trucha arcoíris una DL50 de 5 x 105 Unidades formadoras de colonia (ufc)/pez, en inoculaciones por inyección intraperitoneal, y de 1 x 10 7 ufc/ml en los peces inoculados por inmersión. Los experimentos iniciales llevados a cabo utilizando cepas del BT2 de *Y. ruckeri* sugieren una mayor virulencia de estos aislados con LD 50 de 5 x 102 ufc/pez en inoculación es intraperitoneal (Fouz y col., 2006). Por otro lado se ha descrito que variaciones en la talla de los peces entre 5 y 60 g, no tiene efecto alguno sobre la virulencia (Furones et al., 1990).

## 1.4. Control y prevención

La sintomatología y lesiones de las enfermedades infecciosas de los peces carecen de la especificidad suficiente como para establecer un diagnóstico definitivo del posible agente patógeno (Gibello et al. 2001).

La identificación definitiva de *Y. ruckeri* por los métodos microbiológicos tradicionales (como siembra en placa e incubación para obtener un cultivo joven, luego siembra en medios de cultivo conteniendo sustratos específicos como aminoácidos, carbohidratos, entre otros, para observar las reacciones bioquímicas de la cepa) dura de 2 a 3 días. Además la identificación con el sistema API 20E debe ser interpretada con precaución porque en ocasiones se ha confundido con el perfil de *Hafnia alvei* (Furones et al. 1993). Por otro lado, la técnica de PCR es un sistema de diagnóstico clínico que permite la identificación fiable y específica del agente etiológico *Y. ruckeri* en menor tiempo (Gibello et al. 2001)

### **1.4.1.** Vacunación

Aunque esta enfermedad puede controlarse de una forma bastante efectiva mediante el empleo de vacunas inactivadas, es relativamente frecuente la aparición de brotes en

piscifactorías, empleándose para su tratamiento distintos agentes antimicrobianos. De entre éstos, los más empleados son las quinolonas, principalmente ácido oxolínico y flumequina. Aunque en condiciones in vitro se ha observado un incremento de la resistencia de Y. ruckeri tras exposiciones sucesivas al ácido oxolínico, no es frecuente la detección de aislados clínicos de esta bacteria resistentes a quinolonas. El aislamiento en una piscifactoría durante los años2001-2002 de Y. ruckeri con una marcada reducción de la susceptibilidad a quinolonas (principalmente frente a NA y OA), motivó la caracterización del gen de la ADN girasa, que es la principal diana de la acción de estos antimicrobianos.

Actualmente, existe una vacuna bivalente (RELERA, S. P. Acuicultura) producida contra los biotipos 1 y 2 de *Y. ruckeri*, que fue comercializada en 2008. La vacuna es una preparación formolizada de células enteras tanto del BT1 como del BT2.

### **1.4.2.** Tratamiento con sustancias químicas

Para el tratamiento se recomienda la oxitetraciclina mezclada con el alimento a una concentración de 55-75 Mg/Kg. de pez por día, durante 10-14 días. Así mismo, ha dado buen resultado el uso de una combinación de sulfameracina a 66 Mg/Kg. de pez/día y furazolidonaa 44 Mg/Kg. de pez/día durante 5 días (Fernandez Nuñez, 2011). Es importante considerar que los productos antes mencionados pueden ser aplicados, siempre y cuando, los peces se destinen para consumo humano, hasta 21 días después del último tratamiento.

### **1.4.3.** Inmunoestimulantes

La resistencia a patógenos bacterianos puede incrementarse mediante el suministro de inmunoestimulantes, por sí solos o para aumentar la efectividad de la vacuna. En el caso de la yersinosis, los primeros estudios realizados demostraron que la mortalidad causada por *Y. ruckeri* era más baja en peces alimentados con dosis excesivas de vitamina E (Furones et al., 1990).El ß-hidroxi-ß-metilbutirato (HMB), un metabolito esencial en la producción de proteínas en los tejidos, cuando es administrado en dosis orales de50 mg/kg-1durante 8 días después de la inmunización de truchas arcoíris, provee un efecto estimulante contra *Y. ruckeri*. Este compuesto contribuye a la activación de los mecanismos de defensa humoral y celular en el pez y confiere protección contra las enfermedades (Siwiki et al., 2003). Otros estudios más recientes, sugieren el uso potencial de las proteínas de estrés térmico (HSPs) (del inglés Heat Shock Protein) para modular la respuesta inmune innata y adaptativa peces contra *Y. ruckeri* en condiciones de estrés (Ryckaert et al., 2010).

### **1.4.4.** Resistencia hereditaria

Recientemente se ha detectado que existe una variación genética hereditaria en la resistencia de la trucha arcoíris a *Y. ruckeri*, (Henryon y col., 2005), lo cual plantea un posible enfoque complementario para controlar esta enfermedad mediante la cría selectiva de peces resistentes. Raida y Buchmann (2009), sugieren que algunos factores de inmunidad innata (citoquinas pro-inflamatorias y proteínas de fase aguda) desempeñan un rol activo durante las infecciones primarias de *Y. ruckeri*, y que

algunos mecanismos de inmunidad adaptativos pueden ser activados durante este proceso, siendo posteriormente útiles en la eliminación rápida del patógeno durante periodos de re-infección.

## 2. Obtención de muestras

De acuerdo al tamaño de los peces, estos serán analizados como una sola muestra (lote), o como peces por separado (peces de mayor tamaño). Inmediatamente después de recibirlos se realiza un examen físico de los peces para detectar lesiones externas visibles, en branquias, ojos, piel, boca, abdomen, etc. Posteriormente los peces son lavados en agua estéril, etapa previa para efectuar la necropsia. Con los peces pequeños se prepara un macerado (en suero fisiológico) del pez completo, mientras que en aquellos de mayor tamaño se les extirpa el riñón y tejido muscular que serán analizados por separado.

## 3. Métodos de transmisión

### 3.1. Métodos de diagnósticos de campo

**3.1.1.** Signos clínicos.

En epizootias agudas tempranas, las afecciones en truchas “arco iris” son letargia y anorexia y la presencia de hemorragias subcutáneas en y alrededor de la boca, cavidad oral y en la base de las aletas. Pudiendo presentarse a veces también hemorragias en los filamentos de las branquias. Hemorragias petequiales pueden presentarse en la superficie del hígado, páncreas, ciegos pilóricos, vejiga natatoria y en la musculatura lateral. El agrandamiento del bazo, gónadas hemorrágicas y la inflamación del intestino con abundante y espeso liquido amarillento. Otra característica importante también es la exoftalmia que va acompañado de hemorragias alrededor de la cavidad ocular y el iris, llevando generalmente a la ruptura de los ojos. Si el pez sobrevive, estos se oscurecen y buscan refugio alejándose de los otros peces (Busch, 1983).

En infecciones atípicas que a veces puede ocurrir, no necesariamente hay presencia de hemorragias ni en la boca, ni en la cubierta branquial del pez, el pez simplemente se oscurece y nada cerca de la superficie de las pozas de crianza

### 3.2. Métodos clínicos

El diagnostico presuntivo de la enfermedad de la “boca roja entérica”, está basado en los signos clínicos del pez enfermo y la inoculación de tejido infectado en el medio diferencial de Shotts and Waltman (1990). La prueba de anticuerpos fluorescentes

directa e indirecta, ELISA monoclonal (Austin et al., 1986), estos son usados para los serotipos I y II; sin embargo como anteriormente se mencionó hay serotipos adicionales teniendo resultados negativo con estos serotipos, pero no se puede descartar que se trate de la ERM. Los antisueros para estos serotipos adicionales generalmente no son muy disponibles. La confirmación del diagnóstico de la enfermedad de la "boca roja entérica", ERM, requiere aislamiento e identificación del agente casual. La identificación está basada en el aislamiento de una bacteria de forma bacilar, Gram negativa, motil, citocromo oxidasa negativo, produce ácido pero usualmente no produce gas a partir de la glucosa, descarboxila la ornitina y la lisina, Los aislados podrían dar resultados negativos para la esculina y la salicina (Bullock y Cipriano, 1990). Es conocido también la reacción cruzada con antisuero entre *Hafnia alvei* y *Yersinia ruckeri* (Stevenson y Airdrie, 1984). H. alvei puede ser diferenciado de *Yersinia ruckeri*, así *H. alvei* es positivo para la fermentación de la xilosa mientras *Y. ruckeri* es negativo (Buller, 2004)

Los resultados entre los test convencionales y el sistema API 20E podría dar resultados variables. Estos incluyen la utilización del citrato, la hidrólisis de la gelatina, Voges Proskauery el nitrato. El test para nitrato en el sistema API 20E pueden dar resultados poco fiables por ellos se recomienda la metodología convencional con tubos para el test de nitrato. Después de 24 horas de incubación a 25°C, la prueba de citrato y licuefacción de la gelatina podrían dar falsos negativos, se recomienda una incubación hasta las 48h. La motilidad y el citrato dan resultados negativos a una incubación de de 37°C pero positivos a 25°C. El sistema API 20E puede mostrar más resultados positivos que la prueba convencional con tubos para la prueba Voges Proskauer (Davies y Frerichs, 1989).

El protocolo de qPCR en tiempo real posee una gran especificidad y alta sensibilidad para la detección y cuantificación de *Y.ruckeri* en tejidos de la trucha arcoíris, siendo de gran utilidad como herramienta no letal, para el diagnóstico de la ERM, tanto en casos clínicos como de estados portadores.

# Necrosis pancreática infecciosa (IPNV)

## 1. Información de la enfermedad

Es una enfermedad viral altamente contagiosa en juveniles de salmónidos producidos en cultivos intensivos. La enfermedad ocurre más característicamente en la trucha arcoíris, truchas de arroyo, trucha marrón, salmón del atlántico y muchas de las especies de salmón del pacífico. Generalmente la susceptibilidad clínica disminuye con la edad y la resistencia a la enfermedad clínica cuando los salmónidos alcanzan cerca de los 1500 grados día.

En la industria de la acuicultura juega un papel importante desde el punto de vista económico ya que puede causar más del 90% de bajas en poblaciones de peces menores de los 4 meses de edad. Dentro de las políticas de control, la vacunación es uno de los métodos más eficaces para el control de enfermedades infecciosas en peces cultivados.

Debido a la alta mortalidad que se presenta en crías y alevines y la rápida transmisión de la enfermedad, su rápida detección tiene un alto valor económico.

### 1.1. Factores del agente

#### 1.1.1. El agente patógeno

El agente causal es el virus de la necrosis pancreática infecciosa (IPNV). Es un reovirus ARN de doble cadena bisegmentada, que ocurre en salmónidos muy jóvenes. Pertenece a la familia *Brnaviridae*, ubicándose dentro del género *Acuabirnavirus*. Tiene forma icosaédrica, de aproximadamente 70 nm de diámetro.

### 1.2. Factores del hospedador

#### 1.2.1. Fases susceptibles de la vida del hospedador

Los organismos más afectados son peces menores a las 20 semanas de edad (crías o alevines). A las truchas mayores de 6 meses se les considera resistentes; sin embargo, los peces adultos pueden actuar como portadores.

### 1.3. Patrón de la enfermedad

#### 1.3.1. Mecanismos de transmisión

Se transmite de manera vertical y horizontal; es decir, los progenitores transmiten el virus a la descendencia (huevo o crías). Al momento de la reproducción y en la transmisión horizontal, el virus se dispersa a través del agua, la cual es un excelente medio de transporte y difusión del virus, por lo que el riesgo de diseminar esta enfermedad hacia otras unidades de producción es muy alto (Yao y Vakharia, 1998).

### 1.4. Control y prevención

Los métodos de prevención actualmente se basan en la instrumentalización de políticas de control y prácticas de higiene en la crianza de los salmónidos para evitar la introducción o importación de ovas fértiles o peces provenientes de lotes reproductores con IPNV. El mejor método de control es la prevención y la no movilización de animales enfermos, eliminación adecuada de éstos, así como la desinfección del equipo contaminado o expuesto.

La aplicación de vacunas es el método de elección para el control de enfermedades. Sin embargo, la obtención de vacunas eficaces para prevenir enfermedades de etiología vírica es difícil, y es la tendencia actual el desarrollo de vacunas de ADN, cuya efectividad solo ha sido demostrada a nivel experimental (Lorenzen y LaPatra, 2005).

## 2. Métodos de diagnóstico

El procedimiento para la identificación del virus recomendado por la Organización Mundial para la Sanidad Animal se basa en el aislamiento del virus en cultivo celular, seguido por la identificación inmunológica de los aislamientos mediante pruebas de inmunofluorescencia, ELISA y seroneutralización. El diagnóstico se basa en la histología y en la evidencia inmunológica en los tejidos infectados; sin embargo, en la actualidad se trabaja en la búsqueda de nuevas estrategias para la identificación viral (Dopazo, 2002).

### 2.1. Signos clínicos y macroscópicos

Los peces afectados muestran hiperpigmentación y una tendencia a nadar de forma espiral, esto se asocia con signos neurológicos focales, exoftalmo y distensión abdominal. Macroscópicamente en la grasa abdominal donde se encuentra predominantemente el tejido pancreático se observan abundantes petequias, el hígado y el bazo están edematosos, pálidos con aislados focos hemorrágicos. En el estómago

e intestino se observa un exudado mucoide con congestión de la mucosa y pared intestinal.

### 2.1. Métodos clínicos

La característica histológica de esta enfermedad es la necrosis difusa o focal del páncreas exocrino. La extensión de esta lesión varía considerablemente, desde algunos acinos necróticos con otros vecinos sin lesiones hasta necrosis masiva en todos los acinos. Los cambios necróticos se extienden porque las células liberan enzimas como lipasa y amilasa. Las células antes de su necrosis se observan edematosas con núcleos pictónicos y un halo basófilo perinuclear. Menos frecuentemente se encuentran lesiones necróticas en el hígado y riñón. En el epitelio de los ciegos pilóricos se puede observar una característica necrosis eosinófila, células epiteliales edematosas con cariorexis e intensa eosinfilia citoplasmática. La necrosis del epitelio puede ser extensa con descamación total del mismo en la luz. La actividad mucosecreteora más la necrosis generan el exudado mucoide. Las células con necrosis eosinófila forman el exudado. Con anticuerpos monoclonales o poilcolnales se puede demostrar la presencia de virus en las células acinares observadas (Wolf, 1988).

# Girodactiliosis

## 1. Información de la enfermedad

*Gyrodactylus salaris* (Platyhelminthes; Monogenea) es un parásito vivíparo de agua dulce. Se han identificado varias cepas o clases de *Gyrodactylus salaris* mediante la genotipificación del marcador de la citocromo oxidasa I (CO1) mitocondrial (Hansen et al., 2003; 2007b;). Aunque no parece haber ninguna correspondencia entre las cepas identificadas mediante la CO1 y la patogenicidad (Hansen et al., 2007a), todas las cepas encontradas en el salmón del Atlántico que se han estudiado hasta la fecha en pruebas de laboratorio son muy patógenas. Recientemente, se han encontrado cepas que no son patógenas para el salmón en la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en Dinamarca (Jørgensen et al., 2007; Lindenstrøm et al., 2003).

### 1.1. Factores del agente

#### 1.1.1. Supervivencia fuera del hospedador

La supervivencia de parásitos fuera del hospedador depende de la temperatura; así, sobreviven unas24 horas a 19°C, 54 horas a 13°C, 96 horas a 7°C y 132 horas a 3°C (Olstad et al., 2006). De igual forma, la supervivencia en un hospedador muerto también depende de la temperatura: *G. salaris* puede sobrevivir en ejemplares muertos de salmón del Atlántico 72, 142 y 365 horas a 18, 12 y 3°C, respectivamente (Olstad et al., 2006).

Estabilidad del agente

*Gyrodactylus salaris* sobrevive a cualquier temperatura de entre 0 y 25°C. No se sabe cuál es la tolerancia a temperaturas superiores a los 25°C. No es resistente a la congelación. *Gyrodactylus salaris* no es resistente a la sequía y debe estar envuelto de agua para sobrevivir. Muere tras pocos días a un pH =5. Es más sensible a un pH bajo (5,1<pH<6,4) asociado a aluminio y zinc que el hospedador salmón del Atlántico (Poléo et al., 2004; Soleng et al., 1999)

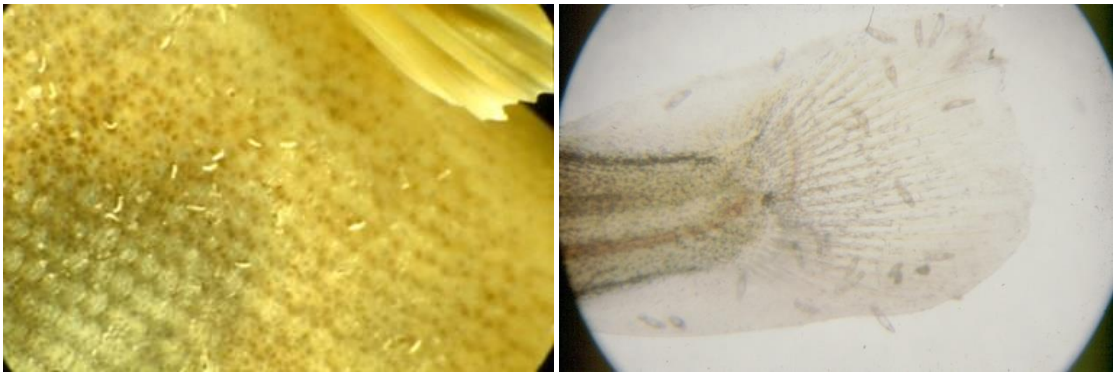
#### 1.1.2. Ciclo de vida

*Gyrodactylus salaris* es un parasito estricto con un ciclo de vida directo. Estos parásitos tienen cinco ciclos de descendencia y no hay huevos, estadios de reposo, estadios de transmisión especializados ni hospedadores intermediarios.

### 1.2. Factores del hospedador

*Gyrodactylus salaris* es un ectoparásito principalmente del salmón del Atlántico (*Salmo salar*), pero puede sobrevivir y reproducirse en varios salmónidos, como la trucha arco

iris (*Oncorhynchus mykiss*), la trucha alpina (*Salvelinus alpinus*), el salvelino (*Salvelinus fontinalis*), el tímalo (*Thymallus thymallus*), la trucha lacustre (*Salvelinus namaycush*) y la trucha común (*Salmo trutta*) (en orden decreciente de susceptibilidad).



Diferentes partes de truchas, afectadas por girodactiliosis (Olstad et al, 2006)

#### 1.2.1. Fases susceptibles de la vida del hospedador

Todos los estadios de vida del hospedador son susceptibles, pero solo se ha observado mortalidad en alevines y pintos

#### 1.2.2. Órganos diana y tejidos

*Gyrodactylus salaris* aparece en las aletas de la mayoría de ejemplares de salmón del Atlántico, pero la preferencia anatómica depende de la intensidad de la infección (Jensen y Johnsen, 1992; Mo, 1992).También se hallan parásitos con frecuencia en el cuerpo y menos a menudo en las branquias. En otros hospedadores, la distribución puede ser diferente, pero en algunas especies hospedadoras el parásito es relativamente menos abundante en las aletas y relativamente más frecuente en el cuerpo en comparación con el salmón.

### 1.3. Patrón de la enfermedad

#### 1.3.1. Mecanismos de transmisión

*Gyrodactylus salaris* se ha extendido entre ríos y piscifactorías principalmente por el transporte de peces vivos y la utilización de estos para las repoblaciones. Los peces migratorios que nadan por aguas salobres también pueden hacer que el parásito se transmita entre ríos. Si se introduce *G. salaris* en una piscifactoría/tanque donde haya salmón del Atlántico, que es susceptible, será muy probable que todos los peces de la piscifactoría resulten infectados, en función de la distribución de la piscifactoría.

#### 1.3.2. Distribución geográfica

La distribución de *Gyrodactylus salaris* se limita a Europa. Se ha hallado en salmón del Atlántico o trucha arco iris de piscifactoría en varios países de Europa (principalmente del norte). En la naturaleza, el parásito se ha hallado en salmónidos salvajes,

principalmente en pintos de salmón del Atlántico, en ríos de Rusia, Suecia y Noruega. *Gyrodactylus salaris* es más frecuente en trucha arco iris de piscifactoría delo que se creía, y es probable que exista en más países de lo que se supone actualmente. En 2006, se notificó *G. salaris* en piscifactorías de peces de Italia (Paladini et al., 2009) y, en 2007, en piscifactorías de peces de Polonia (Rokicka et al., 2007) y de Macedonia (Zietara et al., 2007). En 2009, el Laboratorio de Referencia de la OIE identificó G. salaris en piscifactorías de peces de Rumanía. Se ha observado que Gran Bretaña e Irlanda están libres del parásito.

### **1.3.3.** Mortalidad y morbilidad

La mortalidad puede alcanzar el 100% en el salmón del Atlántico de piscifactoría si no se trata. La mortalidad en otras especies hospedadoras susceptibles suele ser baja o pasar desapercibida.

### **1.3.4.** Factores ambientales

Aunque *G. salaris* vive principalmente en agua dulce, se reproduce normalmente en salinidades de hasta 5-6 ppm. La supervivencia en salinidades superiores depende de la temperatura. Así, por ejemplo, a 1,4°C *G. salaris* puede sobrevivir 240 horas, 78 horas y 42 horas a salinidades de 10 ppm, 15 ppm y20 ppm, respectivamente, mientras que a 12°C puede sobrevivir 72 horas, 24 horas y 12 horas a las mismas salinidades, respectivamente (Soleng y Bakke, 1997).

## 1.4. Control y prevención

### **1.4.1.** Vacunación

No se dispone de vacunas.

### **1.4.2.** Tratamiento con sustancias químicas

*Gyrodactylus salaris* es sensible a los cambios en la composición química del agua. Es sensible a sustancias químicas más habitualmente utilizadas para el tratamiento por baño de pintos y huevos salmón de piscifactoría (por ejemplo, agua con alta salinidad, formaldehído y compuestos que contengan cloro y yodo). Además, *G. salaris* es sensible a soluciones ácidas (pH de 5,0–6,0) de sulfato de aluminio ([Al 2 (SO 4 ) 3 ]; AIS) (Soleng et al., 1999). Dado que AIS es menos tóxico para los peces que para *G. salaris*, en aguas moderadamente acidificadas esta sustancia química puede utilizarse en los intentos erradicación del parásito de los sistemas fluviales de Noruega.

### **1.4.3**. Inmunoestimulación

No se dispone de inmunoestimulación.

**1.4.4.** Selección genética a favor de la resistencia

En pruebas de laboratorio, la selección genética ha dado lugar a una prolongación de la supervivencia la descendencia. Sin embargo, dicha selección no se ha aplicado a poblaciones salvajes de salmón, principalmente porque la población seguiría infectada y de esta forma el parásito extendería a más ríos.

**1.4.5.** Desinfección de huevos y larvas

Los huevos procedentes de piscifactorías infectadas deben desinfectarse (se han utilizado compuestos yodados).

**1.4.6.** Prácticas generales de manejo

Las prácticas generales de manejo recomendadas para evitar la diseminación de los agentes infectivos entre unidades de piscifactorías de peces de agua dulce son aplicables a *G. salaris*. El equipo (como redes de pesca) utilizado en una unidad no se puede utilizar en otra sin una desinfección suficiente.

# 2. Toma de muestras

En los casos en los que se toman muestras y no se sospecha de infección, debe tomarse una muestra aleatoria con un número suficiente de peces, por ejemplo de un río. En las piscifactorías, si los peces presentan signos clínicos de infección, deben escogerse estos peces.

## 2.1. Conservación de muestras para su envío

Los peces deben sacrificarse de inmediato y no debe permitirse que se sequen antes de iniciar la conservación. Deben conservarse peces enteros en etanol al 96-100% en frascos lo bastante grandes como para que quede espacio de sobra y quepa el conservante. La concentración de etanol tras la conservación no debe ser inferior al 70%. Como norma general, esta concentración se obtiene si la proporción de peces respecto al etanol no es superior a 1:9. Si la concentración es inferior, el mucus y la epidermis se pueden desintegrar y las muestras de *Gyrodactylus*, incluso conservadas, pueden empeorar. Los frascos deben tener un orificio lo bastante ancho como para al introducir o extraer los peces no haya rozamiento y se pierda así muestra de *Gyrodatylus*. Los frascos se deben guardar en posición horizontal hasta que el tejido esté fijado/conservado, para impedir que los peces se curven. Esto facilitará el examen de los peces, puesto que se les podrá dar la vuelta fácilmente con unas pinzas bajo el microscopio. Cuando termina la conservación de los peces, los frascos se pueden guardar en posición vertical.

Dado que *G. salaris* es frecuente en las aletas, también pueden enviarse aletas cortadas del cuerpo y guardadas en etanol como se ha descrito anteriormente. Esto es

especialmente adecuado para peces más grandes y en condiciones de campo donde, por ejemplo, haya limitaciones de transporte.

### 2.2. Combinación de varias muestras

Se pueden agrupar muestras de un río o una piscifactoría, aunque cada pez tendrá que examinarse y analizarse también por separado. Las aletas de peces de una piscifactoría o río pueden agruparse y examinarse y analizarse también por separado, pero en este caso cada aleta no puede estar relacionada con un pez hospedador específico.

### 2.3. Órganos y tejidos de elección

Los peces se pueden examinar como ejemplares enteros vivos anestesiados (por ejemplo, como MS222), como ejemplares acabados de sacrificar o como ejemplares conservados. Además, pueden examinarse aletas frescas o conservadas. Se utiliza el mismo método de examen (véase el apartado 4.3.1) en todos los casos. El examen de peces vivos anestesiados es muy lento y no se recomienda. En lugar de examinar el pez entero, pueden examinarse las aletas. Cuando se infectan pintos de salmón noruego, casi todos los peces tienen al menos un ejemplar de *G. salaris* en una de las aletas. En algunos peces, pueden hallarse *G. salaris* en el cuerpo o la cabeza, incluidas las narinas, las branquias y la cavidad bucal. La distribución de *G. salaris* en la superficie de las aletas y otras partes del pez varía en función de la especie de pez y parece variar también en función de la estirpe de salmón.

### 2.4. Muestras/tejidos que no son adecuados

Los peces muertos, conservados en hielo, no son aceptables para el examen destinado a hallar *Gyrodactylus*, ni siquiera si los peces se han conservado por separado en bolsas de plástico, etc. Los parásitos mueren enseguida si no están sumergidos en agua, y dado que estos parásitos no tienen exoesqueleto, los que mueren se desintegran rápidamente. Si este tipo de peces muertos se lavan en agua, pueden hallarse ejemplares de *Gyrodactylus* en el sedimento. Sin embargo, si no se hallan ejemplares en el sedimento, no puede concluirse que los peces no estuvieran infectados. El examen de peces fijados en formaldehído no se recomienda por motivos de seguridad del operario. Las muestras de *Gyrodactylus* fijadas en formaldehído también son muy difíciles de identificar morfológicamente y no son adecuadas para el análisis del ADN.

## 3. Métodos de diagnóstico

### 3.1. Métodos de diagnóstico de campo

### 3.1.1. Signos clínicos y alteraciones del comportamiento

Normalmente no hay signos clínicos en los peces con uno o hasta unas pocas decenas de ejemplares de parásito. En la primera fase de la enfermedad, son característicos los movimientos fugaces (los peces se rascan más la piel sobre el sustrato). Más adelante, pueden volverse grisáceos por un aumento de la producción de mucus y las aletas pueden erosionarse. Los peces enfermos están aletargados y permanecen en zonas de baja corriente

## 3.2. Métodos clínicos

### 3.2.1. Anatomopatología macroscópica

Los peces intensamente infectados pueden volverse grisáceos como consecuencia de un aumento de la mucificación, y en un estadio posterior las aletas dorsales y pectorales pueden volverse blanquecinas como consecuencia de un aumento del espesor de la epidermis (principalmente hipertrofia).Los peces intensamente infectados pueden tener aletas erosionadas, sobre todo la dorsal, la caudal y la pectoral, debido a que el parásito se alimenta en ellas. En peces con infección por *G. salaris* es frecuente observar infecciones fúngicas secundarias (*Saprolegnia spp*.).

### 3.2.2. Preparaciones húmedas

Pueden utilizarse raspados (preparaciones húmedas) de piel o aletas para detectar ejemplares de Gyrodactylus en peces con infección. En estos casos, con una alta infestación, hay cientos o miles de ejemplares de *Gyrodactylus* por toda la superficie corporal y de las aletas. Las preparaciones húmedas no suelen ser adecuadas para la identificación de *Gyrodactylus* a nivel de especie, y para el análisis morfológico o del ADN deben realizarse otras preparaciones (véase abajo). Si el número de ejemplares de *Gyrodactylus* es bajo, la probabilidad de detectar el parásito mediante raspados también será baja.

## 3.3. Métodos de detección e identificación del agente

### 3.3.1. Métodos directos de detección

La detección e identificación de *G. salaris* es un proceso de dos pasos. En primer lugar, se observan ejemplares del parásito mediante equipo óptico y, a continuación, se identifican los parásitos, normalmente de manera individual mediante otro equipo y otros métodos.

Para detectar *Gyrodactylus* debe utilizarse equipo óptico. En el caso de un brote sospechoso de infección por *G. salaris* en el que solo se disponga de microscopía

óptica, pueden utilizarse preparaciones húmedas para detectar ejemplares de *Gyrodactylus.* No obstante, es muy aconsejable no utilizar este método en un programa de vigilancia, puesto que la especificidad y la sensibilidad son muy bajas (no se conocen los valores) y, por tanto, el número de peces examinados tendría que ser exageradamente alto.

Los peces se pueden examinar como ejemplares enteros vivos (anestesiados), acabados de sacrificar o conservados/fijados. En todos los casos se aplica el mismo método de examen (véase abajo). El examen de peces vivos anestesiados es muy lento y no se recomienda. El examen de de peces fijados con formaldehído no se recomienda por motivos de seguridad del operario. Los ejemplares de *Gyrodactylus* fijados con formaldehído también son muy difíciles de identificar y no son adecuados para el análisis del ADN. En lugar de examinar los peces enteros, pueden examinarse las aletas (mediante el método descrito abajo). Cuando hay muchos puntos de peces susceptibles infestados, casi todos los peces tienen al menos un *G. salaris* en una de las aletas. En algunos peces, pueden observarse ejemplares de *G. salaris* por el cuerpo o la cabeza, incluidas las narinas, las branquias y la cavidad bucal. La distribución de *G. salaris* sobre las aletas y otras partes del pez varía en función de la especie de pez y las distribuciones también parecen variar en función de la estirpe de salmón.

Los peces vivos anestesiados, aletas recién cortadas o peces o aletas conservados en etanol deben examinarse mediante microscopio de disección binocular con buena iluminación. Los peces deben colocarse en una caja y cubrirse por completo con agua dulce. Los peces conservados también pueden examinarse en etanol. Los parásitos vivos son más fáciles de detectar por sus movimientos, de modo que debe evitarse la perturbadora refracción de la luz sobre la piel de los peces. Los ejemplares vivos de *Gyrodactylus* son incoloros, mientras que los ejemplares conservados en etanol suelen ser solo ligeramente opacos. Si el microscopio de disección está iluminado desde arriba, el fondo de la platina del microscopio debe ser negro. Esto aumentará el contraste y los parásitos se detectarán con mayor facilidad. Toda la superficie del pez, incluidas las branquias y la cavidad bucal, normalmente de menos de 10 cm, también pueden estudiarse utilizando iluminación desde la parte baja de la platina del microscopio. De esta forma, normalmente es más fácil observar ejemplares de *Gyrodactylus* sobre las aletas.

Si el examen se lleva a cabo en etanol, debe plantearse la utilización de guantes. A efectos de protección del operario, el microscopio de disección debe colocarse sobre una repisa de succión con una salida de gases hacia abajo para evitar la inhalación de conservante evaporado.

3.3.1.1. Métodos microscópicos

La identificación de *Gyrodactylus* a nivel de especie se basa en la morfología y la morfometría de las anclas de los ganchos marginales (hamuli) y las barras del opistaptor (el órgano de fijación). Una buena preparación de los ejemplares es un prerrequisito para la identificación a nivel de especie.

Cuando se requiere una morfometría de alta resolución para establecer un diagnóstico morfométrico fiable es preferible una digestión del tejido blando, dejando solo las partes duras. El tejido blando se puede digerir en una solución (de aproximadamente 1 µl) de Tris 75 mM, EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) 10 mM, un 5% de SDS (dodecilsulfato sódico) y 100 mg ml–1de proteinasaK, pH 8,0. Tras añadir la solución de digestión, la reacción debe observarse al microscopio hasta que termine y a continuación terminarse añadiendo una solución de parada (glicerol y formalina neutratamponada al 10% a razón de 1:1). El procedimiento para la digestión lo describen en detalle Harris etal., 1999.

El tamaño de las partes duras del opistaptor de *Gyrodactylus* depende en gran medida de, por ejemplo, la temperatura, mientras que la forma es más constante (Mo, 1991a; 1991b; 1991c). Por tanto, la capacidad de las mediciones lineales de capturar la morfología podría no siempre ser suficiente para establecer un diagnóstico fiable (Olstad et al., 2006).

*Gyrodactylus salaris* es morfológicamente similar al *G. teuchis* de la trucha marina, del salmón del Atlántico y de la trucha arco iris, y al *G. thymalli* del tímalo (Figura 1). Los morfólogos expertos son capaces de reconocer cada una de estas especies en función de la forma de la hoz del gancho marginal. *Gyrodactylus teuchis* tiene una hoja de la hoz más larga y de curva más constante, mientras que *G. thymalli* tiene un pequeño ángulo en el tallo de la hoz (Cunningham et al., 2001; Shinn et al., 2004).

## 4. Prueba(s) recomendada(s) para la vigilancia dirigida destinada a declarar la ausencia de infección por *Gyrodactylus salaris*

Los métodos de diagnóstico/detección para declarar la ausencia son los mismos que los descritos en el apartado 4.3 del capítulo de *Yersinia Rukeri.*

## 5. Criterios de diagnóstico confirmativo

### 5.1. Definición de caso sospechoso

La observación de ejemplares de *Gyrodactylus* en salmón del Atlántico o trucha arco iris (u otros hospedadores susceptibles) en raspados de piel examinados al microscopio óptico o en aletas o piel examinadas al microscopio estereoscópico.

### 5.2. Definición de caso confirmado

El método de elección es una identificación molecular de uno o más ejemplares de *Gyrodactylus* como *G. salaris* (o *G. thymalli*) secuenciando su ITS, seguida de una

secuenciación y análisis filogenético de CO1para asignar la secuencia a la especie conocida más cercana. Los morfólogos expertos pueden identificar morfológicamente ejemplares de *Gyrodactylus* como *G. salaris* en base a estructuras del órgano de fijación. Sin embargo, el diagnóstico morfológico debe confirmarse mediante métodos moleculares. Se recomienda una combinación de métodos morfológicos y moleculares como la descrita en este capítulo.

# Enfermedad del torneo

## 1. Información de la enfermedad

### 1.1. Factor del agente

#### 1.1.1. El agente patógeno

La **enfermedad del torneo** o ***Whirling Disease*** es producida por un cnidarioparásito *Myxobolus cerebralis* y tiene un impacto dramático sobre los salmónidos silvestres y cultivados, figurando entre las enfermedades de denuncia obligatoria en los establecimientos de cría. (OIE, 2008).

Fue descubierta en 1893 por Hofer en Alemania. Esta enfermedad comenzó a llamar la atención a principios de 1995 debido a los impresionantes registros de Montana (USA) en donde se habló de una declinación de un 90% en el número de truchas arcoíris del río Madison. Actualmente, la enfermedad está en retroceso, ya que debido a su gravedad se han tomado fuertes medidas para evitar su propagación.

La enfermedad del torneo ocurre cuando el actinoporio *Triactinomyxon gyosamo* que es la fase infectiva del parásito penetra al pez o bien es ingerida junto con los oligoquetos (gusanos redondos) infectados en cuyo interior se reproducen. El tiempo de incubación en el oligoquetos dura de 3 a 5 meses a 12° C.

#### 1.1.2. Supervivencia fuera del hospedador

Según investigadores rusos las mixosporas pueden permanecer viables por más de 30 años en el barro seco. Son resistentes al congelamiento(a -20 ºC permanecen viables), a una variedad de tratamientos químicos y a los jugos gástricos de los animales ictiófagos. Las esporas son menos resistentes al calor.

#### 1.1.3. Ciclo de vida

El ciclo de vida de *Myxobolus cerebralis* es complejo e involucra dos hospedadores (una lombriz acuática y un pez) y produce dos tipos de esporas muy diferentes. Un tipo lo constituyen las esporas que se desarrollan en los peces infectados, denominadas mixosporas. Estas son liberadas al medio tras la muerte y descomposición del pez que las contenía o con las heces de los predadores que ingieren peces infectados (aves, otros peces, mamíferos).

El ciclo de vida del parásito continúa cuando estas mixosporas son ingeridas por una lombriz acuática *Tubifex tubifex*, tolerante a aguas polucionadas. El parásito afecta el intestino del gusano y en aproximadamente 3 meses comienza a producir un tipo diferente de espora, el triactinomyxon, que es el estadio infectivo para las truchas. Esta forma infectiva sólo sobrevive pocos días y puede ser liberada de tubifícidos

infectados hasta un año después de la infección. La trasmisión de la enfermedad a los peces ocurre cuando los gusanos infectados con triactinomyxon son ingeridos por las truchas o cuando los tubifícidos liberan al agente causal en aguas con peces susceptibles. La formación de las esporas aumenta con la temperatura y ocurre previamente a la aparición de los síntomas de la enfermedad, entre los 4-5 meses posteriores a la infección.

Las esporas presentes en el pez o myxosporas son altamente resistentes. Pueden soportar 5 meses a 16 ºC, 3 meses a -20 ºC, 1 año a 4° C. Sobreviven en el barro a 13 ºC durante 5 meses, siendo más sensibles al calor. Son liberadas al medio luego de la muerte y descomposición del hospedador que las contenía o con las heces de los predadores que ingieren peces infectados (aves, otros peces, mamíferos).

Las esporas desarrolladas en el oligoqueto o actinosporas se caracterizan por tener prevalencias altas en primavera y verano, disminuyendo notablemente en invierno.

## 1.2. Factores del hospedador

### **1.2.1.** Especies hospedadoras susceptibles

Todas las especies de truchas, salmones y aún tímalos son susceptibles a la enfermedad. Se ha registrado en truchas arco iris de la variedad steelhead, la forma migratoria marina, y la enfermedad fue transmitida a las pisciculturas de salmón de la región. Hay diferencias en la susceptibilidad según la especie, en las truchas arco iris y cutthroat es muy alta y el efecto generalmente es letal. Sin embargo en otras especies salmónidas constituye un problema menor. Las truchas marrones son altamente resistentes pero pueden actuar como portadores de las esporas. Las truchas de arroyo tienen una susceptibilidad intermedia. El salmón coho y la trucha de lago parecen no ser afectados. Aunque *Myxobolus cerebralis* ha sido reportado en muchas especies no salmónidas, pero hay razones para cuestionar la veracidad de esos registros.

### **1.2.2.** Fases susceptibles de la vida del hospedador

Los peces se infectan en los estadios tempranos de desarrollo, cuando su sistema esquelético todavía no ha completado su osificación (tres o cuatro meses de edad). Los peces jóvenes son los más susceptibles, pero la severidad de la infección también está asociada a la carga parasitaria a la cual el pez resulte expuesto.

### **1.2.3.** Infección, tejidos y órganos diana

El parásito penetra al pez a través de la piel, las branquias, las aletas y el tubo digestivo. En estos sitios comienza a multiplicarse a medida que migra hacia el tejido cartilaginoso, donde termina de alojarse y del cual se alimenta provocando lisis y necrosis de los cartílagos del cráneo y vértebras.




Ennegrecimiento de la cola en juvenil-izda.- y deformación de adulto –dcha.-de trucha por enfermedad del torneo (Internet)

## 1.3. Patrón de la enfermedad

### 1.3.1. Mecanismos de transmisión

La transmisión de la enfermedad parece estar centrada en la resistencia que presenta la myxospora, por ello es fundamental que se corte la vía de transmisión en este sentido. Esta enfermedad se disemina naturalmente a través de los peces infectados, por el agua que arrastra corriente abajo las actinosporas y por los animales ictiófagos (aves, peces o mamíferos), los que pueden transportarlas a aguas libres de este mal. Dada su resistencia al ambiente, las esporas también pueden ser diseminadas por el barro en las botas, waders, vehículos y botes.

Algo para resaltar es que *Myxobolus cerebralis* no acarrea trastornos ni al hombre ni a los animales domésticos que ingieren peces infectados. En este caso sí constituirían un medio más de dispersión de las esporas

Los huevos de peces no son fuente de contagio.

## 1.4. Control y prevención

### 1.4.1. Vacunación. Tratamiento con sustancias químicas

No existen fármacos ni químicos efectivos para prevenir o curar la enfermedad. Las medidas de control se han basado desde intentos de erradicación, incluyendo el despoblamiento, el abandono de las instalaciones y la quema de los cadáveres. Sin embargo, la resistencia y la longevidad de las esporas las hacen virtualmente imposibles de erradicar una vez establecidas en un ambiente natural.

### 1.4.2. Prácticas generales de manejo

La prevención se logra separando los lotes de peces libres de la enfermedad y colocándolos en piscinas libres de la fase infectiva y hospederos intermediarios

En aquellas instalaciones en las cuales la enfermedad esté presente, los estadios juveniles se mantendrán en agua libre de esporas, hasta que al menos hayan superado los 6 cm de largo total .Las piscinas de tierra serán reemplazadas por piletas de cemento o fibra de vidrio. El agua de ingreso a las instalaciones de cría con presencia de esporas debe ser filtrada y /o tratada con irradiación ultravioleta.

En aquellas pisciculturas donde se hayan detectado myxoboliasis, se deben eliminar los lotes afectados y desinfectar las instalaciones, las que serán sometidas a inspecciones regulares con el fin de detectar casos subclínicos de la enfermedad, así como también de otros patógenos.

Otra medida a implementar, que suele dar buenos resultados, es reemplazar el cultivo de trucha arco iris por otras especies más resistentes como la trucha marrón o el salmón coho. Actualmente se está investigando la resistencia de los híbridos. Además, los poblamientos o repoblamientos, tanto en ambientes naturales como en criaderos, deben realizarse exclusivamente con ejemplares libres de parásitos y en zonas libres de esporas.

## 2. Obtención de muestras

Los peces deben tener por lo menos cuatro meses de edad si los exámenes han de ser fidedignos, dado que la producción de las esporas de *M. cerebralis* (en base a cuya presencia se fundamentan los exámenes de laboratorio) a veces tarda en desarrollarse. En el caso de peces mantenidos en agua cuya temperatura es inferior a los 12°C; la formación de las esporas de *M. cerebralis* puede tardar hasta nueve a once meses en efectuarse.

Los órganos o tejidos (cuando corresponda) de peces en las muestras pueden mezclarse antes de efectuarse exámenes parasitológicos. Sin embargo, esa parte de la muestra que reúne peces moribundos o visiblemente enfermos en ningún momento debe ser mezclada con la parte correspondiente a peces aparentemente sanos. Hasta diez peces individuales (u órganos o tejidos de los mismos) con una longitud estándar de cuatro centímetros o menos pueden mezclarse para constituir una sola muestra para los fines de los correspondientes exámenes de laboratorio posteriores. En situaciones donde se sospecha la presencia de una enfermedad transmisible, o donde los resultados de los exámenes de laboratorio practicados son de dudosa interpretación, se requieren mayores muestras; por ese motivo, deberán tomarse muestras mayores para los exámenes correspondientes.

# 3. Método de diagnóstico

## 3.1. Métodos de diagnóstico de campo

La enfermedad del torneo o *Whirling disease* debe su nombre a que los peces muy afectados nadan en círculos hasta morir. Los signos clínicos son oscurecimiento del pedúnculo caudal y deformidades esqueletarias como hocico romo, cabeza deforme y opérculos acortados, en adición a la curvatura de la columna. Esto es provocado por el daño del cartílago en el oído interno, sobre la región del pedúnculo y a la presión sobre los nervios que controlan los pigmentos caudales (Rodgers et al, 2012). Si bien la enfermedad no siempre es fatal, los peces muy debilitados por las dificultades en capturar el alimento, son presa fácil de predadores ictiófagos o son afectados por patógenos oportunistas

## 3.2. Métodos clínicos

Los casos de la enfermedad del torneo o *Whirling disease* varían entre infecciones subclínicas hasta enfermedades agudas con mortalidades de larvas y juveniles. Algunos peces agudamente afectados pueden no mostrar los síntomas pero ser portadores y frecuentemente sufrir altas mortalidades. Los peces con infecciones ligeras no muestran ninguno de estos síntomas, pero llevarán las esporas durante toda su vida. La diagnosis definitiva se basa en la presencia de las esporas en secciones histológicas del tejido cartilaginoso de la cabeza, arcos branquiales o columna vertebral.

### **3.2.1.** Procedimiento de diagnóstico pará situaciones de enfermedad

Se sacan 5 cabezas de peces sospechosos y se calientan en agua a 45°C por 1 a 3 minutos para que la carne se separe fácilmente del hueso y cartílago. Remover luego la carne suelta y el cerebro a un recipiente de basura que contenga agua y lejía doméstica en una proporción de 1:1, tras esto, recolectar las muestras de huesos y región de la cápsula craneana, región de los otolitos y arcos branquiales, triturar con un volumen igual de formol al 10% para matar a las esporas viables (y evitar la diseminación del agente etiológico de la enfermedad) en un mortero (Rodgers et al, 2012).

Finalmente, lavar todo lo que se tritura en un vaso de precipitación con agua permitiendo sedimentar el material. El sedimento puede examinarse directamente en preparados frescos a un aumento de 400 o usando el método de MacClean, distribuyendo de 5 a 10 gotas del sedimento en un portaobjeto limpio y dejando que se seque en el aire. El portaobjeto se colorea con verde de malaquita acuoso al 1% durante 5 minutos, se lava con agua de grifo y se decolora al colocarse en alcohol etílico del 70, 90 y 100% las láminas por 30 minutos, se cubren totalmente estas láminas con una delgada película de aceite de inmersión de baja viscosidad y se

examina con el lente de × 20 y ocular de × 10 (no bajo inmersión) (Conroy y Conroy, 1987)

Revisar todo el extendido. Las esporas aparecen como óvulos verdes con cápsulas polares verdes intensos contra un fondo casi incoloro.

**3.2.2.** Procedimiento para la detección de infecciones asintomáticas

Se utilizará un cuadro de muestreo que posea la capacidad de detectar la enfermedad a un nivel de incidencia del 5% (Conroy y Conroy, 1987). Las muestras deben separarse conforme a las especies y edades más susceptibles de los peces que están disponibles. Por ejemplo seleccione “truchas de arroyo” y “trucha arco-iris”, más que trucha marrón y salmón coho, si todas se cultivan en las mismas condiciones y selecciona jaramugos de unos 5 meses de edad, si los peces se exponen continuamente en aguas de 13°C o más. Peces jóvenes de 2–3 meses de edad pueden proporcionar esporas maduras; en aguas por debajo de 12°C, puede que los peces tengan que alcanzar 8–10 meses de edad antes de poderse hallar esporas maduras. Los siguientes procedimientos son aceptables para la detección de portadores: test ELISA y la inmunofluorescencia.

# BIBLIOGRAFÍA


- ARTKUSH K.D., MENDONCA H.L., MCBRIDE A.M., YUN S., MCDOWELL T.S. y HEDRICK R.P., 2006. *Effects of temperature on infectivity and of commercial freezing on survival of the North American strain of viral hemorrhagic septicemia virus (VHSV).* Dis. Aquat. Org., 69, 145–151.

- AUSTIN, D.A, AUSTIN, B., DASKALOV, H, 1999. *An improved growth medium for Flavobacterium psychrophilum.* Applied Microbiology 28:297-299.-

- AVCI H., BIRINCIOGLU. S.S., 2005. *Pathological findings in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss, Walbaum 1792) experimentally infected with Yersinia ruckeri*. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 29: 1321-1328.

- BARONI A., GALESSO R. y BOVO G. 1982*. Ultrastructural observations on the virus of viral haemorrhagic septicaemia in culture.* J. Fish Dis., 5, 439–444.

- BARROSO, R.M.; HILSDORF, A.W.S.; MOREIRA, H.L.M.; MELLO, A.M.; GUIMARÃES, S.E.F.; CABELLO, P.H.; TRAUB-CSEKO, Y.M., 2003*. Identification and characterization of microsatellites loci in Brycon opalinus (Cuvier, 1819) (Characiforme, Characidae, Bryconiae)*. Molecular Ecology Notes, v.3, p.297-298

- BASTARDO ESPINOZA, A. 2012. *Estudio polifásico del patógeno Yersinia ruckeri*, Departamento de Microbiología y Parasitología CIBUS-Facultad de Biología, Universidad de Santiago de Compostela

- BOOTLAND L.M, LEONG J.C, 1999. *Infectious haematopoietic necrosis virus*. En: Woo PTK, Bruno DW (eds) *Fish diseases and disorders, Vol 3. Viral, bacterial and fungal infections*.CAB International Publishing, New York, p 57–121

- BOVO G., HÅSTEIN T., HILL B., LAPATRA S., MICHEL C., OLESEN N.J., SHCHELKUNOV I., STORSET A., WOLLFROM T. y MIDTLYING P.J., 2005. *Fish Egg Trade Work package 1 report: Hazard identification for vertical transfer of fish disease agents*, 1–35. VESO

- CONROY, D.A.; ARMAS DE CONROY, G, 1987. *Manual de tratamientos en ictiopatología*, FAO

- CUNNINGHAM C.O., MO T.A., COLLINS C.M., BUCHMANN K., THIERY R., BLANC G. y LAUTRAITE A. 2001. *Redescription of Gyrodactylus teuchis Lautraite, Blanc, Thiery, Daniel & Vigneulle, 1999 (Monogenea: Gyrodactylidae), a species identified by ribosomal RNA sequence. Syst.* Parasitol., 48, 141–150.

- DALE O.B., ØRPETVEIT I., LYNGSTAD T.M., KAHNS S., SKALL H.F., OLESEN N.J. y DANNEVIG B.H. 2009. *Outbreak of viral haemorrhagic septicaemia (VHS) in seawater-farmed rainbow trout in Norway caused by VHS virus Genotype III.* Dis. Aquat. Org., 85, 93–103.

- DAVIES, R.L., FRERICHS, G.N. 1989. *Morphological and bio-chemical differences among isolates of Yersinia ruckeri obtained from wide geographical areas*. Journal Fish Diseuse 12, 357-365.

- DE KINKELIN P, MICHEL C, GHITTINO P., 1991.*Tratado de las enfermedades de los peces*. Acribia, Zaragoza

- DOPAZO C.P, BANDIN I, LOPEZ-VAZQUEZ C, LAMAS J, NOYA M, BARJA J.L., 2002. *Isolation of viral hemorrhagic septicemia virus from Greenland halibut Reinhardtius hippoglossoides caught at the Flemish Cap*. Dis Aquat Organ 50:171-179

- EINER-JENSEN, K., AHRENS P., FORSBERG R. y LORENZEN N., 2004. *Evolution of the fish rhabdovirus viral haemorrhagic septicemia virus*. J. Gen. Virol., 85:1167-1179

- ELLIS. A. E., BURROWS, A. S., HASTINGS, T S., STAPLETON, K. J. 1988. *Identification of Aeromonas salmonicida extracellular protease as a protective antigen against furunculosis by passive immunisation*. Aquaculture

- EVELYN, T. P. T., PROSPERI-PORTA L., y KETCHESON, J. E. 1986. *Experimental intra-ovum infection of salmonid eggs with Renibacterium salmoninarum and vertical transmission of the pathogen with such eggs despite their treatment with erythromycin*. Diseases of Aquatic Organisms, 1: 197–202.

- EVELYN, T.P.T., 1993. *Bacterial kidney disease* – ERB. En: *Bacterial Diseases of Fish; Inglis V*., ROBERTS R.J. y BROMAGE N.R., eds. Halsted Press, USA, 177–195.

- FAISAL M., SCHULZ C.A., 2009. *Detection of Viral hemorrhagic septicemia virus (VHSV) from the leech Myzobdella lugubris Leidy, 1851*. Parasit. Vectors, 2, 45.

- FERNANDEZ NUÑEZ, C.A., 2011. *Determinación de Yersinia Ruckeri y sus características lesiónales anatomo-histopatológicas en truchas Arco Iris (Oncorhynchus mykiss) en etapa pre comercial en una piscigranja de la región Junín.* Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Programa Cybertesis, Perú

- FRYER J.L, SANDERS J.E, 1981. *Bacterial kidney disease of salmonid fish*. Annu Rev Microbiol 35:273-298

- FURONES, M.D., RODGERS, C.J. y MUNN, C.B., 1993. *Yersinia ruckeri, the causal agent of enteric redmouth disease (ERILI) in fish*. Annual Reviem ofFish Diseases pp. 105-125.

- GERARD-BURZAWA, E., 1974. *Etude biologique et biochimique de l´hormone gonadotrope de une téléostéen.* L. Biochimie 53, 545-552

- GIBELLO A, BLANCO M.M, MORENO M.A, CUTULI M.T, DOMENECH A, DOMÍNGUEZ L. y FERNÁNDEZ-GARAYZÁBAL J.F, 1999. *Development of a PCR*

*assay for detection of Yersinia ruckeri in tissues of inoculated and naturally-infected trout.* Applied Environmental Microbiology 65: 346–350

- HANSEN H., BACHMANN L. y BAKKE T.A., 2003. *Mitochondrial DNA variation of Gyrodactylus spp. (Monogenea, Gyrodactylidae) populations infecting Atlantic salmon, grayling, and rainbow trout in Norway and Sweden*. Int. J. Parasitol., 33, 1471–1478.

- HANSEN H., BAKKE T.A. y BACHMANN L. 2007a. *DNA taxonomy and barcoding of monogenean parasites: lessons from Gyrodactylus.* Trends Parasitol., 23 (8), 363–367.

- HAWLEY, L.; GARVER, K., 2008. *Stability of viral hemorrhagic septicemia virus (VHSV) in freshwater and seawater at various temperatures.* DAO Vol. 82, No. 3

- HENRYON M., BERG P., OLESEN N.J., KJÆR T.E., SLIERENDRECHT W.J., JOKUMSEN A. y LUND I., 2005. *Selective breeding provides an approach to increase resistance of rainbow trout to the diseases, enteric redmouth disease, rainbow trout fry syndrome, and viral haemorrhagic septicaemia*. Aquaculture, 250, 621–636.

- HENRYON M., JOKUMSEN A., BERG P., LUND I., PEDERSEN P.B., OLESEN N.J. y SLIERENDRECHT W.J. 2002a. *Erratum to "Genetic variation for growth rate, feed conversion efficiency, and disease resistance exists within a farmed population of rainbow trout"* (Aquaculture, 2002, 209, 59–76). Aquaculture, 216, 389–390.

- ITO S., OKUNISHI T., KISHI M. J., WANG M., 2010. *Modeling ecological responses of Pacific saury (Cololabis saira) to future climate change and its uncertainty.* ICES Journal of Marine Science

- JANSSON, E., HONGSLO, T., HÖGLUND, J. & LJUNGBERG, O. 1996. *Comparative evaluation of bacterial culture and two ELISA techniques for the detection of Renibacterium salmoninarum antigens in salmonid kidney tissues. Diseases of aquatic organisms* 27, 197-206.

- JENSEN A.J., JOHNSEN B.O. 1992. *Site Specificity of Gyrodactylus salaris Malmberg, 1957 (Monogenea) on Atlantic Salmon (Salmo salar L.) in the River Lakselva, northern Norway*. Can. J. Zool., 41, 264–267.

- KAATTARI, I., RHODES, M., KATOR, H., KOTOB, S., BUTLER, R., QUINN, F., y VOGELBEIN W., 2000. *Rapid detection of mycobacteriosis in striped bass by PCR-RFLP analysis.* 25th annual Eastern Fish Health Workshop, Plymouth, MA, April 10-14, 2000.

- KURATH G., GARVER K.A., TROYER R.M., EMMENEGGGER E.J., EINER-JENSEN K. y ANDERSON E.D., 2003. *Phylogeography of infectious haematopoietic necrosis virus in North America*. J. Gen. Virol., 84, 803–814.

- LAPATRA S.E., TURNER T., LAUDA K.A., JONES G., WALKER S., 1993b. *Characterization of the humoral response of rainbow trout to infectious hematopoietic necrosis virus.* J. Aquat. Anim. Health, 5, 165–171.

- LORENZEN, K., JUNTANA J., BUNDIT J. y TOURONGRUANG. D., 1998. *Assessing culture fisheries practices in small water bodies: a study of village fisheries in Northeast Thailand*. Aquaculture Research 29: 211–224.

- MCCARTHY D.H., RIBERTS R.J, 1980. *Furunculosis of fish- the present state of our knowdlege.* Advances in aquatic microbliogy, 2ª edición. Pags 293-341. Ed. HW

- MEYERS T.R., WINTON, JR, 1995. *Virus hemorrágico viral en Norteamérica*. Annual Review of fish diseases, 4:359-373

- MO T.A., 1992. *Seasonal variations in the prevalence and infestation intensity of Gyrodactylus salaris Malmberg, 1957 (Monogenea: Gyrodactylidae) on Atlantic salmon parr, Salmo salar L., in the River Batnfjordselva, Norway.* J. Fish Biol., 41, 697–707.

- NISHIZAWA T., KINOSHITA S., KIM W-S., HIGASHI S. y YOSHIMIZU M., 2006. *Nucleotide diversity of Japanese isolates of infectious hematopoietic necrosis virus (IHNV) based on the glycoprotein gene*. Dis. Aquat. Org., 71, 267–272.

- OLESEN N.J. 1998. *Sanitation of viral haemorrhagic septicaemia (VHS*). J. Appl. Ichthyol., 14, 173–177.

- OLESEN N.J., KORSHOLM H., 1997. *Control measures for viral diseases in aquaculture: eradication of VHS and IHN*. Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol., 17, 229–233.

- OLSTAD K., CABLE J., ROBERTSEN G. & BAKKE T. A. 2006. Unpredicted transmission strategy of Gyrodactylus salaris (Monogenea: Gyrodactylidae): survival and infectivity of parasites on dead hosts. Parasitology, 133, 33–41.

- OSORIO GUILLÉS, J., 2013. *Enfermedades bacterianas y micóticas de los peces*, Universidad de México

- PALADINI G., GUSTINELLI A., FIORAVANTI M.L., HANSEN H. y SHINN A.P. 2009. *The first report of Gyrodactylus salaris Malmberg 1957 (Platyhelminthes, Monogenea) on Italian cultured stocks of rainbow trout* (Oncorhynchus mykiss Walbaum). Vet. Parasitol., 165 (3–4), 290–297.

- PEDDIE S., MCLAUCHLAN P.E., ELLIS A.E. & SECOMBES C.J. 2003. E*ffect of intraperitoneally administered IL-1bderived peptides on resistance to viral haemorrhagic septicaemia in rainbow trout Oncorhynchus mykiss.* Dis. Aquat. Org., 56, 195–200.

- POLÉO A.B.S., SCHJOLDEN J., HANSEN H., BAKKE T.A., MO T.A., ROSSELAND B.O. & LYDERSEN E. 2004. *The effect of various metals on*

*Gyrodactylus salaris (Platyhelminthes, Monogenea) infections in Atlantic salmon (Salmo salar).* Parasitology, 128, 169–177.

- PURCELL M.K., LAPATRA S.E., WOODSON J.C., KURATH G. & WINTON J.R., 2010. *Early viral replication and induced or constitutive immunity in rainbow trout families with differential resistance to Infectious hematopieticnecrosis virus (IHNV).* Fish ShellfishImmunol., 28, 98–105.

- RODGERS, C.J; FURONES, M.D., 2012. *Guía para la gestión sanitaria en acuicultura.* CSIC, NIPO 770-11-340-3

- ROKICKA M., LUMME J. & ZIETARA M. 2007. *Identification of Gyrodactylus ectoparasites in Polish salmonid farms by PCR-RFLP of the nuclear ITS segment of ribosomal DNA (Monogenea, Gyrodactylidae).* Acta Parasitologica, 52, 185–195.

- RUIZ ZARZUELA, I., BALCÁZAR J.L., DE BLAS I., CUNNINGHAM D., VENDRELL D., MÚZQUIZ J.L., 2004. *Repercusión de la legislación comunitaria sobre la acuicultura española.* Universidad de Zaragoza

- SAKAI, D. K. 1985. *Loss of virulence in a protease-deficient mutant of Aeromonas salmonicida.* Infection and Immunity. 48: 146 - 152.

- SAKAI M, KONISHI M, ATSUTA S, KOBAYASHI M, 1991. *The chemlluminiscent response of leukocytes from the anteriorkidney of rainbow trout, Oncorhynchusmykiss vaccinated with V~brio anguillarum, Streptococcus sp , or Renibactenurn salmoninarum*. Nlppon Suisan GaKK 57(2):237-241

- SHINN A.P., HANSEN H., OLSTAD K., BACHMANN L. y BAKKE T.A., 2004. *The use of morphometric characters to discriminate specimens of laboratory-reared and wild populations of Gyrodactylus salaris and G. thymalli (Monogenea).* Folia Parasitol., 51, 239–252

- SIRVAS CONEJO, S., 2011, *Diagnóstico e identificación rápidos por PCR de Yersinia ruckeri aislada de Oncorhynchus mykiss*. Rev. peru. biol. 18(3): 349 - 353

- SKALL H.F., OLESEN N.J. y MELLERGAARD S., 2005. *Viral haemorrhagic septicaemia virus in marine fish and its implications for fish farming – a review*. J. Fish Dis., 28, 509–529.

- SMAIL, D.A., SNOW, M., 2011. *Viral Haemorrhagic Septicaemia. In: Fish Diseases and Disorders, Volume 3: Viral, Bacterial and Fungal Infections, 2ª edición* (eds. P.T.K Woo y D.W. Bruno), *CABI*, Wallingford, U.K. pages 110-142.

- SMITH, P. R. 1991. *Stress test picks up furunculosis carriers*. Fish Farmer. 14: 18.

- SNIESZKO, S.F., 1974. *The effect of environmental stress on outbreaks of infectious diseases of fishes*. J. Fish. Biol. 6:197-208

- SOLENG A., POLEO A.B.S., ALSTAD N.E.W. y BAKKE T. A., 1999. *Aqueous aluminium eliminates Gyrodactylus salaris (Platyhelminthes, Monogenea) infections in Atlantic salmon*. Parasitology, 119, 19–25.

- STARLIPER C.E., SMITH D.R. y SHATZER T., 1997. *Virulence of Renibacterium salmoninarum to salmonids.* J. Aquat. Anim. Health, 9, 1–7.

- STEVENSON, R. M. W., DALY J. G., 1982. *Biochemical and serological characteristics of Ontario isolates of Yersinia ruckeri.* Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39(6):870-876.

- TEJEDOR DEL REAL, J.L., 2008. *Puesta a punto de una metodología para la detección de cocos gram positivos patógenos de peces en piensos compuestos y muestras ambientales: estudio de su presencia y caracterización de "lactococcus garvieae" en estas matrices.* Ed. U.A.M.

- TORRES ROJO, F. I., 2008. *Necrosis pancreática infecciosa. Su importancia y la perspectiva hacia la vacunación.* Facultad de Ciencias químicas, Universidad de Chihuahua

- WALKER, A.M., BEVERIDGE, M.C.M., CROZIER, W., O'MAOLEIDIGH, N. y MILNER, N., 2006. *The development and results of programmes to monitor the incidence of farm-origin Atlantic salmon (Salmo salar L.) in rivers and fisheries of the British Isles.* ICES Journal of Marine Science (in press).

- WINTON J.R., 1991. *Avances recientes en la detección del virus de la necrosis hematopoyética infecciosa (INHV) en acuicultura.* Ann. Rev. Fish Dis., 1, 83–93.

- WOLF, K. 1988. *Fish viruses and fish viral diseases.* Cornell University Press, Ithaca, N.Y. 476 pp.

- ZIETARA M.S., ROKICKA, M., STOJANOVSKI S., SKORKOWSKI E.F. y LUMME J., 2007. *Alien mitochondrial DNA in variant clones of Gyrodactylus salaris indicates a complex hybrid history in salmonid farms*. 7th International Symposium on Fish Parasites, Viterbo, Italy. Parassitologia, 49, 119.

PÁGINAS WEB:

- http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/aahm/current/2.3.04_IHN.pdf; 12-03-2015

- Manual de pruebas de diagnóstico para animales acuáticos, 2008 http://www.oie.int/es/normas-internacionales/manual-acuatico/; 13-03-2015

escuela politécnica superior de huesca

**TRABAJO DE FIN DE CARRERA DE**

**INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TÍTULO**

# Proyecto de piscifactoría de trucha arcoíris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

## Anejo III - Sistema de filtración


| | |
|---|---|
| **AUTOR:** | **Miguel Ángel Márquez Lapuente** |
| **ENSEÑANZA:** | **Ingeniería Agrónoma** |
| **DIRECTOR:** | **Juan Escós Quílez** |
| **FECHA:** | **Octubre 2016** |

**1. Balsas de sedimentación/decantación ..... 3**

1.1. Dimensionado de las balsas de decantación ..... 4

1.2. Balsas de decantación en paralelo ..... 5

1.3. Limpieza de las balsas de decantación ..... 6

1.4. Filtro de resinas ..... 7

**2. Filtros verdes en agronomía ..... 8**

2.1. Qué es un filtro verde ..... 8

2.2. Tipos de filtros verdes ..... 9

**3. Sistema FMF (filtro de macrofitas flotantes) ..... 11**

3.1. Introducción al Sistema FMF ..... 11

3.2. Explicación del Sistema FMF ..... 13

3.3. Requisitos Técnicos de Instalación ..... 15

3.4. Diseño del sistema ..... 15

3.5. Mantenimiento de la Instalación ..... 19

3.6. Características de las plantas que conformarán el filtro FMF ..... 22

3.7. Eneas ..... 23

3.8. Bases aplicadas para el dimensionamiento del sistema FMF ..... 27

3.9. Dimensionado del filtro verde ..... 32

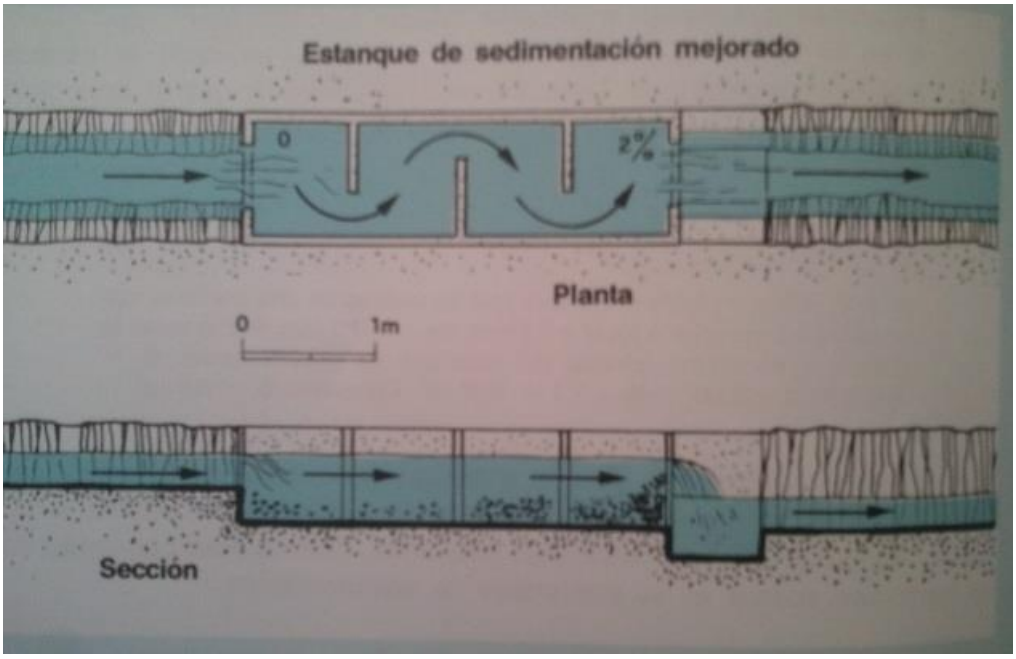
**Lista de abreviaturas ..... 33**

**Bibliografía ..... 34**

# 1. Balsas de sedimentación/decantación

Los estanques o balsas de sedimentación están diseñadas específicamente para mejorar la calidad del agua mediante la eliminación de las partículas de suelo mineral, restos fecales o de los piensos, que se encontrarán en gran cantidad en las aguas sucias salidas de las piscinas. Ello se logra reduciendo la velocidad del agua en medida suficiente como para permitir que las partículas se depositen en el fondo. Su capacidad de sedimentación está determinada por su velocidad de sedimentación **Vs** (en m/s), que disminuye a medida que se reduce el tamaño de las partículas. Es importante también la velocidad horizontal crítica **Vc** (en m/s). Esta consiste en la velocidad del caudal necesaria para recoger y arrastrar una partícula después de que se ha sedimentado. También esta velocidad disminuye con la disminución del tamaño de las partículas.

Se colocarán tras las piscinas e instalaciones, para recoger así toda el agua residual de la explotación. Los estanques estarán construidos en su totalidad en hormigón, incluidas las pantallas amortiguadoras. Se escoge este material por sus cualidades frente al trabajo que se realiza sobre él: es impermeable, por lo que no deja lixiviar el agua sucia a los acuíferos; es barato y suficientemente fuerte para aguantar el acción continua del agua sobre él; y su vida útil es muy larga, evitando el tener que reconstruirlo periódicamente. El dimensionado del grosor y del armado de las paredes del estanque se realizará con el mismo método de cálculo que para las piscinas de la explotación, pues las acciones que recibe son del mismo tipo.




Vistas de una balsa de sedimentación mejorada con pantallas de amortiguación, que disminuyen la velocidad del agua y facilitan la sedimentación de las partículas.

## 1.1. Dimensionado de las balsas de decantación

La superficie mínima del estanque de sedimentación será, por legislación, el 10% de la superficie total de las piscinas de la explotación. Si el estanque de sedimentación es un simple estanque rectangular o una cantidad de ellos, como es el caso, se puede determinar su tamaño de la manera siguiente (Huet, 1998):

a) Su superficie horizontal mínima B (en $m^2$) se calcula como sigue:

**B = (Q/Vs) * E** → donde **Q** es a caudal máximo de agua de agua que debe descargarse; **Vs** es la velocidad de sedimentación de las partículas más pequeñas que deben eliminarse; y **E** es el factor de margen en los extremos, es decir, el espacio adicional necesario en cada extremo para permitir que el agua corra suave y uniforme (normalmente, **E** = 1,3 ó 1,4)

El caudal es 4,633 $m^3/s$. La velocidad de sedimentación de las partículas más pequeñas, Vs, corresponde con la de la partícula de arena fina, la partícula de menor diámetro sobre la que actúa la balsa de sedimentación. Sobre partículas de tamaño inferior (coloides y microorganismos) actuará el filtro verde.

| Diámetro (mm) | Clasificación | Vs (mm/s) |
|---|---|---|
| 10 | Grava | 1000 |
| 1 | Grava | 100 |
| 0,1 | Arena gruesa | 8 |
| 0,01 | Arena fina | 0,154 |
| 0,001 | Bacterias | 0,00154 |
| 0,001 | Coloides | 0,0000154 |
| 0,0001 | Coloides | 0,0000000154 |

Tabla 1: velocidades de sedimentación estipuladas para los diferentes diámetros de partículas (Fuente: Pérez Farrás, 2005)

B =$(\frac{4{,}633\ m3/s}{1{,}54*10-4\ m/s})$*1,35= 40.613,96 $m^2$

b) La superficie de la sección transversal **A** (en $m^2$) se calcula como sigue:

**A = Q/v** → donde **Q** es el caudal máximo de agua que ha de descargarse; **v** es la velocidad seleccionada del agua, que deberá ser inferior a la velocidad crítica **Vc**, según el tamaño de la partícula más pequeña que ha de eliminarse de la cuenca. Esta velocidad crítica corresponde a la de la partícula de arena gruesa.

A = $\frac{4{,}633}{0{,}008}$ = 579,125 $m^2$

c) Su anchura mínima, **w** (en m), se calcula como sigue:

**w = A/h** → donde **A** es la superficie transversal mínima; y **h** (en m) es la altura máxima del agua en la balsa.

La altura de la balsa será en función de la longitud de las raíces de las eneas. Al tener que filtrar mediante esas raíces, es necesario que toda su superficie sea hábil para ello. Las raíces de eneas alcanzan una longitud media, en vertical, de 1,75 m.

w= $\frac{579,125}{1,75}$ = 330,93 m

d) Su longitud normalizada, **L** (en m) se calcula como sigue:

**L = B/w**

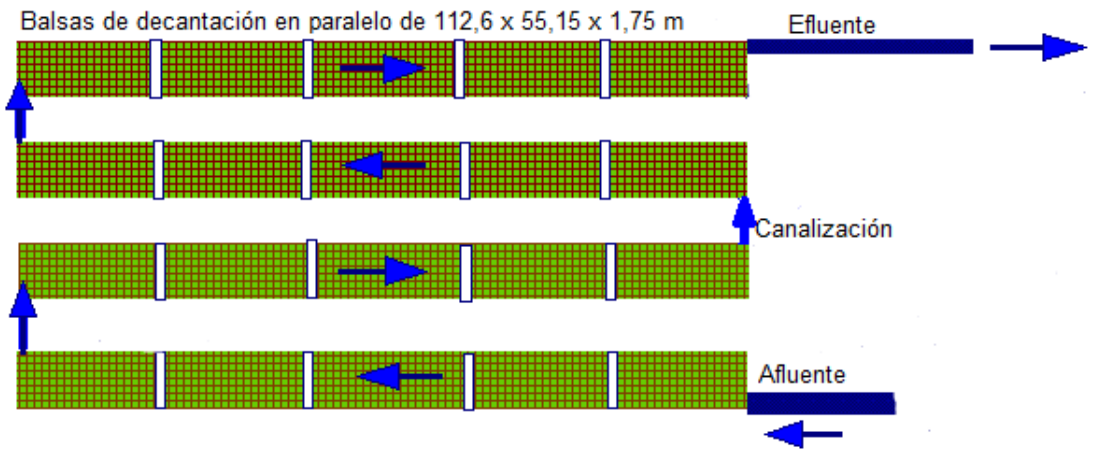
L= $\frac{40.613,96}{330,93}$ = 112,73 m.

e) Sus dimensiones totales son, por tanto:

- Anchura interna, **w** (en m): 330,93 m.
- Longitud interna, **L** (en m): 112,73 m.
- Altura de agua, **h** (en m) = 1,75 m.
- Superficie transversal, **A** (en $m^2$)= 579,125 $m^2$.
- Superficie horizontal, **B** (en $m^2$)= 40.613,96 $m^2$

## 1.2. Balsas de decantación en paralelo

Como la anchura interna y la superficie transversal son de dimensiones demasiado grandes para resultar idóneas para su limpieza y mantenimiento, se decide dividir esta superficie de decantación en seis balsas, de iguales dimensiones en achura y longitud, y colocadas en paralelo. De esta manera, tendremos **seis balsas de igual longitud, 113 metros y de 55 metros de anchura**. Así, se mantiene una relación longitud: anchura entre 1:1 Y 1:4, como se recomendó anteriormente. La profundidad del agua será de 1,75 metros, excepto en la primera balsa, para permitir a las raíces de las eneas expandirse verticalmente y actuar en toda su longitud, excepto en la primera balsa, con mayor profundidad para actuar como elemento purificador y clarificador para las siguientes balsas. Estas balsas estarán comunicadas entre sí por canalizaciones curvas, de manera que la salida de una balsa lleve el agua, gracias a estas canalizaciones, hasta el inicio de la siguiente.




Esquema de flujo de agua en balsas de decantación en paralelo

Para evitar que sedimenten partículas en estas canalizaciones curvas entre balsa y balsa, y que puedan "embozarse", aprovecharemos el efecto Venturi: disminuiremos la sección en el tramo curvo para que, al aumentar la velocidad del agua, las partículas vayan demasiados rápido para precipitar en las zonas que no sean balsas.

Cada una de las balsas de sedimentación emplazadas en paralelo, estarán separadas entre sí 3 metros, permitiendo así el que puedan circular entre ellas cualquier tipo de maquinaria que sea requerida para limpiarlas. El hecho de tener seis balsas en paralelo en vez de solo una de dimensiones mucho mayores, obviamente facilita la limpieza, al poder limpiar dichas balsas por fases, de una en una, sin tener que cortar todo el flujo de agua para ello.

El fondo del estanque de sedimentación se construye a un nivel inferior al del fondo del canal de alimentación, para concentrar las partículas de suelo recogidas del agua que entra.

Dentro del estanque, se añaden pantallas amortiguadoras para reducir ulteriormente la velocidad del agua y dejarla fluir siguiendo un recorrido zigzagueando más largo. Con estas pantallas puedes reducir en un tercio la longitud del estanque, aumentando además su capacidad de retener las partículas que se evita lleguen de vuelta al cauce del río.

Periódicamente, se comprobará que el agua fluye suave y uniformemente a través del estanque de sedimentación, evitando la formación de zonas de turbulencias o de flujo rápido.

Se le dará una inclinación al fondo, correspondiente con la pendiente natural del terreno, desde la extremidad aguas abajo hasta la entrada del estanque.

## 1.3. Limpieza de las balsas de decantación

Se deberán limpiar regularmente las balsas de sedimentación eliminando las partículas que se han ido acumulando en el fondo, tras cerrar el suministro de agua. Se puede eliminar también estas partículas de manera más regular usando un simple tubo o sifón. Habitualmente estos sedimentos son muy fértiles y se pueden aprovechar en huertos y campos cercanos para que los cultivos crezcan mejor.

El hecho de dividir la superficie necesaria de balsa de sedimentación en seis balsas, es claramente positivo a la hora de encarar la limpieza de estas. Se pueden limpiar las balsas de una en una, con el simple hecho de cortar el suministro de agua a la balsa que se vaya a limpiar, derivando este a la siguiente balsa de decantación.

Como se detalla más adelante en este documento, la superficie demandada para dimensionar un filtro verde suficiente para filtrar todos los residuos del agua, es inasumible. Por tanto, se decide un sistema en el que el filtro verde ocupe la superficie de las balsas de decantación, colocándose en la superficie de estas. La instalación de las macrófitas en la superficie es un impedimento menor a la hora de limpiar las balsas. El sistema EFE utilizado para hacer flotar a las plantas está compuesto por bandejas, sobre las cuales se instalan las plantas, que están unidas por anclajes simples entre sí, de manera que se pueden sacar fácilmente como una sola pieza con maquinaria, todas las plantas a la vez, sin prejuicio de que sufran gran estrés su raíces.

## 1.4. Filtro de resinas

Como se resuelve más adelante, la superficie demandada por el filtro verde para filtrar totalmente ciertos compuestos, como son los fosfatos, es demasiado grande para que el filtro per se, saliera rentable. Por tanto, tras las balsas de decantación y de filtro verde, se colocara un filtro de resinas antifosfato, en el tramo de canalización entre la última balsa y la salida del agua al cauce del río.

Este filtro eliminará los restos de fosfatos que no hayan sido filtrados por las eneas, hasta las concentraciones establecidas por la normativa española, que ya han sido descritas en las tablas precedentes. Bastará con renovar las resinas en el periodo de tiempo establecido por la marca comercial de la que se haya adquirido el producto.

Se colocará por tanto, un filtro de resinas, protegido por rejillas que eviten la salida de estas resinas, con capacidad para eliminar los restos de fosfatos que no hayan sido filtrado, que son 0,26 mg/l.

# 2. Filtros verdes en agronomía

## 2.1. Qué es un filtro verde

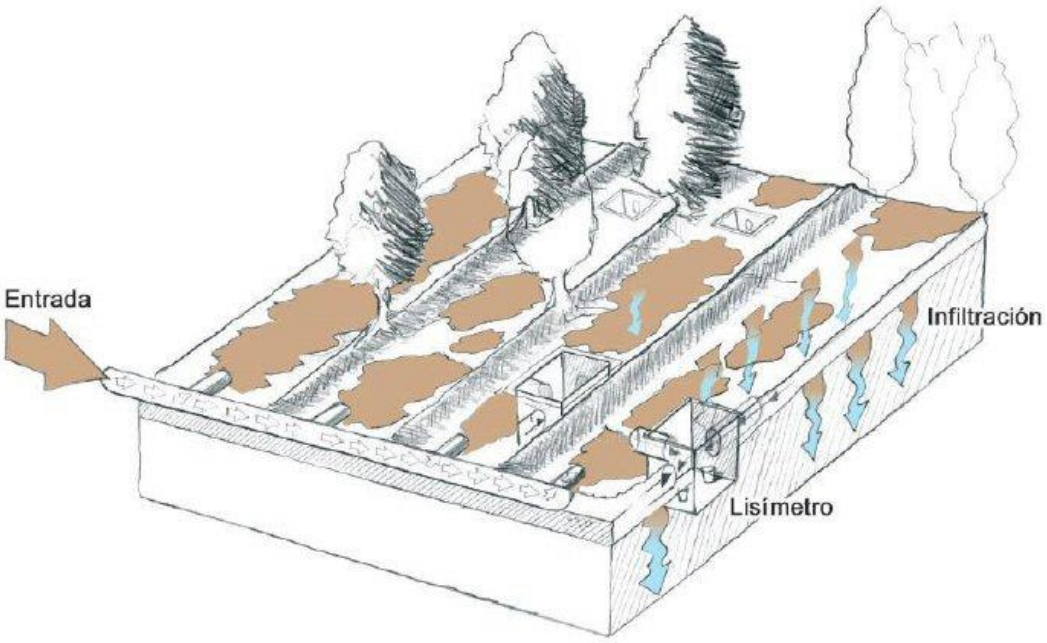
En el medio ambiente natural, el agua, el suelo, las plantas, los microorganismos y la atmósfera, interaccionan entre ellos y se producen procesos físicos, químicos y biológicos. El ser humano ha estudiado estos procesos naturales y ha aprendido a aprovecharlos para diseñar sistemas de tratamiento del agua residual. Los procesos que intervienen en estos sistemas de tratamiento incluyen sedimentación, filtración, transferencia de gases, adsorción, intercambio iónico, precipitación química, oxidación, reducción química, conversión y descomposición biológica, fotosíntesis, fotooxidación, y asimilación por parte de las plantas, como se explica detalladamente más adelante.

En acuicultura se plantea el uso de estos procesos, no sólo como sistema final de depuración de las aguas residuales de la granja, sino también como sistema integrado de tratamiento del agua dentro del proceso de recirculación. Esta biotecnología supone una solución sostenible y ecológica al tratamiento del agua residual, con un efecto positivo sobre el impacto medioambiental. Así mismo esta tecnología permite disminuir notablemente los costos de inversión y de posterior mantenimiento de un sistema tradicional de recirculación.

A diferencia de los sistemas convencionales de las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) donde el aporte energético ayuda a acelerar los procesos naturales y donde los procesos de tratamiento suelen ser secuenciales, en los sistemas de tratamiento naturales los procesos se producen a velocidades, digamos naturales, y suelen realizarse de manera simultánea en un único biorreactor-ecosistema (Carbó Bacaicoa, 2012).

Los filtros verdes intentan usar todo el ecosistema acuático para la depuración de efluentes. Se trata de instalaciones de depuración natural constituida por una superficie de terreno, en la que el efluente es vertido, consiguiéndose la depuración a la vez que se favorece el crecimiento de especies vegetales, como se muestra a continuación.

El filtro verde a proyectar, trabajará con dos de los tres tipos de contaminantes de la piscifactoría, los flotantes y los emulsionantes, ya que los sólidos habrán sido tratados por sedimentación en las balsas de decantación, ante la que no cabe duda acerca de su instalación, ya que es obligatorio por legislación en las piscifactorías españolas.




La depuración de los influentes aplicados se basa en una combinación de acciones físicas (filtración), biológicas (degradación de la materia orgánica por microorganismos) y químicas (intercambio iónico entre agua y raíces y extracción de elementos químicos por la masa vegetal). Esta depuración tiene lugar en los horizontes superiores del fluido, donde se encuentra una capa biológica activa.

Para la instalación de un filtro verde se requieren una serie de condiciones relacionadas con el terreno y el agua residual (Metcalf y Heddy, 1998):

– Terrenos con características de permeabilidad y granulometría determinadas. Los más idóneos son los terrenos franco-arcillosos y franco-arenosos.

– Nivel piezométrico a más de 1,5 m de la superficie (aunque a veces este valor debe ser aumentado al doble o triple).

– El efluente no debe contener sustancias nocivas para los cultivos que se van a encargar de la tarea del filtrado.

## 2.2. Tipos de filtros verdes

Existen diferentes técnicas de utilización de estos sistemas, como por ejemplo el sistema de baja carga, que a día de hoy es el más común y contempla la aplicación directa del agua residual sobre un terreno con vegetación (Carbó Bacaicoa, 2012). También existe el sistema de infiltración rápida que conlleva algún tipo de pretratamiento del agua antes de ser aportada y que se distribuye bien directamente al terreno, bien mediante aspersión. Otros sistemas utilizados son los denominados terrenos pantanosos, que se tratan de terrenos inundados con profundidades normalmente inferiores a 0,6 m con plantas emergentes como juncos, espadañas y

eneas. Por último existen los terrenos pantanosos artificiales que se diferencian de los anteriores en que no vierten sus residuos a ecosistemas naturales, como en los casos anteriores.

Existen dos tipos de sistemas pantanosos artificiales, los sistemas de flujo libre (FWS) y los sistemas de flujo subsuperficial (SFS). En ambos casos se suele impermeabilizar el terreno para evitar infiltraciones. El aporte de agua será precedido por el paso del agua por la balsa de decantación, donde sedimentarán los elementos gruesos y el tratamiento del agua en sí, se producirá durante la circulación del agua a través de los tallos y raíces de la vegetación emergente.

Los sistemas SFS consisten en canales o zanjas con fondos impermeables rellenos de gravas y arenas como sustrato para las plantas emergentes. En el caso de los FWS, se diferencian del SFS porque el agua circula libremente por el canal y las plantas utilizadas son plantas flotantes como es el caso del jacinto de agua, lentejas de agua u otras.

Otro tipo de filtros verdes es el constituido por especies emergentes a través de las cuales se hace circular el efluente en escorrentía superficial. Las especies más empleadas suelen ser los juncos (*Juncus, Scirpus*) y las eneas (*Typha*). Se trata de una técnica de depuración natural basada en la capacidad de algunas especies de asimilar los nutrientes contenidos en los efluentes de las instalaciones acuícolas, así como de liberar oxígeno a través de sus raíces. Da problemas de pronta colmatación del suelo.

Un tercer tipo de filtro verde es el constituido por plantas flotantes, que en ocasiones son cultivos acuáticos, de los que se obtienen interesantes subproductos para viveros ornamentales (Jacinto acuático, pistia, etc.).

Los diferentes tipos de filtros verdes no son excluyentes, sino que pueden combinarse entre sí para obtener mejores resultados (Carbó Bacaicoa, 2012).

El sistema escogido y que se va a explicar a continuación, es el sistema FMF, situado en las superficies de las propias balsas de decantación de la explotación piscícola.

# 3. Sistema FMF (filtro de macrofitas flotantes)

## 3.1. Introducción al Sistema FMF

El Filtro de macrofitas en Flotación (FMF) presenta las ventajas de los sistemas de humedales de flujo superficial (FWS) y de los sistemas acuáticos, además de que reduce sus inconvenientes. Su estructura y tipo de flujo es similar al de los humedales FWS, en cuanto a que se trata de canales debidamente aislados con flujo superficial. El rasgo diferencial más notable es el que se refiere al manejo de la vegetación emergente como vegetación flotante. Helófitos como las eneas, que en la naturaleza están arraigadas en el suelo sumergido de los humedales; e higrófitos como los juncos, especies de suelos permanentemente húmedos, se hacen crecer como plantas flotantes, a fin de que el sistema radicular y los órganos sumergidos de reserva (rizomas) se entrelacen formando un tapiz filtrante que esté permanentemente bañado por el agua residual. La depuración del agua se logra mediante mecanismos similares a los del sistema FWS, pero mejorando los procesos en que interviene la vegetación (Torres Junco, 2010).

Estas plantas, se desarrollan en flotación mediante un sistema de cestas, llamado sistema ESE, (que recibió la mención de honor de Kyoto en 2003, como mejor propuesta de acción para el agua), evitando de esta forma el gran problema de la colmatación que se produce siempre en los sistemas de filtros verdes de flujo sub-superficial o subterráneo, que debido al abundante crecimiento de raíces y rizomas, produce la colmatación del lecho filtrante, impidiendo que el agua pueda circular entre el sistema radicular, estableciéndose un flujo laminar superficial, con lo que la depuración cae bruscamente y el filtro verde deja de purificar por las raíces.

Para evitar problemas de filtración del agua con elevada cantidad de nitratos a los acuíferos y que estos se contaminen, se recubre el suelo de las piscina o estanque donde se va a ubicar el sistema, con láminas de plástico, generalmente PE (polietileno) (Torres Junco, 2007). No obstante, en nuestro caso, al ubicarse en las mismas balsas de decantación, no hará falta el utilizar PE, ya que las superficies de las balsas son de hormigón, evitando lixiviaciones. Además, las balsas se limpiarán periódicamente, como está legislado, evitando de este modo que haya colmatación.

Los filtros verdes FMF presentan las siguientes ventajas e inconvenientes:

Ventajas

- Son económicos: bajo costo, mantenimiento y construcción. Se puede aprovechar terreno no cultivable.
- Depuración más completa que los biofiltros: Metabolización por microorganismos de la materia orgánica. Se sabe que los microorganismos de las raíces de las plantas pueden llegar a eliminar hasta un 85% de la m.o. que aquel reciba.
- Cosechas potenciales y fáciles de recoger.

- Ecológico, sin ruidos, reduce el impacto ambiental de las aguas residuales de la explotación. Puede ser beneficioso para la avifauna.
- Mejor funcionamiento que el sistema FWS, por no existir resistencia al paso del agua por colmatación del lecho.
- Mayor economía en el mantenimiento, ya que al no existir colmatación no es necesaria la retirada periódica del lecho de grava junto con las raíces y rizomas, causantes de la colmatación.
- Mayor capacidad de depuración por estar todo el sistema radicular bañado por el agua.

Inconvenientes

- Grandes requerimientos de espacio (muchas veces difíciles de cumplir en la cabecera de los ríos)
- Rendimiento muy variable con el clima (poco efectivos en invierno o zonas muy frías, según las plantas que se escojan para el filtro)
- Riesgo de contaminar acuíferos. El exceso de nitrógeno en el agua puede provocar el crecimiento desordenado de las plantas a cultivar.

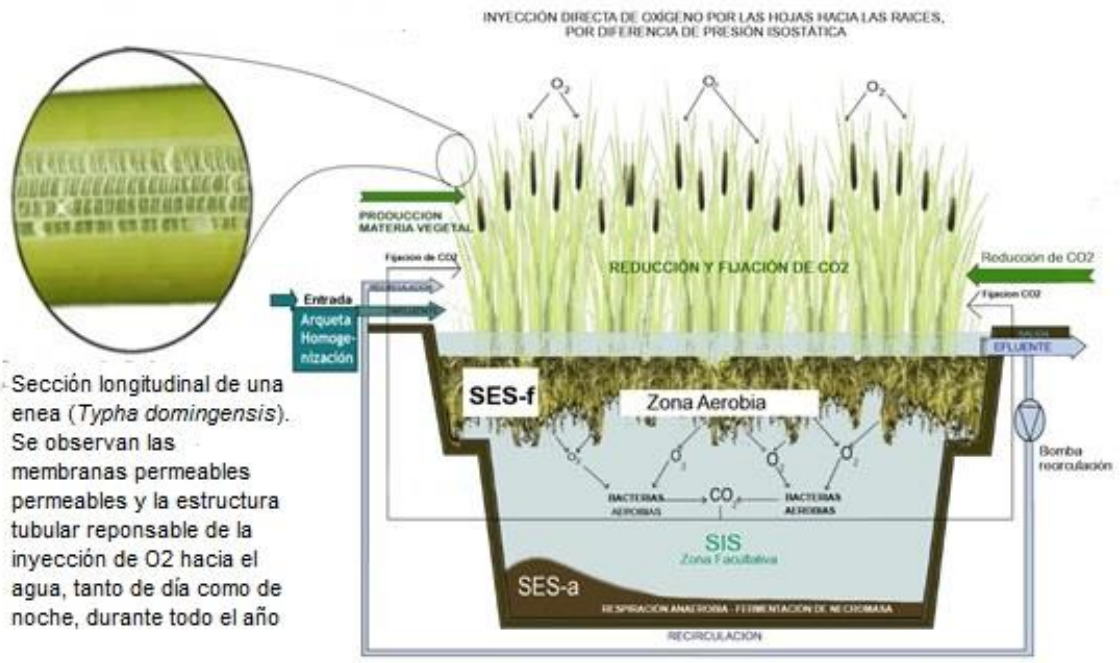
Estos inconvenientes son los que limitan su utilización en la acuicultura española, ya que la mayoría de las instalaciones están situadas cerca de los ríos. En el caso del presente proyecto, estos inconvenientes se ven paliados de la siguiente manera:

- La falta potencial de espacio: no es tal en la zona donde se ubicará la explotación, la ribera de Biescas, que por la actividad durante milenios del río y por la propia actividad humana, han dado lugar a una zona de gran superficie y pendiente mínima alrededor de la zona riparia. Además, se utilizarán las propias balsas de decantación para ubicar el filtro FMF, con el fin de tener un sistema de filtración mixto que ocupe menos superficie.
- La elección de la vegetación del filtro verde: se escogen las eneas, en base a que soportan el clima de la zona, debido a que de forma natural, están presentes en ella. Pese a que en la estación invernal las hojas se secan y mueren, el proceso por el que el oxígeno llega a las raíces y de estas, siendo difundido a la microfauna de sus alrededores, sigue funcionando (esta explicado con más detalle posteriormente). Es decir, dichos microorganismos siguen haciendo que el filtro actúe por tanto, durante todo el año.
- El riesgo de contaminar acuíferos: queda totalmente descartado con el sistema FMF, al construirse las paredes de las balsas de decantación (que contendrán el filtro verde, recordemos) con hormigón. Este material impermeabiliza el suelo y hace que todos los contaminantes sean absorbidos por el filtro verde.

Además, es posible cosechar la totalidad de la biomasa para emplearla en diversos usos industriales y energéticos, ya sea como fibra, almidón, combustible, o bien para nutrición animal o para producción de compost, si bien diferentes estudios no lo recomiendan (Torres Junco, 2007; Carbó Bacaicoa, 2012).

## 3.2. Explicación del Sistema FMF

Una vez el filtro comienza a trabajar, es muy fácil comprender su funcionamiento, que es tan natural como: el Oxígeno es bombeado directamente del aire a través de las hojas de las eneas hasta el sistema radicular, gracias a la fisiología de tipo alveolar de la estructura orgánica de todo su conjunto. Estas actúan como membranas que inyectan el $O_2$ directamente a la raíz por diferencia de presión isostática de oxigeno entre las diferentes partes de la planta (hojas, raíces y rizomas) y su medio exterior. Por esto es un sistema igualmente eficaz en climas más severos durante la época fría a pesar de la parada vegetativa, pues es solo la diferencia de presión lo que provoca que se siga bombeando oxígeno a las raíces, incluso cuando las plantas tienen su peor aspecto invernal (hojas secas por parada invernal). Esto lo hace igualmente útil para su explotación en casi todos los climas habitables del planeta (Torres Junco, 2010).




Esquema de funcionamiento del sistema FMF

El oxígeno provoca que se cree una abundante flora micro-bacteriana aeróbica, que respiran gracias al insumo de este que le suministran las plantas, y degradan la materia orgánica rompiendo sus moléculas y pasando el Carbono de estas a Dióxido de carbono, $CO_2$.

En los filtros de macrofitas, se decantan las partículas coloidales dado que el viento al pasar entre las hojas, las frota y se lleva los electrones del macrofito, con lo que al cargarse las raíces positivamente atraen a las partículas coloidales que siempre tienen carga negativa, uniéndolas y llegando a producir flóculos que pueden desprenderse.

Es normal que el agua residual tenga un alto contenido en amoníaco (50 mg./l) y bajo contenido en Nitrógeno Nítrico (4 mg./l). Las plantas asimilan muy bien la forma nítrica,

si se lo damos en este rango de concentraciones (50 mg/l son capaces de bajarlas a cifras menores que la unidad). El pH lo tienden a estabilizar a valor de 7. La concentración de la DBO es usual encontrarla reducida a valores de una cifra. La DQO se reduce fácilmente a valores inferiores a 40. En cuanto a la conductividad, con valores de 3.000 se reducen a menos de 800, dado que las plantas absorben muchos iones.

Elimina así prácticamente toda la materia orgánica digiriéndola y sin provocar olores ni fangos en el fondo de los canales (Torres Junco, 2007). Minerales y hasta metales pesados son fijados por las plantas en algunas partes de sus estructuras, y componentes como los nitratos y fósforos son absorbidos directamente siendo el verdadero abono de estas plantas para su crecimiento y desarrollo, ya que las macrofitas emergentes poseen gran demanda de nutrientes debido a su elevada producción vegetal asociada.

Por este motivo aparte del efecto depurador, el filtro posibilita y si se desea en la época adecuada la posibilidad mediante la siega, el recoger la biomasa para su utilización como forraje, compost o incluso para fines industriales (materiales de construcción de baja densidad y acústicos, y escayolas de alta resistencia a flexotracción) y energéticos (biomasa) (Torres Junco, 2010). Todo ello puede suponer unos ingresos adicionales que ayudarían a reducir o anular los costes de mantenimiento.

Otro aspecto importante del sistema FMF es el hecho de reducir drásticamente el número de microorganismos patógenos debido a la presencia de depredadores de estos (protozoos y bacteriófagos) en la rizosfera de las plantas, siendo innecesaria la cloración del agua antes del vertido al cauce. A su vez también se consigue la eliminación de los coloides del agua al ser atraídos estos a las raíces a causa de la diferencia de cargas eléctricas, evitando el efecto espejo de las aguas que producen las partículas coloidales que hace, que no pase la luz al interior del agua y que se degrade la vida de los fondos de estanques y lagos.

Para constatar la eficiencia del sistema, se muestra como en la planta de depuración del aeropuerto de Barajas se obtuvieron, con el sistema FMF, las siguientes reducciones en los parámetros de calidad del agua tratada:

Tabla 1: Cuadro de remociones conseguidas mediante el sistema FMF (Fuente: Hidrolution, 2015)

| **Parámetros** | **Agua bruta** | **Agua tratada** | **Reducción (%)** |
|---|---|---|---|
| DQO (mg $O_2$/l) | 789 | 67 | 92 |
| DBO (mg $O_2$/l) | 340 | 9,5 | 97 |
| MES | 254 | 7 | 97 |
| Nitrógeno ($NH^{3+}$, $NO_3^-$) (mg/l) | 92,4 | 7,8 | 91 |
| Fósforo ($PO_4^{3-}$) (mg/l) | 8 | 5,5, | 31 |
| Microorganismos: | | | |
| - Totales | $283.10^3$/l | $19.10^3$/l | 93 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| - | Coliformes totales | $269.10^3$/l | $17.10^3$/l | 94 |
| - | Coliformes fecales | $55.10^3$/l | $1.10^3$/l | 98 |

## 3.3. Requisitos Técnicos de Instalación

El sistema FMF demanda una serie de requisitos para su perfecto funcionamiento. En general, son requisitos fáciles de conseguir, lo que ha ayudado a la expansión de este sistema de la manera que lo ha hecho en las diferentes instalaciones con necesidad de sistema de depuración de aguas:

- Superficie de plantación requerida: Sabemos que las plantas son capaces de eliminar por $m^2$ más de 20 gr. al día de $DBO_5$, (aunque pueden alcanzarse más de 100 gr. día por $m^2$) con lo que necesitamos de **13 a 14 $m^2$** de superficie por cada 100 truchas (dependiendo también del tipo de tratamiento o pre-tratamiento físico del sistema primario).
- Marco de Plantación: **4 plantas/$m^2$**, es un marco suficientemente efectivo con el sistema de anclaje con Pieza ESE para conseguir un buen filtro flotante de raíces.
- Tiempo de retención (del agua): Variable con la profundidad, entre **2,5 y 5 días.**
- Profundidad de los canales recomendada: al menos, igual a la longitud de las raíces de las macrófitas que se planten.
- Anchura de Canales: Variable según disponibilidad (3,5 - 7 m. si se quiere segar manualmente).
- Formas en lámina de agua: Permite realizar el filtro en forma de lagos, de ríos en torrente, cascadas, meandros, remansos, etc. Lo más recomendable es una velocidad del agua que permita flujo laminar, menor de 2,5 m/s.
- Longitud de canales: Variable según disponibilidad.

La relación largo/ancho tiene gran influencia en el régimen hidráulico y en la resistencia al flujo. En teoría grandes relaciones largo/ancho 10:1 o mayores asegurarían un flujo a pistón, pero tiene el inconveniente de que en la parte alta del sistema se desborda el agua debido al incremento en la resistencia al flujo causado por la acumulación de residuos de vegetación. Por tanto relaciones de 1:1 hasta aproximadamente 4:1 son aceptables.

- Tipo de impermeabilización de los canales: Resistente a roturas por pisadas y roedores. El hormigón cumple sobradamente estos requisitos.

## 3.4. Diseño del sistema

Los puntos principales en las que se estructura el diseño del sistema son:

1. Adecuación de los niveles del terreno para la reconducción del agua hacia el canal de entrada.

2. Construcción del canal de recogida y pretratamiento.
3. Adecuación de los aliviaderos.
4. Balsas de macrofitas en flotación.

CANAL DE AFLUENTE

Se construye un canal de hormigón armado de sección rectangular que recogerá el agua de las piscinas y la conducirá a la primera balsa de macrofitas. Este canal además se encargará de distribuir el agua hacia los aliviaderos cuando el caudal alcance los valores de diseño.

ALIVIADEROS

Los aliviaderos se diseñan para su funcionamiento como filtros cuando el caudal alcanza valores que imposibilitan el funcionamiento óptimo de las balsas de macrofitas. Su capacidad se ha calculado de manera que en un rango de caudal razonable, ni los caminos existentes en este espacio se inunden, ni el agua rebose hacia las balsas de macrofitas. Se han desarrollado los cálculos hidráulicos pertinentes teniendo en cuenta las zonas de estrechamiento y obstaculización de estos aliviaderos. Tal como se explica a continuación, se han planteado dos tipos de tratamientos para los siguientes puntos críticos:

1.- Estrechamientos por la orografía del cauce: Tratamiento superficial del terreno mediante acabado de hormigón para evitar el arrastre de material por el incremento de velocidad del agua.

2.- Obstaculización por aparición de camino elevado: Canalización del agua mediante la colocación de tuberías de diferente diámetro bajo los caminos. A partir de la capacidad de evacuación de estos puntos críticos, se ha calculado la altura de los caminos en el resto del aliviadero.

BALSAS DE MACROFITAS EN FLOTACIÓN

a) Elección del macrofito

Una vez elegido el sistema de depuración por macrofitas, se ha procedido a la selección de las especies vegetales. Para ello se ha tenido en cuenta:

-Adaptabilidad a las condiciones locales. Para ello es de gran importancia buscar especies que se den de manera natural o se hayan dado en algún momento en la zona o en ecosistemas cercanos de condiciones similares.

-Capacidad de transportar oxígeno desde las hojas hasta la raíz

-Tolerancia a concentraciones elevadas de contaminantes y su capacidad asimiladora de los mismos: en nuestro caso los factores limitantes son el nitrógeno, $DBO_5$ (demanda biológica de oxígeno) y fósforo.

-Su resistencia a insectos y enfermedades y su facilidad de manejo.

Teniendo en cuenta estos requisitos, se ha seleccionado *Typha dominguensis*, comúnmente conocida como enea, como principal especie. Se trata de una planta que se ha encontrado en ecosistemas de todo Aragón y es capaz de aguantar los rigores del frío del clima de la zona. Por otro lado, se ha demostrado su enorme eficacia depuradora y su resistencia a plagas y enfermedades en muchos filtros verdes ya consolidados.

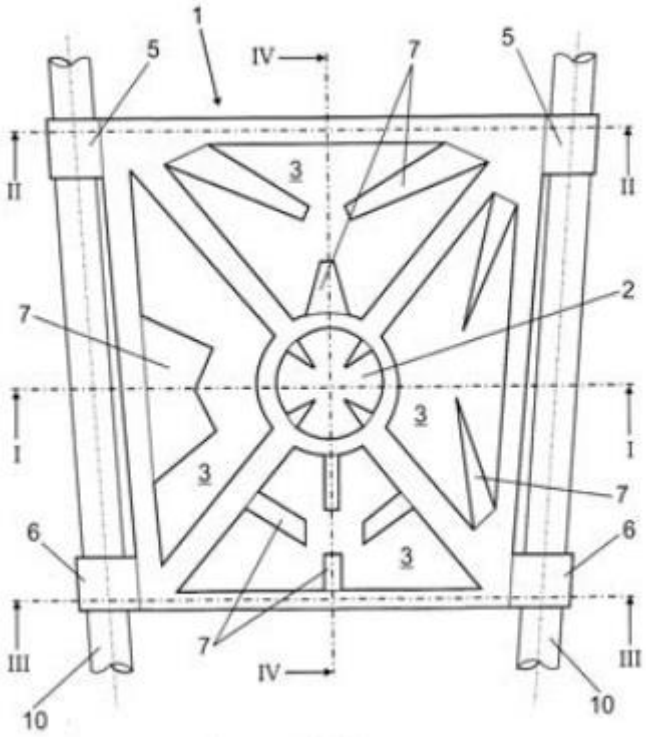
Las balsas de macrofitas van a estar vegetadas por *Typha dominguensis* (de la que se habla en profundidad más adelante) en flotación y cada una de dichas balsas va a estar coronada por un perímetro inundable en el que se desarrollarán especies marginales de altura considerable, que actuarán como límite de la zona acuática y evitando en gran medida la proliferación de las plantas filtrantes fuera de la explotación. Más detalles acerca de esta planta más adelante en este documento.

b) Sistema de balsas

Se ha diseñado un conjunto de 6 balsas que para un caudal de 4,633 $m^3$/s, con lo que se conseguirá una retención del agua **de 2 días**. Teniendo en cuenta que estamos tratando un río y no un agua residual, este tiempo de retención se considera suficiente para mejorar de forma sustancial la calidad del agua. Cuando el caudal sea inferior a 4,633 $m^3$/s, la concentración de contaminantes aumentará, pero también lo hará el tiempo de retención y por lo tanto, la acción depuradora del sistema. Para incrementar la eficiencia del sistema, se crea una primera balsa de mayor profundidad (3.5 m) que realizará la función de Decantador-Digestor-Clarificador. Las siguientes balsas tendrán una profundidad de 1,75 m.

c) "Pieza plana ESE" (estructura soporte ensambladora, patentado por empresa Hidrolution)

La base elemental del sistema FMF es convertir en flotantes a plantas macrofitas del tipo emergente, como es el caso de la enea, que habitualmente enraízan en los suelos encharcados de humedales. Las macrofitas son plantas que tienen menor densidad que el agua (0,6-0,7 kg/$m^3$), por lo que consiguen flotar sin dificultad pero en un principio, el mayor problema era asegurar la estabilidad del plantón en flotación hasta que este alcanzaba el desarrollo necesario para que los sistemas radiculares de todas las macrofitas se entrelacen entre sí formando una autentica isla flotante, momento en el cual el filtro funciona de manera óptima. Para estabilizar la planta se utiliza la siguiente pieza:




Soporte para sujetar cultivos de especies vegetales en flotación, configurado para ser sustentado por al menos dos elementos de sustentación independientes (10). El soporte comprende una estructura plana reticulada (1) que dispone de al menos un alojamiento (2-3) configurado para albergar una semilla, planta, parte de planta o rizoma, y/o combinaciones de las mismas y de al menos dos elementos de anclaje (5-6) a los elementos de sustentación independientes (10) configurados para compensar los momentos y fuerzas generados por la porción de planta que sobresale del nivel del agua con respecto al punto de intersección de dicha porción con el plano definido por la estructura (1), hasta un estado de crecimiento que la planta subsiste y se reproduce por si sola al proliferar las raíces y/o rizomas de las mismas y para transmitir dichos momentos y fuerzas a los elementos de sustentación independientes (10).

Esta pieza asegura por un lado la total flotabilidad de las plantas jóvenes y su perfecto crecimiento, y por otro lado facilita enormemente la labor de plantación sobre el agua, por la sencillez de anclaje de la planta en la pieza y de la pieza en sus soportes.

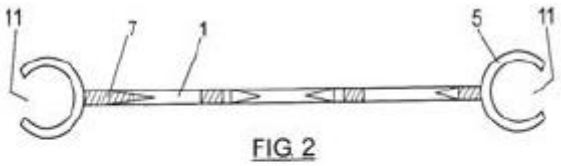



FIG 2

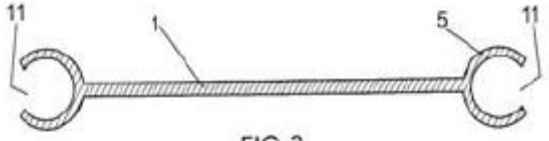
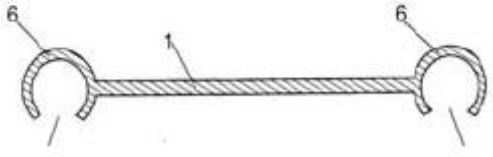



FIG 3



Las 4 sujeciones especializadas (11) son la base de la verdadera estructura que nos va a crear un mallaje interactuando con los elementos independientes (10-tubos de polietileno).

## 3.5. Mantenimiento de la Instalación

Las labores de mantenimiento, por la simplicidad del sistema, se reducen a las que se pueden realizar en cualquier jardín natural, tales como:

**I.** Limpieza.

Conservar la instalación saneada de residuos de todo tipo, manteniendo limpios los espacios de servicio entre canales y estanques, va a ser además una medida de control fitosanitario integrado.

**II.** Revisiones periódicas

Un control visual continuado de los sistemas de conducciones, impermeabilización y bombas para su correcto funcionamiento, nos va evitar males mayores en posibles daños del sistema por factores de cualquier tipo.

**III.** Tratamientos fitosanitarios:

A) Preventivos:

Durante la época invernal con productos minerales como aceites de invierno para combatir las formas invernantes de insectos, pulgones, arañas, cochinillas, piojillos y proliferación de hongos patógenos.

B) Curativos:

Se debe considerar que, como sistema filtrante, no es el propósito principal de estas plantas el tener una alta producción vegetal. Por tanto, el umbral de uso de productos fitosanitarios es diferente al de una producción vegetal normal: solo se usarán productos cuando se considere, mediante análisis visual continuado, que las plantas que forman el sistema filtrante, corren riesgo de morir y por tanto, perder eficacia el filtro verde.

A partir de la primavera con productos que puedan ser metabolizados y absorbidos por el propio filtro verde (sino, de poco serviría el filtro verde si se filtrasen al río moléculas activas de productos fitosanitarios), recomendando insecticidas oleofosforados pulgones, cochinillas, mosca blanca, acaricidas contra la arañuelas y ácaros, y fungicidas si se detecta la aparición de algún hongo especialmente dañino.

En el caso que se detecte un fuerte ataque de plaga de mosca blanca (*Trialeurodes Vaporariorum*), quizás hasta ahora la de más virulentos ataques detectados (Torres Junco, 2010),por la amplia gama de virus que transmite y los hongos que salen en la melaza que los individuos excretan, sería recomendable combinar el tratamiento con algún método de lucha biológica (como por ejemplo, la avispa parasitaria *Encarsia Formosa,* de reconocida eficacia contra mosca blanca), que además podría beneficiarse de la cobertura vegetal que dan las propias plantas. Además de ambas aplicaciones, resulta recomendable el uso de trampas cromáticas adhesivas en las épocas posteriores a la eclosión de los huevos (tienen varias generaciones, durante los meses cálidos), para tener un seguimiento del crecimiento de individuos y poder actuar en consecuencia. Si nada de esto fuera suficiente, se tratará con productos químicos recomendado para uso en acuicultura y además, en  días desde abril hasta noviembre, evitando aplicar productos químicos en invierno y también en verano si se da algún mes de excesivo ascenso de temperaturas.

No obstante, se recomienda encarecidamente el uso de productos ecológicos, que no puedan ocasionar problemas por vertidos de productos peligrosos, al río. Además, este no es un cultivo intensivo en el que se busque sobre todo la productividad, sino que lo importante es que filtren adecuadamente. Por tanto, no se necesita un control tan exquisito de las plagas, como en otros cultivos. Por tanto, es muy recomendable el tratar posibles daños por plagas con medidas culturales y biológicas (trampas de hormonas, uso de depredadores y/o parásitos), en vez de llegar al punto de usar productos de síntesis. Esto evita el que podría ser un gran problema para la viabilidad de toda la explotación, el ya comentado vertido de dichos productos  (o sus metabolitos) al río.

**IV.** Podas:

Torres Junco y Rodríguez Martínez (2007) han comprobado que los tratamientos de siega de la masa vegetal producida por las plantas macrofitas pueden ser eliminados o casi reducidos prácticamente a solo uno (quizás dos) en los casos indicados únicamente. Se conoce perfectamente del gran poder germinativo que tienen estas plantas que son capaces de rebrotar directamente de su masa de rizomas tras las épocas de parada vegetal. Bajo la masa de hojas secas después del invierno la planta genera nuevos brotes de gran vigor y fuerza que renuevan por completo toda la parte aérea entrada ya la primavera. Si eliminásemos con una poda severa toda esta parte aérea antes de la llegada de la época invernal o justo a su salida, con el fin de inducir a un rebrote de mayor vigor en las macrofitas, se podría incurrir en dos graves errores:

1. Desproteger del resguardo y de la cama de aire que proporciona la parte aérea de estas plantas a la lámina de agua y por tanto a sus raíces y sus rizomas, eliminado así un abrigo natural contra el hielo que se asienta sobre la superficie en algunos días de invierno en la ribera de Biescas, pudiéndose producir daños mayores en el sistema radicular y en los microorganismos del agua por no amortiguar el descenso de las temperaturas. Es decir las propias hojas son un excelente “Mulching” antiheladas para el sistema.

2. Eliminar la mayor parte de su poder depurador, pues al segar sus hojas eliminamos también las membranas que hacen capaces a estas plantas de bombear únicamente por diferencia de presión isostática el Oxigeno del aire hacia el agua, motivo por el cual este sistema se comporta de igual manera en invierno que en el resto de épocas climáticas.

Por estos dos motivos, si se ha de realizar podas por un excesivo volumen de la parte aérea o por eliminación de metales pesados fijados en las hojas, se podaría justo una vez iniciado ya el rebrote primaveral sobre abril-mayo, una vez las plantas ya han empezado a generar los nuevos brotes, cortando las hojas secas por encima de los nuevas varas sin hacer nunca podas bajas a pie de canal.

Se debe pensar más en la capacidad depuradora de estas plantas que en su poder ahijador y su aspecto estético durante las épocas de más frío, intentando que no se pierda nunca el poder inyector de oxigeno de la macrofita, auténtico secreto y éxito de estas plantas para poder utilizarlas como fuente de depuración.

Además está comprobado que si no podamos la planta se regenera completamente por si sola absorbiendo y digiriendo por los mismos procesos de depuración sus estructuras secas, por lo que si no es absolutamente necesario, se puede mantener el sistema sin realizar podas sobre las macrofitas, simplificando aún más su mantenimiento.

Tan esencial como todo lo anterior, será el hacer controles semanales del agua que se vierta desde el filtro verde al río. De esta manera, se cerciorará que el filtro verde rebaja el nivel de contaminantes del agua a los límites que tiene esta antes de pasar por la piscifactoría, cuando circula libre por el rio Gállego (estos parámetros están tabulados en la memoria del proyecto). En caso de que en alguno de los controles, alguna sustancia exceda dichos límites, habrá que recircular el agua hasta que se solucione el problema, bien sea aumentando la densidad del cultivo de macrofitas, o aumentando el tiempo de residencia del agua en el filtro verde.

## 3.6. Características de las plantas que conformarán el filtro FMF

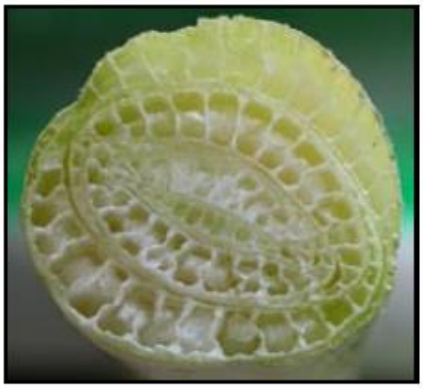
Las plantas acuáticas de los humedales tales como carrizos, juncos, eneas o esparganios, macrófitas emergentes, están adaptadas a vivir en aguas con elevada carga orgánica, debido principalmente a su sistema natural de aireación de las raíces (Torres Junco, 2010). Utilizando su propia energía, procedente en última instancia de la energía solar captada por fotosíntesis, estas plantas son capaces de enviar el oxígeno hasta sus raíces a través de un sistema conductor muy especializado. Esto favorece la degradación de la materia orgánica del entorno de las raíces por medio de los microorganismos que viven asociados al sistema radicular de la planta. Además, las plantas ejercen una depuración directa por la absorción de iones contaminantes, tanto metales pesados como aniones eutrofizantes (nitratos y fosfatos principalmente). Por este motivo, este tipo de plantas acuáticas se vienen utilizando en humedales artificiales para depuración de aguas residuales, en los que las plantas se establecen en un lecho de grava o arena, a través del cual circula el agua residual.

Debido al abundante crecimiento de las raíces y rizomas de las macrófitas emergentes instaladas en los humedales artificiales, al cabo de un cierto tiempo el lecho de fijación tiende a colmatarse, por lo que la cantidad de agua que pasa a su través se reduce considerablemente y por lo tanto se pierde la efectividad del sistema como filtro biológico. Esto se evitará con el sistema FMF, aprovechando al máximo sus raíces, que estarán sumergidas completamente en el agua, bajo las cestas ESE.

Siempre el macrófito toma el oxígeno del aire que le rodea siendo las zonas emergidas de las hojas las únicas capaces de transferir oxígeno al interior de los huecos. El oxígeno tiende a pasar de la superficie exterior de la hoja al interior de los tubos de ésta. La presión isostática de oxígeno en los huecos es siempre menor que la del aire exterior (en los huecos o tubos sólo se tiene vapor de agua y oxígeno) por tener este último menos concentración de oxígeno. Así pues el oxígeno que pasa a la hoja en la zona que emerge del agua, empieza a distribuirse y equilibrarse entre todos los tubos colaterales y a lo largo de cada uno de ellos, descendiendo por éstos, hacia las raíces.







Los tallos y hojas de las macrofitas de los humedales, tales como la enea o espadaña (Typha sp.), tienen unos tejidos especializados (aerenquima) por los que conducen el oxígeno del aire y el producido por la fotosíntesis hasta las raíces. Asociada a la rizosfera de estas macrofitas, vive una abundante flora microbiana que utilizando el oxígeno suministrado por las plantas, degrada la materia orgánica de forma natural (Torres Junco y Rodríguez Martínez, 2007)

Cuando el oxígeno llega a la zona de la hoja sumergida, sucede que el agua en contacto con la pared de la hoja, demanda el oxígeno que está en los conductos tubulares de esta zona, a causa de la DBO y DQO del agua, que hace que la presión isostática de oxígeno sea menor en el agua que en el interior de los tubos, cediendo éstos parte del oxígeno que tienen hacia la zona de la demanda; no lo ceden todo, porque existe también una fuerte demanda, que les reclama el sistema radicular que normalmente tiene condiciones eutrifizantes más severas que las de la lámina de agua que baña las hojas. Los tubos que más oxígeno dejan son siempre los que están más próximos a la zona exterior, por lo que el reparto de oxígeno siempre tiende a ser menor en las hojas hacia el agua, que el que solicita la zona sumergida. De esta forma, el reparto de oxígeno es más ecuánime y puede llegar mejor a las raíces (las raíces del macrófito suelen ser muy numerosas y finas, mientras que el número de hojas en relación con el de las raíces es pequeño y el grosor de éstas es grande con respecto al de la raíz.) El sistema radicular, con sus rizomas, se provee del oxígeno que le transmiten las hojas. La cantidad de oxígeno que se emite por el sistema radicular está en función de la cantidad de oxígeno que les llega a la zona y de la presión isostática entre los tubos y el medio según la demanda de cada lugar.

## 3.7. Eneas

*Typha* (en español, totora, gladio, espadaña, anea o enea) es un género que posee unas 8-13 especies de plantas herbáceas acuáticas emergentes robustas, perennes, rizomatosas, con hojas muy erectas y una espiga cilíndrica de numerosas flores diminutas polinizadas por viento (las masculinas arriba y las femeninas abajo). El fruto que es como un aquenio dehiscente con el ginóforo, el estilo, y el perianto persistentes en el fruto.

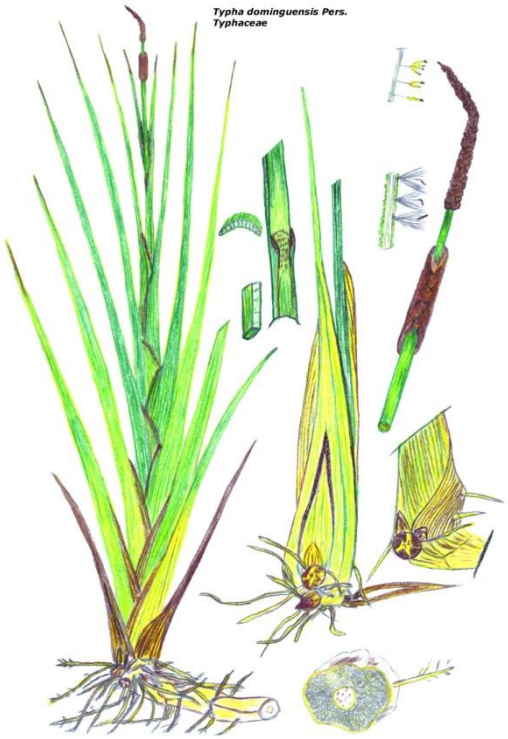
Los miembros de este taxón crecen como plantas emergentes en estanques, acequias, y pantanos. Suelen ser de las primeras especies en colonizarlos. Las colonias de eneas son muchas veces un paso importante en la desecación de lagunas y pantanos, formando una capa de denso tejido orgánico sobre la cual se deposita la tierra. El denso sistema rizomático favorece la fijación del suelo, previniendo la erosión. En el interior de las comunidades de eneas se alojan numerosos insectos, y proporciona cobijo a batracios y aves lacustres. Otras aves emplean los restos de la inflorescencia para tapizar sus nidos. Las pequeñas flores de *Typha* son polinizadas por viento.

Están ampliamente distribuidas en todo el mundo: *Typha latifolia* se encuentra en todas las regiones templadas del Hemisferio Norte; *Typha angustifolia*, también cosmopolita, soporta peor el frío y se extiende por ello menos hacia el norte. *Typha domingensis* también es subcosmopolita y soporta bien el frío. Las restantes especies tienen distribuciones más limitadas como *Typha laxmannii*, *Typha minima*, y *Typha shuttleworthii*, las que crecen en el sur de Europa y partes de Asia.

La especie de *Typha* que formará el filtro será la *Typha Domingensis*, por dos razones fundamentales: está adaptada a climas templados-fríos de todo el hemisferio norte, encontrándose de forma natural en todo Aragón; y porque ya se he experimentado con éxito su uso como filtro verde a lo largo de todo España.

Es una planta acuática, herbácea, enraizada, emergente, perenne; de hasta 2,5 m de altura. Sus hojas igualan o exceden la altura de las espigas. La inflorescencia es de color pardo claro, con una o más brácteas foliáceas caducas. Las flores en espigas masculinas hasta de 40 cm de largo y 15 mm de ancho; separadas de las femeninas por 0,6-5 cm; espigas femeninas de 50 cm de largo y 2 de diámetro, flores femeninas con bractéolas largas y delgadas, de 3 a 5 mm de largo, pelos del ginóforo coloreados en su punta y más cortos que los estigmas, ovario fusiforme, estilo de 1 a 2 mm de largo, estigma largo y delgado, 0,5-1,5 mm de largo. Fruto fusiforme, de 1-2 mm de largo.






*Typha domingesis*

Habita desde el nivel del mar hasta los 1100 m.s.n.m., en aguas de diferente tipo, desde dulce hasta subsalinas. Está muy bien adaptada a los hábitats alterados o contaminados, ricos en nutrientes.

De ella se pueden sacar los siguientes usos:

- -Alimentario: los tallos tiernos son comestibles como verdura, se pelan y se hierven, las inflorescencias tiernas también se consumen como verdura. Los rizomas pelados pueden ser consumidos como verdura, tienen un sabor dulce, también pueden

ser consumidos crudos en ensalada. El polen ha sido utilizado para hacer harina, las inflorescencias se recogen y se dejan sobre recipientes, mezclado con leche o harina se pueden elaborar bizcochos. El rizoma seco también se muele para hacer una harina y ser consumida.

- Cestería: las hojas son utilizadas para realizar diversos trabajos de cestería, esteras para canastos, somieres, tabiques, sombrajos, etc., revestimiento interior para techos y paredes. Las hojas se recogen en verano, se secan al sol durante varios días. Los tallos se emplean para hacer persianas, las hojas para los asientos de las sillas, albardas, cuencos, serijos, etc.

- Industrial: las hojas son fuente de pasta de papel.

- Textiles: los pelos de los frutos se utilizan para relleno de colchones y almohadas, también se han empleado como material absorbente en enfermería, mezclados con pelos de animales se han fabricado sombreros. Los tallos proporcionan una fibra similar a la del yute.

## 3.8. Bases aplicadas para el dimensionamiento del sistema FMF

Se va a utilizar el método estudiado por Ricard Carbó Bacaicoa, basado en el sistema FWS, pero perfectamente extrapolable al sistema FMF (Torres Junco, 2010), por el que el dimensionamiento de la superficie de filtro verde resultará de la superficie necesaria para eliminar el contaminante limitante, es decir, el que más superficie de filtro verde necesite para ser eliminado hasta niveles aceptables para el vertido del agua al río.

Todos los modelos de diseño que se usan actualmente, incluyendo este, asumen condiciones uniformes de flujo a pistón y no existen restricciones para el contacto entre los constituyentes del agua residual y los organismos responsables del tratamiento (las raíces de las plantas).

El flujo a través del humedal debe superar la resistencia por fricción del mismo sistema. Esta resistencia es impuesta por la vegetación y la capa de sedimentos en los FWS, y el medio, las raíces de las plantas y los sólidos acumulados en los SFS y FMF. La energía necesaria para superar esta resistencia viene dada por la pérdida de carga entre la entrada y la salida del sistema. La mejor solución en lo referente a la construcción, es proveer al humedal de un fondo con una inclinación que sea suficiente para permitir un drenaje completo cuando sea necesario y una salida de altura variable con el nivel del agua.

El área superficial del humedal se determina primero mediante el modelo de diseño de eliminación del contaminante limitante (P, N, DBO, TAN o SST) que se hallarán en base a las cantidades excretadas por los peces multiplicadas por la cantidad de individuos de la explotación. Posteriormente, una vez calculada, se debe determinar hidráulicamente cual es la longitud y anchura máxima aceptable del humedal para garantizar un buen rendimiento. Por último, se añadirán las cestas ESE, tantas como plantas sean necesarias para depurar el agua a niveles en los que tenga la calidad indicada para verterla de vuelta al río (siguiendo la recomendación de mantener unas 4 plantas/$m^2$).

Tabla 2: composición química de las heces de trucha arcoíris, alimentadas con tres piensos extrusionados comerciales. Datos medidos en base a peso seco. Los valores son medias ± SD donde significa en cada fila con letras diferentes son significativamente diferentes (P <0.05).

| Elemento | Heces 1 | | Heces 2 | | Heces 3 | | Promedio total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | media | ± SD | Media | ± SD | Media | ± SD | media | ± SD |
| **Elementos medidos en porcentaje** | | | | | | | | |
| **N** | 3.62 b | ±0.28 | 5.20 a | ±0.04 | 3.08 b | ±0.01 | **3.97** | ±1.10 |
| **P** | 2.51 b | ±0.13 | 3.86 a | ±0.13 | 2.25 b | ±0.07 | **2.87** | ±0.86 |
| **K** | <0.30 a | ±0.00 | <0.30 a | ±0.00 | <0.30 a | ±0.00 | **<0.30** | ±0.00 |
| **Ca** | 5.42 a | ±0.35 | 6.36 a | ±2.64 | 4.91 a | ±0.05 | **5.56** | ±0.73 |
| **Mg** | 0.44 a | ±0.01 | 0.50 a | ±0.03 | 0.39 b | ±0.00 | **0.44** | ±0.05 |
| **C inorgánico** | 0.47 b | ±0.08 | 0.79 a | ±0.01 | 0.49 b | ±0.05 | **0.58** | ±0.18 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **C orgánico** | 42.92 a | ±0.18 | 33.76 b | ±0.06 | 45.88 a | ±1.27 | **40.85** | ±6.32 |
| **Total C** | 43.38 a | ±0.26 | 34.55 b | ±0.07 | 46.37 a | ±1.23 | **41.43** | ±6.14 |
| **Elementos medidos en mg/kg** | | | | | | | | |
| **As** | <1.0 a | ±0.00 | <1.0 a | ±0.00 | <1.0 a | ±0.00 | **<1.0** | ±0.00 |
| **Cd** | <1.0 a | ±0.00 | <1.0 a | ±0.00 | <1.0 a | ±0.00 | **<1.0** | ±0.00 |
| **Co** | <1.5 a | ±0.00 | <1.5 a | ±0.00 | <1.5 a | ±0.00 | **<1.5** | ±0.00 |
| **Cr** | 3.98 a | ±0.64 | 7.42 b | ±1.25 | 3.63 a | ±0.57 | **5.01** | ±2.09 |
| **Cu** | 29.83 a | ±1.65 | 77.00 b | ±1.89 | 19.83 c | ±1.18 | **42.22** | ±30.53 |
| **Fe** | 704.17 a | ±23.33 | 1,296.67 b | ±29.70 | 1,009.83 c | ±23.81 | **1,003.56** | ±296.30 |
| **Hg** | <0.05 a | ±0.00 | 0.05 a | ±0.00 | <0.05 a | ±0.00 | **<0.05** | ±0.00 |
| **Mn** | 391.17 b | ±3.06 | 755.50 a | ±3.06 | 941.17 a | ±117.62 | **695.94** | ±279.79 |
| **Mo** | <2.5 a | ±0.00 | <2.5 a | ±0.00 | <2.5 a | ±0.00 | **<2.5** | ±0.00 |
| **Ni** | <4.0 a | ±0.43 | 4.68 a | ±0.99 | <4.0 a | ±0.58 | **<4.0** | ±0.00 |
| **Pb** | <5.0 a | ±0.00 | <5.0 a | ±0.00 | <5.0 a | ±0.00 | **<5.0** | ±0.00 |
| **Se** | <1.0 b | ±0.11 | 1.68 a | ±0.02 | <1.0 b | ±0.01 | **<1.0** | ±0.00 |
| **Zn** | 535.0 a | ±11.79 | 890.00 a | ±47.14 | 436.67 b | ±9.43 | **620.56** | ±238.47 |

Tabla 3: parámetros físico-químicos del Río Gállego

| | | **Valores** | |
|---|---|---|---|
| **Parámetro** | **Unidad** | **18/06** | **16/12** |
| Amonio total | mg/L $NH_4$ | <0,13 | <0.13 |
| Cloruros | mg/L Cl | <7.0 | <7.0 |
| Conductividad a 20 ºC | µS/cm | 180 | 221 |
| D.Q.O. | mg/l $O_2$ | <5.0 | <5.0 |
| Fosfatos | mg/l $PO_4$ | <0,05 | <0.05 |
| Fósforo Total | mg/L P | <0.05 | <0.05 |
| Nitratos | mg/L $NO_3$ | <1.0 | <1.0 |
| Nitritos | mg/L $NO_2$ | 0.021 | <0.02 |
| Oxígeno disuelto | mg/L $O_2$ | 9.9 | 12.3 |
| Oxígeno disuelto (% sat.) | % saturac. | 103.1 | 107.4 |
| pH | -- | 8.2 | 8.4 |
| Sólidos en suspensión | mg/l | <5.0 | <5.0 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sulfatos | mg/l $SO_4$ | 15.8 | 38.5 |
| Temperatura del agua | ºC | 11.2 | 6.2 |
| temperatura del aire | ºC | 23 | 12.4 |

La relación largo/ancho tiene gran influencia en el régimen hidráulico y en la resistencia al flujo. En teoría grandes relaciones largo/ancho 10:1 o mayores asegurarían un flujo a pistón, pero tiene el inconveniente de que en la parte alta del sistema se desborda el agua debido al incremento en la resistencia al flujo causado por la acumulación de residuos de vegetación. Por tanto relaciones de 1:1 hasta aproximadamente 4:1 son aceptables (Carbó Bacaicoa, 2012).

Las concentraciones límite de los elementos en cuestión, están indicadas en el Real Decreto 927/1988, de 29 de julio de 1988. Anexo III.

**Modelo para la eliminación de $DBO_5$**

Todos los sistemas de humedales artificiales pueden ser considerados como reactores biológicos y su rendimiento puede aproximarse al descrito por la cinética de primer orden de un reactor de flujo pistón. La $DBO_5$ marca la cantidad de oxígeno necesario para el mantenimiento correcto de la microfauna del flujo, de manera que expresa la necesidad del elemento para que los microorganismos filtren el agua de los elementos contaminantes, manteniendo una cantidad suficiente del elemento, para ser devuelto luego al cauce del río.

El área superficial se determina mediante la siguiente fórmula:

$$As = L.W = \frac{Q.\ln(Co/Ce)}{Kt.y.n}$$

Dónde:

Ce: concentración de $DBO_5$ en el efluente, mg/L
Co: concentración de $DBO_5$ en el afluente, mg/L
$K_t$: constante de reacción de primer orden dependiente de la temperatura, d-1
L: longitud del sistema, m
W: ancho del sistema, m
y: profundidad promedio del sistema, m
n: porosidad del sistema, fracción decimal
Q: caudal promedio en el sistema, $m^3/d$
$K_t = K_{20}\ (1{,}06)^{T-20}$; $K_{20} = 0{,}678$, $d^{-1}$

$$As = L.W = \frac{Q.\ln(Co/Ce)}{Kt.y.n} = \frac{400.205 * \ln\left(\frac{4{,}26}{3}\right)}{0{,}527 * 1{,}75 * 1} = 228.832{,}9\ m^2$$

**Modelo para eliminación de Nitrógeno:**

En la piscifactoría, los compuestos mayoritarios a la hora de verter al agua nitrógeno, son los que se desechan con las heces, es decir, amoníaco y nitritos. Serán estos de los que habrá que saber las concentraciones iniciales y finales.

La principal fuente de oxígeno para la nitrificación en estos humedales es la aireación atmosférica en la parte más cercana a la superficie del agua y la fuente de carbono para la desnitrificación es la capa de restos de vegetación que se encuentra sumergida.

Nitrificación. El modelo de diseño recomendado asume que la remoción de amoniaco se da completamente por la vía de la nitrificación. Las siguientes ecuaciones se aplican para la remoción de amoniaco en humedales FWS expresadas en términos de concentraciones de amoniaco.

$K_t$ con valores de:
$0.d^{-1}$(0ºC)
$0{,}1367.(1{,}15)^{T-10}$, $d^{-1}$(1<A <10ºC) → $K_t = 0{,}1367.\ (1{,}15)^{8{,}7-10} = 11{,}08$
$0{,}2187.(1{,}048)^{T-20}$, $d^{-1}$ (>10ºC)

Desnitrificación. La mayor parte de nitrato del humedal FWS puede desnitrificarse y ser eliminado dentro del área prevista para la nitrificación.

$$As = L.W = \frac{Q.\ln(Co/Ce)}{Kt.y.n} = \frac{400.205*\ln(\frac{4,52}{3})}{11,08*1,75*1} = 8.461{,}4\ m^2$$

**Modelo para la eliminación del fósforo**

Basándose en el análisis de los datos de la North American Data Base, Kadlec propuso una constante de primer orden igual a 2.74 cm/d para estimar la remoción de fósforo

$$As = \frac{b.Q.[\ln(Co/Ce)]}{2,74}$$

Donde

Ce : concentración de fósforo en el efluente, mg/L
Co : concentración de fósforo en el afluente, mg/L
As: área superficial del humedal, $m^2$
b : factor de conversión, 100 cm/m
Q : caudal de diseño, $m^3/d$

$$As = \frac{b.Q.[\ln(Co/Ce)]}{2,74} = \frac{100\frac{cm}{m}*400.205\frac{m3}{d}*\ln\ (\frac{3,38\ mg/l}{0,2\ mg/l})}{2,74\frac{cm}{d}} = 481.401{,}90\ m^2$$

**Modelo de eliminación de Sólidos Suspendidos Totales**

En este sistema la eliminación de sólidos se debe a procesos físicos. Debido a que la eliminación de SST es rápida en comparación con la de $DBO_5$, no se le considera como un parámetro de diseño. Además, debido al diseño de la propia instalación, la mayor parte de los sólidos suspendidos se sedimentarán en la balsa de decantación, no siendo un factor limitante para la superficie del filtro verde.

**Diseño hidráulico:**

Una vez hallada la superficie necesaria, que será la mayor de las calculadas anteriormente, se procederá a determinar el diseño hidráulico del humedal:

Uno de los aspectos más importantes es la hidráulica del humedal. Un diseño hidráulico erróneo puede causar problemas en el transporte del agua, la calidad del agua, olores y vectores de enfermedades.

El flujo de agua en un humedal FMF, al igual que en un sistema FWS, viene descrito por la ecuación de Manning, que define el flujo en canales abiertos.

$$L = [\frac{As.y^{8/3}.m^{1/2}.\ 86400}{a.Q}]^{2/3}$$

Donde:

Q: Caudal $m^3/h$
W: Ancho del humedal, m
As: Área superficial del humedal, m.
L: Longitud del humedal, m.
m: pendiente del fondo del lecho en %, expresado como decimal.
y: Profundidad del agua en el humedal, m.
a: factor de resistencia, $s \cdot m^{1/6}$

- 0,4 para vegetación escasa y y>0.4 m
- 1.6 para vegetación moderadamente densa con y ˜ 0.3m
- 6.4 para vegetación muy densa e y = 0.3 m

$$L = [\frac{481.401{,}9 * 1{,}5^{8/3} * 0{,}004^{1/2} *\ 86400}{3{,}4 * 111{,}168}]^{2/3} = 80.715{,}1 \text{ m}$$

En los humedales FMF la resistencia está distribuida sobre la totalidad de la columna de agua, ya que las plantas emergentes y los restos de vegetación están presentes en todo el espacio. La ecuación de Manning también asume flujo turbulento, lo que no es completamente válido pero es una aproximación aceptable.

Esta tecnología, no siempre podrá llevarse a cabo, se deberá tomar en consideración aspectos como disponibilidad de suficiente espacio para su ejecución, combinación con otros sistemas de filtración, climatología adversa, lugares sensibles a olores y mosquitos, etc.

En los lugares donde sea factible, puede estudiarse la necesidad o no, en función de caracterización del efluente, un aporte de oxígeno en su fase final para garantizar los niveles de oxígeno que el agua del río lleva en su cauce.

## 3.9. Dimensionado del filtro verde

Utilizando las fórmulas detalladas anteriormente, obtenemos las siguientes dimensiones para los factores limitantes:

- Para la eliminación del DBO: 228.832,9 $m^2$
- Para la eliminación del nitrógeno: 8.641,4 $m^2$
- Para la eliminación del fósforo: 481.401,9 $m^2$

Como podemos observar, la superficie limitante es la correspondiente a la necesaria para la eliminación del fósforo hasta los niveles considerados por la legislación. En todo caso, es obviamente una superficie desmesurada. Esto es así debido a la producción estimada para la explotación, correspondiente a una gran cantidad de individuos, así como por el gran caudal que utiliza la explotación (estamos hablando de unos 400.000 $m^3$/día). Como es inasumible, en términos económicos y de superficie necesaria, esta dimensión, se opta por una suerte de **sistema mixto de filtro verde más filtro biológico**. Además, el filtro verde se ubicará en las propias balsas de decantación, en su superficie. De esta manera, aprovechamos la superficie necesaria para las balsas de decantación, de la siguiente manera:

- Las partículas grandes, a partir del tamaño de la arena fina (0,01 mm) decantarán al fondo de las balsas, debido a la velocidad del agua y a los impedimentos físicos puestos en las balsas.

- Las partículas más pequeñas, coloides y microorganismos, por su parte serán filtrados por las macrófitas, flotantes en la superficie de las balsas, en la medida que puedan en la superficie que ocupan.

- La DBO será enormemente disminuida por la actividad oxigenante de las eneas sobre las aguas y la depredación de los microorganismos por la microfauna asociada a la rizosfera.

- Una vez recorrida toda la superficie de las balsas de decantación, el agua ya sin macropartículas y con una concentración muy disminuida de micropartículas y microorganismos, pasará por el filtro de resinas, que terminará de eliminar los fosfatos.

- El agua, entonces y solo entonces será devuelta por la canalización de salida, al cauce del río, con sus propiedades adecuadas para ello.

Por tanto, la superficie de filtro verde será la misma que la calculada para las balsas de decantación, un total de 40.613,96 $m^2$, como se calculó en el apartado 1 de este documento.

# Lista de abreviaturas

SST = Sólidos suspendidos totales

DQO = Demanda química de oxígeno

DBO = Demanda biológica de oxígeno

MES = Materia en suspensión

TAN = Nitrógeno amoniacal total (NH3 y NH4+).

TP = Fósforo total

SRP = Fósforo soluble reactivo

TN = Nitrógeno total

$NH_4^+$ –N = amonio – nitrógeno

$NO_3$ – N = nitrato – nitrógeno.

SD = desviación estadística

# Bibliografía


- CARBÓ BACAICOA, R., 2012. *Integración de la técnica de depuración de aguas residuales mediante humedales con los sistemas de recirculación para la acuicultura*. Revista AquaTIC, Nº 37, PAGS. 25-31
- DE MIGUEL BEASOECHEA, E., FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, J., 2005. A *Depuración de aguas mediante filtros verdes en el ambiente rural. El problema de las aguas residuales.* Revista Ambienta, nº Marzo de 2005, págs. 55-587
- PÉREZ FARRÁS, 2005. *Teoría de la sedimentación*. Instituto de Ingeniería hidráulica y rural.
- METCALF Y. E., 1998. I*ngeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, vertido y reutilización*. 3ª edición, Editorial McGraw-Hill.
- MOCCIA, R., BEVAN, D. y REID, G. 2007. Composition of Fecal Waste from Commercial Trout Farms in Ontario: Macro and Micro Nutrient Analyses and Recommendations for Recycling
- TORRES JUNCO, V.J., 2010. *El filtro de macrofitas en flotación para la depuración de las aguas residuales.* www.macrofitas.com
- TORRES JUNCO, V.J., RODRIGUEZ MARTINEZ, A.S., 2007. *Filtro de macrófitas en flotación. Sistema FMF*. Macrofitas S.L.
- https://sites.google.com/site/bioingenieriauv15/unidad-1-sistemas-de-depuracion-de-agua/1-3-filtros-verdes. Consultada en Septiembre de 2015
- http://www.tecdepur.com/blog/tecnologias-blandas-6-filtros-verdes. Consultada en Septiembre de 2015
- http://www.floraiberica.es/floraiberica/texto/pdfs/18_175_01_Typha.pdf. Consultada en Septiembre de 2015

escuela politécnica superior de huesca

**TRABAJO DE FIN DE CARRERA DE**

**INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TÍTULO**

# Proyecto de piscifactoría de trucha arcoíris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

## Anejo IV - Cálculos constructivos de las naves


| | |
|---|---|
| **AUTOR:** | **Miguel Ángel Márquez Lapuente** |
| **ENSEÑANZA:** | **Ingeniería Agrónoma** |
| **DIRECTOR:** | **Juan Escós Quílez** |
| **FECHA:** | **Octubre 2016** |

**1. INTRODUCCIÓN ..... 4**
**2. DEFNICIÓN DEL PROYECTO / DIMENSIONES DE LAS NAVES ..... 4**
**3. NORMATIVA LEGAL ..... 5**
**4. NAVE DE INCUBACIÓN Y ALEVINAJE ..... 6**
**4.1. Predimensionado ..... 6**
4.1.1. REQUISITOS ESPECIFICOS DE LA INSTALACIÓN ..... 6
4.1.2. DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA SUPERFICIE DE LA NAVE ..... 6
4.1.3. CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DE LA NAVE ..... 8
**4.2. Cálculo de las acciones actuantes sobre las estructuras ..... 10**
4.2.1. CÁLCULO DE LAS CORREAS DE CUBIERTA ..... 10
4.2.2. CÁLCULO DEL PÓRTICO TIPO ..... 14
**4.3. Cálculo de la cimentación ..... 19**
4.3.1. CÁLCULO DE LAS ZAPATAS ..... 19
4.3.2. DATOS PREVIOS AL CÁLCULO ..... 19
4.3.3. RECUBRIMIENTO ..... 19
4.3.4. PREDIMENSIONADO DE LAS ZAPATAS ..... 20
4.3.5. ACCIONES E LAS ZAPATAS ..... 20
4.3.6. CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DE SU GEOMETRÍA ..... 21
4.3.7. VERIFICACIONES A REALIZAR ..... 21
4.3.8. CÁLCULO DE LA ARMADURA DE LA ZAPATA ..... 22
**4.4. Cálculo de las riostras ..... 25**
4.4.1. CÁLCULO DE LA ARMADURA LONGITUDINAL ..... 25
4.4.2. CÁLCULO DE LA ARMADURA TRANSVERSAL ..... 25
**5. ALMACÉN, OFICINA, LABORATORIO Y ASEOS ..... 27**
**5.1. Predimensionado ..... 27**
5.1.1. REQUISITOS ESPECIFICOS DE LA INSTALACIÓN ..... 27
5.1.2. DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA SUPERFICIE DE LA NAVE ..... 28
5.1.3. CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DE LA NAVE ..... 30
**5.2. Cálculo de las acciones actuantes sobre las estructuras ..... 30**
5.2.1. CÁLCULO DE LAS CORREAS DE CUBIERTA ..... 30
5.2.2. CÁLCULO DEL PÓRTICO TIPO ..... 34
**5.3. Cálculo de la cimentación ..... 39**
5.3.1. CÁLCULO DE LAS ZAPATAS ..... 39
5.3.2. DATOS PREVIOS AL CÁLCULO ..... 39

5.3.3. RECUBRIMIENTO ..... 39
5.3.4. PREDIMENSIONADO DE LAS ZAPATAS ..... 40
5.3.5. ACCIONES E LAS ZAPATAS ..... 40
5.3.6. CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DE SU GEOMETRÍA ..... 40
5.3.7. VERIFICACIONES A REALIZAR ..... 41
5.3.8. CÁLCULO DE LA ARMADURA DE LA ZAPATA ..... 42
**5.4. Cálculo de las riostras ..... 44**
5.4.1. CÁLCULO DE LA ARMADURA LONGITUDINAL ..... 44
5.4.2. CÁLCULO DE LA ARMADURA TRANSVERSAL ..... 45

# CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS DE LAS NAVES

## 1. INTRODUCCIÓN

En este documento se realiza la descripción y cálculo de todos los elementos estructurales que componen las dos naves que hay en la explotación.

Para ello nos basamos en el Documento Básico DB SE-AE "Acciones en la Edificación", con el objetivo de determinar las acciones existentes sobre los edificios y verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural (capacidad portante y estabilidad) y aptitud para el servicio.

La explotación tendrá dos naves, la primera de incubación, alevinaje e inseminación, y la segunda que servirá como almacén y a la vez albergará la oficina, el laboratorio y los aseos. Contarán con unas dimensiones útiles interiores de 36 m (longitud) x 14 m (anchura) para la primera nave; y 12 metros de longitud x 14 m de anchura para la segunda, con unas superficies totales de 504 $m^2$ para la nave de incubación y alevinaje, 168 $m^2$ para el almacén y edificio administrativo. Los ejes longitudinales de ambas naves tendrán una orientación Noroeste-Sureste

## 2. DEFNICIÓN DEL PROYECTO / DIMENSIONES DE LAS NAVES

La estructura principal proyectada para estas naves será:

- Nave 1 (incubación y alevinaje): 4 pórticos centrales y 2 hastiales prefabricados de hormigón, de 14 metros de luz y situados cada 6 metros. La altura será de 3,1 metros en arranque de cubierta, con 5,1 metros de altura de cubierta, y el tejado será a dos aguas con una pendiente en cada lateral del 30%.
- Nave 2 (almacén, oficina, laboratorio y aseo): 2 pórticos centrales y dos hastiales, separados entre sí 6 metros. La altura en arranque de cubierta será de 3,1 metros y en cumbrera será de 5,1 metros. La pendiente del tejado será del 30%.

En los pórticos, los enlaces de pilares son las zapatas son de tipo articulado y los nudos de unión entre jácenas y pilares son de tipo rígido. El funcionamiento de los nudos ejecutados de esta manera hace que los momentos flectores en extremo de viga sean transmitidos al pilar, el cual quedará sometido a una ley de momentos flectores aunque no recibirá acciones en su vano.

Las cubiertas serán de panel tipo sándwich con aislante de poliuretano inyectado e irá colocada sobre correas prefabricadas de hormigón y fijadas a ella mediante ganchos. Los paneles tipo sándwich tienen un peso de 0,40 KN/$m^2$. Las correas son

8 vigas pretensadas de hormigón por faldón, colocadas cada metro sobre los pórticos con una longitud de 6 metros. En la coronación de la cubierta se colocará un remate de cumbrera de ventilación en toda en toda la longitud de las naves.

La cimentación se hará a base de hormigón armado HA-25/B/20/IIa. Se prevé realizarla mediante zapatas aisladas y vigas de arriostramiento. Su cálculo y disposición se mostrarán más adelante en este documento. El cálculo de los cimientos se ha realizado considerando una tensión admisible del terreno de 2 $kg/cm^2$ (tensión para un terreno normal). Como hormigón de limpieza se usará el HM-20.

# 3. NORMATIVA LEGAL

Se han seguido las prescripciones que indican las siguientes normativas:

- EHE-08 (Instrucción de Hormigón estructural)
- CTE: SE-AE (Documento Básico de Seguridad Estructural “Acciones en la edificación)
- CTE: SE-C (Documento Básico Seguridad Estructural “Cimientos”)

# 4. NAVE DE INCUBACIÓN Y ALEVINAJE

## 4.1. Predimensionado

### 4.1.1. REQUISITOS ESPECIFICOS DE LA INSTALACIÓN

Esta parte de la instalación debe cumplir los siguientes requisitos a modo de generalidad: cómodo acceso; espacio suficiente; adecuada iluminación de día y noche, estando por completo al abrigo de los rayos solares en el interior; protección contra el hielo; buena aireación; buena toma, distribución y evacuación del agua.

Al ser los individuos jóvenes de las truchas los que necesitan un agua más pura y de mayor calidad, será esta nave la primera en recibir el agua del canal de alimentación de la piscifactoría.

El espacio requerido, suponiendo una pérdida normal del 10% de los huevos, habrá de ser de 400 a 600 de media por decímetro cuadrado, para diámetros comprendidos entre 4 y 5 mm.

Conociendo las superficies estrictamente necesarias para la incubación y alevinaje, se puede calcular la superficie de todo el conjunto de pilas (habrá que prever también el espacio necesario para pasillos, y el necesario entre cajas californianas).

Las pilas de incubación y alevinaje deben colocarse de manera que ninguna parte quede fuera de la acción de la corriente, lo que favorece el buen desarrollo de huevos y alevines.

Las incubadoras californianas, donde se depositarán los huevos y más tarde crecerán los alevines durante las primeras semanas, se componen de una caja externa de chapa de zinc, madera o eternit, que contienen cuatro bandejas de incubación, cada incubadora. Las dimensiones de las cajas son muy variables y están comprendidas entre: 0,5*0,2*0,15 m y 1*0,5*0,25 m., siendo estas últimas las dimensiones escogidas. Siempre están dispuestas de forma que la corriente sea ascendente a través de la bandeja. De esta forma se obtiene una buena oxigenación del agua y una decantación parcial de las materias en suspensión. Para obtener una buena circulación del agua en el interior de la caja externa hace falta que el desagüe ocupe una parte importante de su anchura (o su totalidad).

### 4.1.2. DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA SUPERFICIE DE LA NAVE

Las dimensiones de la nave son las siguientes:

Anchura: 14 metros → + paredes = 14,4 metros

Longitud: 36 metros → + paredes = 36,4 metros

Altura en base del tejado: 3 metros

Altura en cumbrera: 5,1 metros

Pendiente del tejado: 16,67º

El espacio entre dos pilas o parejas de pilas vecinas paralelas puede variar entre 60 y 80 cm., **escogiendo para la nave 70 cm**. El pasillo debe tener una anchura mínima de 1,5 metros para facilitar idas y venidas y demás. Se trabajará con **pasillos de 2 metros.**

La pila no debe ponerse en contacto directo con el muro, para evitar que éste este constantemente húmedo. A veces, entre y la pila se deja espacio para el canal de traída de agua y la grifería. **Dejamos 0,5 metros entre las pilas y las paredes.**

Las cajas californianas normalmente se sitúan en escalera. Sin embargo, no se ponen más de cuatro o cinco seguidas (con un número mayor, el agua de las cajas inferiores no está suficientemente oxigenada).**Se escogen pilas californianas de cuatro pisos,** que rentabilizan el espacio, sin dificultar el manejo y limpieza de las propias pilas.

a) Las bandejas de incubación

Habitualmente, las bandejas de incubación son de chapa perforada de acero inoxidable, aluminio, zinc o platico. Las perforaciones de la chapa son de diámetro 1,5-2,5 mm.

La anchura de las bandejas es casi igual a la anchura interior de la pila de incubación, **que es 1 metro**. **La longitud será de 0,5 metros. Cada piso tendrá una altura de 0,25 metros, por la que fluirá la corriente de agua libremente**

Se disponen los huevos en las pilas de forma que los huevos estén cubiertos por 3-5 cm de agua, como mínimo.

Según las dimensiones de las bandejas y el diámetro de los huevos, es fácil calcular el número de huevos de incubación. Para huevos uniformemente repartidos en una sola capa, con un diámetro medio de 5 mm, habría 500 huevos/$dm^2$; una caja de incubación de 50*50 cm contendrá por tanto 10.000 huevos. Para huevos de diámetro 4 mm, contendrá 15.625.

Las bandejas estarán provistas de una tapa, puesto que la incubación debe hacerse en la oscuridad.

b) La alimentación del agua a las pilas

A presión en conducciones cerradas o al aire, por un canalón.

Los grifos están fijados al canalón; su nivel es de 20-30 cm por encima del agua de las pilas. También se pueden usar en vez de grifos, agujeros o sifones.

El desagüe de las pilas de incubación se hace por medio de un sumidero que actúa por rebose, o bien puede tratarse de un simple vertedero.

c) Rejillas para impedir la fuga de alevines

Se colocan antes del rebosadero, a 5-20 cm del extremo de la pila, según la anchura.

d) Los locales anejos

Para fecundación artificial, preparación de alimentos y expedición de peces (separados de la sala de incubación y alevinaje).

Durante la fecundación artificial son precisos depósitos de estabulación para los reproductores de 2 metros de largo por 0,75 metros de ancho (con tapa de malla). También se necesitan en esta sala: una mesa, recipientes galvanizados o de plástico; pequeños recipientes para la puesta, probetas, formol, plumas, etc., es decir, todo el material necesario para la inseminación y estabulación de los reproductores.

La sala de inseminación estará separada de la sala de incubación, por una pared del mismo material que las paredes de la nave, en la cual pondremos una puerta de 2 metros x 1 metro.

### 4.1.3. CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DE LA NAVE

1º. HUEVOS

- Densidad recomendable: 50.000 huevos/$m^2$

Se harán cinco lotes de huevos, correspondientes a 5 cinco puestas, para alargar la producción a toda la época de reproducción de la trucha y a su vez esta, a lo largo de todo el año. Se toma como medida de mortalidad de los huevos, un 10 %.

2.000.000 huevos como dato inicial → 90% (supervivencia) * 2.000.000 = **1.800.000 huevos sobreviven para hacerse alevines**

No obstante, la superficie necesaria para las pilas de incubación, la calcularemos en base a los alevines, pues son estos son las más exigentes en espacio y caudal. En estas pilas los alevines permanecen cuatro meses, hasta que tienen un tamaño de 3 cm y pesan 0,5 gramos. Así pues, las máximas necesidades de caudal y superficie en estas pilas serán para la población estimada de alevines que lleguen a esos 3 cm y 0,5 gramos, 1.800.000 individuos.

Teniendo en cuenta que se obtienen 2000 huevos/kg de hembra reproductora, necesitaremos 1000 kg de hembras reproductoras. A 1,5 kg de peso medio de las

hembras reproductoras, tendremos **667 hembras reproductoras y 333 machos** (ya que la proporción hembras: machos en la inseminación artificial es 2:1)

2º. ALEVINES

- Densidad recomendada: 4 kg/$m^2$ (= 8000 alevines/$m^2$)

$\frac{1.800.000\ alevines}{5\ lotes}$ =<u>360.000 alevines/lote</u>

Superficie necesaria: $\frac{(\text{nº de alevines} * \text{g/alevín})}{\text{densidad } (\frac{\text{g}}{\text{m2}})} \rightarrow \frac{(360.000 \frac{\text{alevines}}{\text{lote}} * 0{,}5\text{g/alevín})}{4000\ \text{g/m2}}$ = <u>45 $m^2$/lote</u>

* Área de las pilas californianas (0.5 (longitud)*1 (anchura)) =<u>0,5 $m^2$</u>

Las pilas californianas que vamos a utilizar van a tener **cuatro pisos**. Por tanto, a 0,5 $m^2$ por piso, con cuatro pisos, cada caja californiana tendrá 2 $m^2$ de superficie para los alevines

45 $m^2$/lote / 2 $m^2$/pila ≈ 23 pilas/lote → 23 pilas/lote* 5 lotes = 115 pilas (también llamadas cajas) californianas serán necesarias, ocupando un área de:

115 pilas * 0,5 $m^2$/pila = **57,5 $m^2$ de superficie de la nave para las pilas de incubación y alevinaje**

El área total del espacio necesario de incubación y alevinaje será la suma de estos 57,5 $m^2$ que ocupan las pilas, más el espacio del pasillo, más el espacio entre pilas, más el espacio entra las pilas y las paredes (en los cuatro lados)

Si escogemos una nave con cuatro pasillos y cinco filas de pilas de incubación, se obtienen las siguientes dimensiones para la susodicha nave:

- **ANCHURA:** = 0,5 metros (separación entre pared y pilas) + 1 metro (1ª fila de pilas) + 2m (pasillo) + 1 metro (2ª fila de pilas) +2 m (pasillo) 1 m (3ª fila de pilas) + 2 m (pasillo) + 1 m (4ª fila) + 2 m (pasillo) + 1 m (5ª fila de pilas) + 0,5 metro (separación con la pared) = **14 metros**
- **LONGITUD** =(recordemos que va a haber cinco filas de pilas, una y cuatro pasillos de 2 metros): ((115/5 →)23 pilas *0,5 m/pila ) + (22 huecos * 0,7 m/hueco) + 2*2 metros (espacio entre pilas y las dos paredes, al inicio y a final de las naves) = **30,9 metros ≈ 31 metros**

Por tanto, el espacio total mínimo que abarcarán las instalaciones de incubación y alevinaje será: 14m * 31 m = **434 $m^2$**

3º. SALA DE INCUBACIÓN

A la superficie calculada le sumamos un local anexo en la propia nave, para la inseminación artificial y estabulación de los reproductores:

Las pilas de estabulación serán las recomendadas, de 2 metros de largo por 0,75 metros de ancho y habrá cuatro, porque con la mano de obra de la instalación, no se podrán inseminar más que hembra por hembra. Por tanto, el local anejo para la inseminación tiene que tener hueco para dos filas de dos pilas de estabulación, mesas para el manejo de reproductores, y demás material relacionado con la inseminación.

Manteniendo la anchura de la nave, que es de 14 metros, podemos determinar que la longitud del local de inseminación y estabulación, poniendo las pilas de estabulación en posición horizontal, podría ser **5 metros**, para así tener una nave de longitud 36 metros, múltiplo de 6, lo cual facilita la construcción de la nave, constituida por pórticos separados 6 metros entre sí.

**En Conclusión, el área total de la nave sería la siguiente: 14 metros de anchura multiplicado por (31 + 5 =) 36 metros de longitud = 504 m$^2$**

## 4.2. Cálculo de las acciones actuantes sobre las estructuras

### 4.2.1. CÁLCULO DE LAS CORREAS DE CUBIERTA

Para definir al contratista de la obra el tipo de correas a instalar se calculará el momento flector máximo que deban soportar estas en función de las cargas a considerar sobre las correas de cubierta. Se realizan los cálculos para la nave de la siguiente manera:

Determinación de las acciones que actúan sobre las estructuras:

**1.- Acciones permanentes**

- Peso propio de la correa: 0,64 KN/m
- Carga permanente de la cubierta: 0,4 KN/m$^2$ → x1m= 0,4 KN/m

**2.- Acciones variables:**

- Sobrecarga de uso: se considera que la cubierta es únicamente transitable para trabajos de mantenimiento, por lo que según la tabla 3.7 del DB SE-AE, para una cubierta con una inclinación inferior a 20º (en la nave, 16,67º) tenemos una carga concentrada de 2 KN (carga uniforme de 1 KN/m$^2$)

- Sobrecarga de nieve: Se determina mediante la siguiente expresión:

$$qn = \mu \,.Sk \text{ , donde:}$$

- μ: coeficiente de forma de la cubierta. Se toma el valor 1, ya que no hay impedimento al deslizamiento de la nieve y la cubierta tiene una inclinación del 30%.

- $S_k$: el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal a una altitud de entre 850 y 875 m.s.n.m. Iterando los valores de la tabla E.2 del DB SE-AE, es de 1,35 KN/$m^2$.

Por tanto, $q_n$ = 1 * 1,35 KN/$m^2$ = 1,35 KN/$m^2$

1,35 KN/$m^2$ * 1 m = 1,35 KN/m

- Sobrecarga de viento: la acción del viento es, en general, una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, $q_e$, que puede expresarse como:

$qe = qb \,.\, ce \,.\, cp$ , siendo:

- $q_b$: presión dinámica del viento en la zona C de la figura D1 de DB SE-AE. El valor es 0,52 KN/$m^2$.
- $c_e$: el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción.

Se calcula con la tabla D.2 del DB SE-AE. El coeficiente de exposición $c_e$, para alturas sobre el terreno, z, no mayores a 200 metros, se determina con la expresión:

$$Ce = F \,.\, (F + 7.K)$$

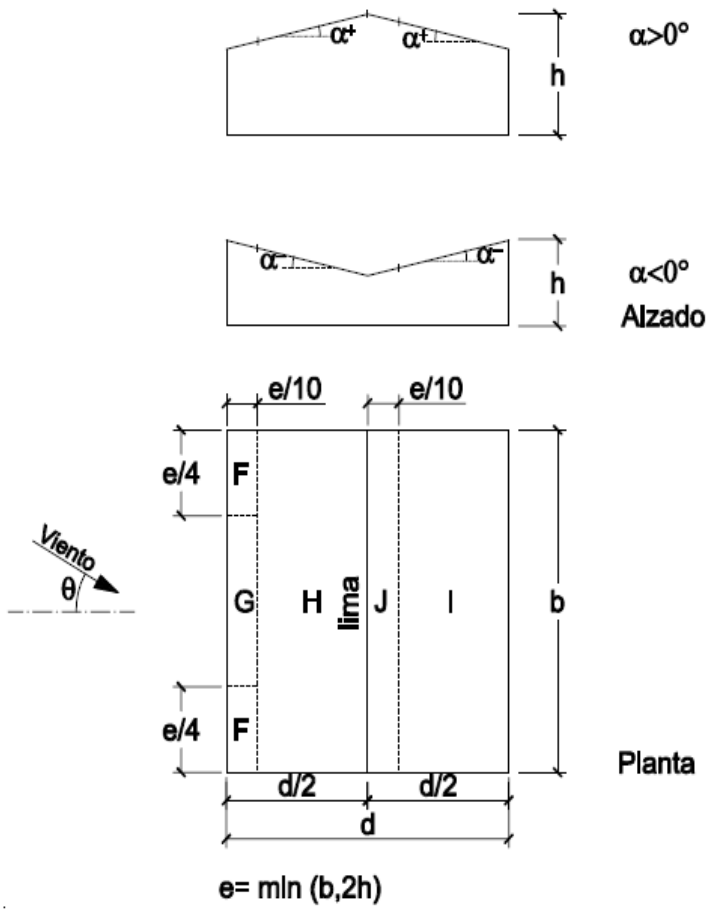
$$F = k \,.\, \ln(\max(z, Z)/L)$$

La ubicación de la piscifactoría se considera en un entorno de tipo II (terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia), cuyos valores de k, L y Z son 0,17, 0,01 y 1 metros respectivamente. Por tanto:

$\mathrm{F} = \mathrm{k} \,.\, \ln(\max(\mathrm{z}, \mathrm{Z})/\mathrm{L})$ = 0,17. Ln (máx. (1,5, 1)/0,01) = 1,0598

$c_e$ = 1,0598 . (1,0598 + (7. 0,17)) = 2,38

- $c_p$: coeficiente de presión exterior o eólico. Depende de la dirección relativa del viento, de la forma del edificio, de la posición del elemento y de su área de influencia. Los coeficientes se calculan interpolando en la Tabla D.4 del DB SE-AE (tabla D.6 en el DB SE-AE de Abril de 2009) y son los siguientes:




Donde: b = 36,4 metros; d= 14,4 metros; h= 5,1 metros; e= min [36,4 , (2*5,1)]= 10,2 metros; Pdte. del tejado= 30%= 16,67º

| Zona | Superficie ($m^2$) | $C_p$ succión | $C_p$ presión |
|---|---|---|---|
| F | 2,601 | -1,75 | 0,26 |
| G | 39,926 | -0,76 | 0,26 |
| H | 224,952 | -0,29 | 0,22 |
| I | 224,952 | -0,4 | 0 |
| J | 37,128 | -0,94 | 0 |

**Presión exterior en cubiertas:**

$$qe = qb \,.\, ce \,.\, cp$$

Presión:

Zona F: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x 0,26= 0,322 KN/$m^2$ → x 1 m= 0,322 KN/m
Zona G: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x 0,26= 0,322 KN/$m^2$ → x 1 m= 0,322 KN/m
Zona H: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x 0,22= 0,272 KN/$m^2$ → x 1 m= 0,272 KN/m

Zona I: $q_e$= 0,52 KN/m$^2$ x 2,38 x 0= 0 KN/m$^2$ →x 1m = 0 KN/m
Zona J: 0,52 KN/m$^2$ x 2,38 x 0= 0 KN/m$^2$ →x 1m = 0 KN/m

Succión:

Zona F: $q_e$= 0,52 KN/m$^2$ x 2,38 x (-1,76)= -2,166 KN/m$^2$ → x 1m= -2,166 KN/m
Zona G: $q_e$= 0,52 KN/m$^2$ x 2,38 x (-0,76)= -0,941 KN/m$^2$ → x 1m= -0,941 KN/m
Zona H: $q_e$= 0,52 KN/m$^2$ x 2,38 x (-0,29)= -0,359 KN/m$^2$ → x 1m= -0,359 KN/m
Zona I: $q_e$= 0,52 KN/m$^2$ x 2,38 x (-0,4)= -0,495 KN/m$^2$ → x 1m= -0,495 KN/m
Zona J: $q_e$= 0,52 KN/m$^2$ x 2,38 x (-0,94)= -1,163 KN/m$^2$ → x 1m= -1,163 KN/m

**Hipótesis de carga**

En la siguiente tabla podemos ver los resultados para las siguientes hipótesis:

- Hipótesis 1: Faldón a barlovento. Nieve con ciento a presión.
- Hipótesis 2: Faldón a barlovento. Nieve con viento a succión.
- Hipótesis 3: Faldón a sotavento. Nieve con viento a presión.
- Hipótesis 4: Faldón a sotavento. Nieve con viento a succión.

| Hipótesis | Acción | Valor acción (KN/m) | Coef. de ponderación | Coef. de simultaneidad | Acción ponderada (KN/m) | Total (KN/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Permanente | 1,040 | 1,35 | 1 | 1,404 | 6,912 |
| | Sobrecarga de uso | 2,000 | 1,50 | 1 | 3,000 | |
| | Carga de nieve | 1,350 | 1,50 | 1 | 2,025 | |
| | Acción del viento | 0,322 | 1,50 | 1 | 0,483 | |
| 2 | Permanente | 1,040 | 0,8 | 1 | 0,832 | 2,608 |
| | Sobrecarga de uso | 2,000 | 1,50 | 1 | 3,000 | |
| | Carga de nieve | 1,350 | 1,50 | 1 | 2,025 | |
| | Acción del viento | -2,166 | 1,50 | 1 | -3,249 | |
| 3 | Permanente | 1,040 | 1,35 | 1 | 1,404 | 6,429 |
| | Sobrecarga de uso | 2,000 | 1,50 | 1 | 3,000 | |
| | Carga de nieve | 1,350 | 1,50 | 1 | 2,025 | |
| | Acción del viento | 0 | 1,50 | 1 | 0 | |
| 4 | Permanente | 1,040 | 0,80 | 1 | 0,832 | 4,117 |
| | Sobrecarga de uso | 2,000 | 1,50 | 1 | 3,000 | |
| | Carga de nieve | 1,350 | 1,50 | 1 | 2,025 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Acción del viento | -1,160 | 1,50 | 1 | -1,740 | |

Por tanto, la combinación de acciones más desfavorable da como resultado: q = 6,912 KN/m

Las correas se consideran biapoyadas, por lo que los esfuerzos resultantes son:

- Momento flector: $M = \frac{ql^2}{8}$ = $\frac{6{,}912 \,.6^2}{8}$ = 31,104 KN/m$^2$.
- Esfuerzo cortante: $V = \frac{ql}{2}$ = $\frac{6{,}912 \,.6}{2}$ = 20,736 KN/m

Se adoptan por tanto, correas de hormigón capaces de soportar un momento flector último de 31,104 KN/m$^2$ y un esfuerzo cortante de 20,736 KN/m, cada una.

### 4.2.2. CÁLCULO DEL PÓRTICO TIPO

En este apartado se procede a la determinación de las acciones características que actúan sobre la estructura cuando los pórticos se sitúan con una distancia intereje de 6 metros.

**1. Acciones permanentes**

- Carga permanente en cubierta: 0,4 KN/m$^2$ x 6m = 2,4 KN/m
- Peso propio de las correas: 0,64 KN/m$^2$ x 6m = 3,84 KN/m
Total → 6,240 KN/m

**2. Acciones variables**

- Sobrecargas de uso: se considera que la cubierta es únicamente transitable para trabajos de conservación, por lo que para una cubierta con una inclinación inferior a 20º (16,67º en este caso), se da una carga concentrada de 2 KN/m (carga uniforme de 1 KN/m$^2$).

- Sobrecarga de nieve: volviendo a hacer uso de la expresión:

$$qn = \mu \,. Sk$$

Donde μ y $S_k$ tienen los mismos valores usados en el cálculo de la sobrecarga por nieve de las correas en el apartado anterior, 1 y 1,35 KN/m$^2$, respectivamente:

$qn = \mu \,. Sk$ = 1 x 1,35 KN/m$^2$ = 1,35 KN/m → x 6 m (modulación) = 8,1 KN/m

- Sobrecarga de viento: la acción del viento en general, la cual es una fuerza perpendicular la superficie de cada punto expuesto, se expresa nuevamente como:

$$qe = qb \,. ce \,. cp$$

Donde:

- $q_b$: presión dinámica del viento en la zona C de la figura D. 1 del DB SE-AE, que es 0,52 KN/m$^2$.
- $c_e$: coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción.

De la misma manera que el apartado anterior, se calcula utilizando la tabla D.2. del DB SE-AE, para alturas sobre el terreno, z, no mayores de 200 metros:

$$Ce = F \,.\, (F + 7.K)$$

$$F = k \,.\, \ln(\max(z, Z)/L)$$

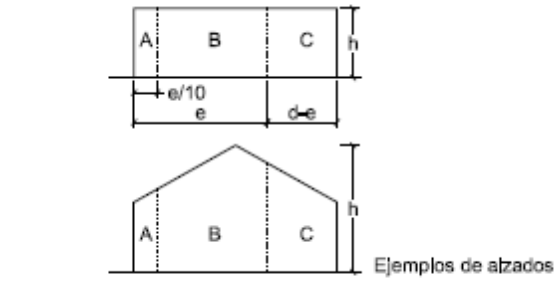
Estando en un entorno de tipo II, los valores de k, L y Z son 0,17, 0,01 y 1 m, respectivamente:

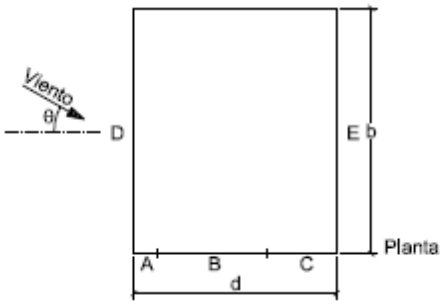
$F = 0{,}17 \,.\, \ln(\max(1{,}5, 1)/0{,}01)$ = 1,0598

$Ce = 1{,}0598 \,.\, (1{,}0598 + 7 \,.\, 0{,}17)$ = 2,38

- $c_p$: Coef. de presión exterior o eólico. Dependiente de la dirección relativa del viento, de la forma del edificio, la posición del elemento y de su área de influencia.

**Fachadas:**




Los datos dimensionales son los mismos:

b = 36,4 m; d = 14,4 m; e = min (b,2h) = 10,2m; h = 5,1 m; h/d = 0,35

- Fachada a barlovento (D)

SD = 36,4 m x 3 m = 109,2 $m^2$
$C_{pe}$ = 0,71

- Fachada a sotavento (E)

SD = 36,4 m x 3 m = 109,2 $m^2$
$C_{pe}$ = -0,31

- Fachadas hastiales (A, B y C)

SA = (3 m x 1,02 m) + ((0,293 m x 1,02 m)/2)= 3,216 $m^2$ → $c_{pe}$ = -1,2
SB = (3 m x 9,18 m) + (14,7 – 1,988 – 0,156)= 42,084 $m^2$ → $c_{pe}$ = -0,8
SC = (3 m x 4,2 m) + ((3,8 x 1,046)/2) = 14,587 $m^2$ → $c_{pe}$ = -0,5
Coeficiente de succión medio: -0,75

Presión exterior en fachadas ($qe = qb \,.\, ce \,.\, cp$):

Zonas A, B y C: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x -0,75 →= -0,928 KN/$m^2$
Zona D: $q_e$=0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x 0,71 = 0,88 KN/$m^2$ → x 6 m = <u>5,28 KN/m</u>
Zona E: $q_e$=0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x -0,31 = -0,384 KN/$m^2$ → x 6 m = -2,302 KN/m

**Cubiertas:**

| Zona | Superficie ($m^2$) | $C_p$ succión | $C_p$ presión |
|---|---|---|---|
| F | 2,601 | -1,75 | 0,26 |
| G | 39,926 | -0,76 | 0,26 |
| H | 224,952 | -0,29 | 0,22 |
| I | 224,952 | -0,4 | 0 |
| J | 37,128 | -0,94 | 0 |

<u>Presión exterior en cubiertas</u> ($qe = qb \,.\, ce \,.\, cp$):

<u>Presión:</u>

Zona F: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x 0,26= 0,322 KN/$m^2$ → x 6 m= <u>1,932 KN/m</u>
Zona G: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x 0,26= 0,322 KN/$m^2$ → x 6 m= <u>1,932 KN/m</u>
Zona H: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x 0,22= 0,272 KN/$m^2$ → x 6 m= 1,632 KN/m
Zona I: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x 0= 0 KN/$m^2$ →x 6m = 0 KN/m
Zona J: 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x 0= 0 KN/$m^2$ →x 6m = 0 KN/m

<u>Succión:</u>

Zona F: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x (-1,75)= -2,166 KN/$m^2$ → x 6m= -1<u>2,966 KN/m</u>
Zona G: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x (-0,76)= -0,941 KN/$m^2$ → x 6m= -5,646 KN/m
Zona H: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x (-0,29)= -0,359 KN/$m^2$ → x 6m= -2,154 KN/m
Zona I: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x (-0,4)= -0,495 KN/$m^2$ → x 6m= -2,97 KN/m

Zona J: $q_e$= 0,52 KN/m$^2$ x 2,38 x (-0,94)= -1,163 KN/m$^2$ → x 6m= -6,973 KN/m

Acciones térmicas

Sólo existen en elementos continuos de más de 40 metros de longitud por lo que en nuestra nave no se tiene en cuenta este apartado. Por lo tanto no hará falta disponer de jutas de dilatación al no sobrepasar las naves en ninguna de sus dimensiones, los 40 metros.

No obstante, la EHE prescribe una armadura mínima en todas las piezas de hormigón para absorber las tensiones normales de tracción debidas a variaciones de temperatura y esa armadura absorbe también las acciones reológicas.

Acciones reológicas

La EHE prescribe la armadura mínima necesaria según el tipo de pieza para absorber dichas acciones

Acciones accidentales

- Sismo: la explotación no se encuentra en una acción de zona sísmica.
- Incendio: ver CTE DB-SI
- Impacto: la acción e impacto del vehículo desde el exterior del edificio, se considerará donde y cuando lo establezca la ordenanza municipal

**Hipótesis de carga**

A continuación se muestran las 4 hipótesis de carga en función de la acción del viento y la carga de nieve:

- Hipótesis 1: Faldón a barlovento. Nieve con viento a presión.
- Hipótesis 2: Faldón a barlovento. Viento a succión con nieve.
- Hipótesis 3: Faldón a sotavento. Nieve con viento a presión.
- Hipótesis 4: Faldón a sotavento. Viento a succión con nieve.

| Hipótesis | Acción | Valor acción (KN/m) | Coef. de ponderación | Coef. de simultaneidad | Acción ponderada (KN/m) | Total (KN/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Permanente | 6,240 | 1,35 | 1 | 8,431 | 26,479 |
| | Sobrecarga de uso | 2,000 | 1,50 | 1 | 3,000 | |
| | Carga de nieve | 8,100 | 1,50 | 1 | 12,150 | |
| | Acción del viento | 1,932 | 1,50 | 1 | 2,898 | |
| 2 | Permanente | 6,240 | 0,8 | 1 | 4,992 | 0,693 |
| | Sobrecarga de uso | 2,000 | 1,50 | 1 | 3,000 | |
| | Carga de nieve | 8,100 | 1,50 | 1 | 12,150 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Acción del viento | -12,966 | 1,50 | 1 | -19,449 | |
| 3 | Permanente | 6,240 | 1,35 | 1 | 8,431 | 23,581 |
| | Sobrecarga de uso | 2,000 | 1,50 | 1 | 3,000 | |
| | Carga de nieve | 8,100 | 1,50 | 1 | 12,150 | |
| | Acción del viento | 0 | 1,50 | 1 | 0 | |
| 4 | Permanente | 6,240 | 0,80 | 1 | 4,992 | 9,682 |
| | Sobrecarga de uso | 2,000 | 1,50 | 1 | 3,000 | |
| | Carga de nieve | 8,100 | 1,50 | 1 | 12,150 | |
| | Acción del viento | -6,973 | 1,50 | 1 | -10,460 | |

Se elige la opción más desfavorable, que es la que se da en el faldón a barlovento con sobrecarga de nieve con viento a presión. Por tanto, se calcula la carga tanto en estado límite de servicio (ELS) como en estado límite último de rotura (ELU) que ha de tener que soportar la jácena o dintel.

- Acciones permanentes: 2,4 KN/m + 3,84 KN/m = 6,24 KN/m
- Acciones variables = 2,0 KN/m + 8,1 KN/m + 1,932 KN/m = 12,032 KN/m

Carga tota en ELS sobre la jácena = 18,272 KN/m

- Acciones permanentes mayoradas = 8,432 KN/m
- Acciones variables mayoradas = 18,048 KN/m

Carga total en ELU sobre la jácena = 26,48 KN/m

Las jácenas del pórtico deben garantizar el soportar una carga de al menos 26,48 KN/m en ELU ó 18,272 KN/m en ELS.

Cargas en pilares:

- Cargas verticales derivadas de las acciones sobre cubierta:
    - ELS: (18,272 KN/m x 14,4 m)/2 = 131,558 KN
    - ELU: (26,48 KN/m X 14,4 m)/2 = 190,656 KN
- Cargas horizontales: son las debidas a la acción del viento y el valor máximo obtenido en el cálculo es de 5,28 KN/m (Zona D).

Los pilares del pórtico deben garantizar la resistencia a las acciones verticales y horizontales calculadas.

Con estos datos, se adopta un pórtico tipo de dimensiones 14 metros (ancho) x 3 metros (alto), que sea capaz de soportar las acciones anteriormente calculadas. Puesto que se trata de pórticos prefabricados, los esfuerzos en apoyos y los momentos flectores, son datos garantizados por el fabricante y serán los utilizados para los cálculos de dimensionado.

El fabricante considerará los apoyos como articulados por lo que no aparecerán momentos flectores en los apoyos, teniendo solo reacción horizontal y esfuerzo axil.

Los valores de las reacciones del pórtico elegido, sin mayorar, son:

- Esfuerzo axil (N) = 94,65 KN
- Esfuerzo cortante (V) = 66,96 KN
- Momento flector ($M_z$) = 0

## 4.3. Cálculo de la cimentación

### 4.3.1. CÁLCULO DE LAS ZAPATAS

La estructura de la pórticos se colocará sobre una cimentación consistente en zapatas aisladas sobre las que se asentarán los pilares del pórtico, de (0,4 x 0,4) $m^2$ de sección. El empotramiento de los pilares será de 0,4 m. También se dispondrán de riostras de atado que unirán las zapatas contiguas

.

### 4.3.2. DATOS PREVIOS AL CÁLCULO

Para sacar adelante el cálculo de las zapatas, debemos tener en cuenta los siguientes datos:

- Resistencia admisible de terreno: $\sigma_{adm}$ = 20.000 Kg/m2
- Tipo de hormigón a utilizar: serán los determinados por el artículo 39.2 de la norma EHE, estando tipificados como HA-25/B/20/IIa para la cimentación y HL-150/P/20 para limpieza.
- Acero utilizado para la cimentación: B500 S

### 4.3.3. RECUBRIMIENTO

El recubrimiento de hormigón es la distancia entre la superficie exterior de la armadura (incluyendo cercos y estribos) y la superficie de hormigón más cercana. Según el artículo 32.7.4 de la EHE:

$$r_{nom} = r_{min} + \Delta r$$

Donde:

- $r_{nom}$ = recubrimiento nominal
- $r_{min}$ = recubrimiento mínimo (tabla 37.2.4. de la EHE)
- $\Delta r$ = margen de recubrimiento, en función del tipo de elemento y del nivel de control de ejecución.

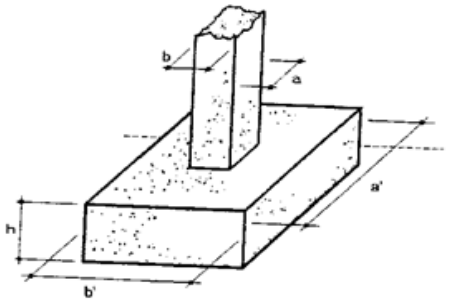
El recubrimiento nominal es el valor que debe prescribirse en el proyecto y reflejarse en los planos y servirá para definir los separadores. El recubrimiento mínimo es el valor a garantizar en cualquier punto del elemento y que es objeto de control. En este caso:

$$r_{nom} = 25 \text{ mm} + 10 \text{ mm} = 35 \text{ mm}.$$

### 4.3.4. PREDIMENSIONADO DE LAS ZAPATAS

Para calcular las zapatas hay que darles unas dimensiones previas, que en este caso, son las siguientes:

- Longitud (a) = 2 m
- Anchura (b) = 1,5 m
- Altura (c) = 1,2 m




### 4.3.5. ACCIONES E LAS ZAPATAS

La zapata recibe solicitaciones de dos tipos, las debidas a la estructura y las debidas al peso propio de la zapata y de la tierra que gravita sobre ella.

Las acciones si sitúan en el pie del pilar, por lo que deben ser trasladadas a la base de la zapata (plano de apoyo) para realizar el cálculo. En el apoyo o base del pilar tenemos:

- Reacción horizontal (esfuerzo cortante): V = 66,96 KN
- Reacción vertical (esfuerzo axil) N = 94,65 KN
- Momento flector en el apoyo: M = 0 KN

Los valores de momento flector, esfuerzo axil y esfuerzo cortante en la base de la zapata, sin mayorar, que se usarán para las comprobaciones de hundimiento, deslizamiento y vuelco son:

- M1: M + (V*h) = 0 + (66,96 KN x 1,2 m) = 80,35 KN.m
- N1 = N + Pt + Pz = 94,65 KN + 0 + (1,5m * 1,5m * 1,2m * 25 KN/$m^3$) = 162,15 KN
- V1 = V = 66,96 KN

Siendo:

- M: momento flector en la base del pilar
- V: esfuerzo cortante en la base del pilar
- N: esfuerzo axil en la base del pilar
- h: canto de la zapata

- Pt: peso del terreno que descansa sobre la zapata
- Pz: peso propio de la zapata ((longitud x altura x anchura) x densidad)

### 4.3.6. CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DE SU GEOMETRÍA

La primera comprobación que se debe hacer en las zapatas será averiguar si son rígidas o flexibles, siguiendo lo estipulado en el artículo 58 de la EHE:

- Vmáx < 2.h → zapata rígida
- Vmáx > 2.h → zapata flexible
- Vmáx = ( ancho de zapata – ancho pilar)/2

V máx = (1,5m – 0,4 m)/2 = 0,55 m; 2.h = 2 x 1,2m = 2,4 m

Por tanto: 0,55m < 2,4 m → Zapata rígida

### 4.3.7. VERIFICACIONES A REALIZAR

- COMPROBACIÓN A VUELCO

Se debe cumplir que el momento de vuelco multiplicado por un coeficiente de seguridad tiene que ser menor o igual al momento estabilizador multiplicado por su respectivo coeficiente de seguridad. Estos coeficientes de seguridad son, según el CTE: Mv x 1,8 < Me x 0,9

- $\mathrm{Mv} = \mathrm{M} + (\mathrm{V} \times \mathrm{h})$ = 0 + (66,96 KN x 1.2 m)= 80,35 KN.m → Mv x 1,8 = 144,63 KN.m
- $\mathrm{Me} = \mathrm{N1} \times \frac{a}{2}$ = 162,15 KN x 2m/2 = 162,15 KN.m → Me x 0,9 = 145,935 KN.m
- Mv < Me → 144,63 KN.m < 145,935 KN.m → CUMPLE

- COMPROBACIÓN A HUNDIMIENTO

Para la comprobación a hundimiento debe cumplirse que $q_b < \sigma_{adm.}$:

- $q_b = \frac{N1}{a \; x \; b}$ = 162,5 KN/ (1,5 m X 2 m) = 54,05 KN/m$^2$
- $\sigma_{adm}$ = 20.000 Kg/m$^2$ = 200 KN/m$^2$
- 504,05 KN/m$^2$ < 200 KN/m$^2$ → CUMPLE

- COMPROBACIÓN A DESLIZAMIENTO

Se considera que las zapatas están correctamente arriostradas, con lo cual se impide un posible deslizamiento.

- PRESIONES TRANSMITIDAS AL TERRENO

Para conocer el tipo de distribución de tensiones en la base de la zapata, se calcula la excentricidad de las cargas.

El terreno solo resiste fuerzas de compresión:

- e = 0 → distribución uniforme de tensiones sobre el terreno
- e < a/6→ distribución trapezoidal de las tensiones sobre el terreno
- e > a/6 → distribución triangular del terreno

e = M1/N1 = 80,35 KN.m/162,5 KN.m = 0,495
a/6 = 2/6 = 0,333
0,495 > 0,333 → distribución triangular

Cálculo de las presiones, máxima y media, transmitida por la zapata al terreno:

- $\sigma_{máx} = \frac{4.N1}{3b\ .(a-2e)} = \frac{4.\ 162{,}15\ KN}{3\ \ 1{,}5\ m.(2m-0{,}99)}$ = 142,7 KN/m$^2$
- $\sigma_{media} = \sigma_{máx}/2$ = 71,35 KN/m$^2$

Comprobaciones a realizar:

- 1,25. $\sigma_{adm} > \sigma_{máx}$ → 1,25 * 200 KN/m$^2$ → CUMPLE
- $\sigma_{adm} > \sigma_{media}$ → 200 KN/m$^2$ > 71,35 KN/m$^2$ → CUMPLE

A la vista de todas estas comprobaciones, se adoptan como válidas las dimensiones para las zapatas:

- Longitud (a) = 2 m
- Anchura (b) = 1,5 m
- Altura (h) = 1,2 m

### 4.3.8. CÁLCULO DE LA ARMADURA DE LA ZAPATA

La armadura de las zapatas se comprobará por cuantía por cuantía geométrica mínima, para el acero utilizado, B 500 S:

A) Armadura longitudinal

- Superficie de acero:

As > 0,0018 a x h = 0,0018 x 200 cm x 120 cm = 43,2 cm$^2$

- Número de barras

Considerando que se armará con redondos de diámetro 20 mm y sabiendo que el área aproximada de cada redondo es 3,14 cm$^2$, sería necesario disponer de 13,75 redondos, por lo que se dispondrán 14 redondos de diámetro 20 mm para la armadura longitudinal de la zapata.

- Separación entre barras

Para determinar la separación entre las barras de acero debemos tener en cuenta el recubrimiento nominal calculado anteriormente, de 3,5 cm y el número de barras que dispondrá la armadura.

Separación = 200 cm – 2 x 3,5 cm = 193 cm→ 193 cm/14 barras ≈ 13,5 cm/barra

De esta manera, se colocarán 14 redondos de 20 mm de diámetro cada uno separados entre sí 13, 5 cm.

Para comprobar que esta separación es correcta según la normativa, se debe cumplir el artículo 66.4.1 de la EHE:

- Ser al menos 1,25 veces el tamaño del árido (árido de 40 mm en este caso)
- Ser mayor de 20 mm
- Ser mayor que el diámetro de la barra mayor

Con los datos aportados anteriormente, se ve que cumple las tres condiciones.

B) Armadura transversal

- Superficie de acero

As > 0,0018 x b x h = 0,0018 x 150 cm x 120 cm = 32,4 $cm^2$

- Numero de barras

Para la armadura transversal se colocarán redondos de diámetro 20 mm, por tanto serán necesarios disponer 10,31 redondos, por tanto se colocarán 11 redondos de 20 mm de diámetro en la armadura transversal.

- Separación entre barras

Sb = 150 cm – (2 x 3,5) cm = 143 cm → 143 cm/11 barras ≈ 13 cm/barra

Finalmente se colocarán 11 redondos de 20 mm de diámetro cada uno a una distancia de 13 cm entre ellos.

Para asegurarnos que esta separación es correcta según la normativa, debe cumplirse el artículo 66.4.1. de la EHE:

- Ser al menos 1,25 veces el tamaño del árido (árido de 40 mm en este caso)
- Ser mayor de 20 mm
- Ser mayor que el diámetro de la barra mayor

Cumplen las tres condiciones

C) Disposición de las armaduras

Se disponen independientemente del tipo de anclaje, formando un emparrillado sin reducción hasta los bordes de la zapata (teniendo en cuenta el recubrimiento)

D) Anclaje de armaduras

La longitud de anclaje depende de los siguientes factores:

- De la resistencia del acero y del hormigón. Las barras de acero más resistentes necesitan más longitud de anclaje y si están en hormigón más resistente, necesitan menos longitud que si lo están en hormigón menos resistente.
- De las propiedades de adherencia de las barras: a mayor adherencia, se necesitará menor longitud de anclaje.
- De si el anclaje se hace prolongando la barra en forma recta, en patilla, en gancho o soldándola a otra barra transversal.
- De la posición de la barra dentro de la pieza de hormigón.
    - Posición I: de buena adherencia
    - Posición II: de adherencia deficiente

Para obtener la longitud de anclaje, la EHE en su artículo 66 define primeramente la longitud básica de anclaje, $L_b$I, calculándola mediante la fórmula siguiente:

- Para barras en posición I: = $\mathrm{LbI} = \mathrm{m} \,.\, \Phi^2$ ; y $\mathrm{F_{yk}} \,.\, \Phi / \, 20$

Donde:

- m = 15
- Φ = 2 cm
- $F_{yk}$ (límite elástico garantizado del acero) = 500 N/mm$^2$

$\mathrm{LbI} = m \,.\, \Phi^2$ = 15 x $2^2$ = 60 cm.

$F_{yk}$ .Φ/ 20 = 500 x 20/20 = 500 mm = 50 cm

Se adopta la mayor longitud básica = 60 cm

A partir de la longitud básica de anclaje se obtiene la longitud neta, $Lb_{,neta}$, que considera otros dos factores que permiten acortar la longitud de anclaje:

$Lb_{neta}$ = (Lb x β x As)/$As_{,real}$

Donde:

- β (Factor de reducción según el tipo de anclaje) = 0,7
- As = 43,2 cm$^2$ para la armad. longitudinal y 32, 4 para la transversal
- $As_{,real}$ = 43,96 cm$^2$ para la armad. longitudinal y 34,54 cm$^2$ para la transversal

Por tanto:

- $Lb_{,neta}$ (longitudinal) = 60 x 0,7 x 43,2/43,96 = 41,27 cm
- $Lb_{,neta}$ (transeversal) = 60 x 0,7 x 32,4/34,54 =39,4 cm

## 4.4. Cálculo de las riostras

Las vigas que se vayan a construir deben cumplir:

Canto de viga (a) > luz libre/20; a > 6 m -1,5/20; a > 0,225

Al resultar el dimensionado menor al mínimo constructivo, se adoptarán las medidas mínimas establecidas por la normativa, por lo que se ejecutará una riosrta de sección 40x40 cm, con un recubrimiento tanto lateral como superior e inferior, de 5 cm. El hormigón será HA-25/B/20/IIa.

Dado que la pieza se hormigonará sobre el terreno, debe disponerse una capa de hormigón de limpieza y excavarse el terreno con las mismas precauciones que el fondo de la zapata. Se considerará una base de hormigón de limpieza de 10 cm. de grosor para toda la cimentación.

### 4.4.1. CÁLCULO DE LA ARMADURA LONGITUDINAL

La armadura As debe cumplir las condiciones de cuantía geométrica mínima respecto a la sección de la pieza de atado:

As > 0,0028 x a x b

Considerando que se armará con redondos de 20 mm de diámetro y que se necesitan 4 redondos (2 en la parte superior y otros 2 en la inferior), tenemos que:

$As = 4 \times \pi \times r^2$

$4 \times \pi \times 1^2 > 0{,}0028 \times 40 \times 40 \rightarrow 12{,}56 > 4{,}48$

Comprobando si cumple por cuantía mecánica minima:

$$As \geq 0{,}04 \times Ac \times \frac{fesf}{fyd} = 0{,}04 \times 40 \times 40 \times \frac{^{250}/_{1,5}}{^{5000}/_{1,15}} \rightarrow 12{,}56 > 2{,}45\ cm^2$$

La separación entre barras será: 40 – (2 x 5 cm) = 30 cm

### 4.4.2. CÁLCULO DE LA ARMADURA TRANSVERSAL

El cálculo se realiza según el artículo 42 de la EHE, por el cálculo de cuantía geométrica mínima y deberá cumplir:

- Armaduras pasivas:
  - Separación: St ≤ 15 x Φ barra → St ≤ 15 x 20mm = 300mm = 30cm

- Diámetro: Φt ≥ 1/4Φ armadura = ¼ x 16 → Φ estribo ≥ 4mm

- Piezas comprimidas:

  - Distancia entre 2 barras:
  - St ≤ 30cm
  - St ≤ 3a (a=40) → St ≤ 120cm
  - St ≤ 0.85 x d (40-5=35) → St ≤ 29,75cm
  - Φ estribo ≥ 8 mm

Para satisfacer todas las condiciones se deberán colocar estribos de 8 mm de diámetro de acero B 500 S a una equidistancia St de 25 cm. entre estribos y a 5 cm de los extremos.

# 5. ALMACÉN, OFICINA, LABORATORIO Y ASEOS

## 5.1. Predimensionado

### 5.1.1. REQUISITOS ESPECIFICOS DE LA INSTALACIÓN

Esta infraestructura complementaria es de suma importancia en la unidad productiva, ya que almacenará el principal componente en la crianza de truchas, como es el alimento balanceado. Además, se guardarán todas las herramientas y maquinaria que se utilizarán en los diferentes procesos de la instalación (excepto en la inseminación, cuyos utensilios se guardarán en la propia sala de inseminación, en la nave de incubación y alevinaje).

Este edificio contendrá también la oficina administrativa, los aseos y el laboratorio. Obviamente, estas tres ubicaciones estarán aisladas la una de la otra. Pero con las medidas adoptadas, por las cuales los tres emplazamientos tienen la misma anchura, podemos edificar el inmueble de manera que a un lado de la anchura total del pórtico, se encuentre el espacio destinado al almacén, mientras que a su lado, se encuentren las tres habitaciones, una ubicada detrás de la otra, a lo largo de la nave. Así, la optimización del espacio es máxima, permitiendo además el ahorro de tener que hacer más edificaciones.

El espacio destinado al almacenaje ocupará la parte izquierda de la nave, de su inicio a su fin, mientras que oficina, aseos y laboratorio ocuparán los 4 metros de la parte derecha de la nave. De esta manera, tendrán acceso a una pared lateral en la que poner ventanas y puertas, para poder entrar sin necesidad de tener que interrumpir tareas que se hagan en el almacén.

De esta forma, esta nave estará dividida de la siguiente manera:

- Área de almacenaje
- Área de la oficina
- Área de los aseos
- Área del laboratorio

Esta infraestructura debe ser diseñada y construida dependiendo de las condiciones ambientales del medio de crianza, en nuestro caso la crianza de truchas en zona subalpina, superior a los 800 m.s.n.m. Se construirá con los mismos materiales que la nave de incubación y alevinaje.

Para garantizar la privacidad y la realización del trabajo sin molestias, las tres ubicaciones se dividirán mediante tabiques. Cada ubicación tendrá su puerta y todas ellas estarán ubicadas en el mismo lateral de la edificación.

Cada emplazamiento constará de su CSMP de donde se alimentará la iluminación, tomas de corriente y demás aparato eléctrico, de manera que cada una de ellas

podrá funcionar con independencia de que estén cerradas las demás ubicaciones del edificio.

Si bien se trata de una construcción más sencilla que la nave de incubación y alevinaje, por su carácter generalista, deberá cumplir los requisitos de óptimo almacenamiento de alimentos en forma de piensos, y de almacenamiento de herramientas y maquinaria. Para un eficiente manejo en almacén de los alimentos, se debe realizar las siguientes acciones:

TRATAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LOS PIENSOS EN EL ALAMACÉN

- Se debe almacenar utilizando parihuelas (también llamadas caltrizas) de madera o de PVC, con una separación de los lotes para una óptima ventilación, para evitar que el alimento este en contacto con el suelo húmedo.

- Prepararse para las épocas de lluvia, manteniendo el techo en buen estado. Revisar las goteras y el estado de las canaletas colectoras.

- Evitar el humedecimiento de los sacos de alimento ya que el agua será absorbida, formándose grumos con manchas que señalan la presencia de hongos.

- No se debe permitir la entrada directa de los rayos del sol.

- Almacenamiento por periodos cortos – Máximo recomendable: 3 meses.

- Se debe almacenar por tipo y tamaño del alimento: Inicio (01, 02), crecimiento (Núm. 01, 02, 03), engorde (sin pigmento) e ir utilizando en la alimentación los lotes con fechas más antiguas.

- Evitar arrastrar los sacos sobre superficies ásperas ya que se romperán debido a la fricción.

- Proveer las necesidades de alimento y adquirir solamente lo que va a ser consumido en los dos meses siguientes (el tamaño del almacen depende en gran medida de este dato).

- Revisar constantemente las existencias ya que permitirá percatarse de las infestaciones por roedores o insectos y a la vez dará una impresión sobre los lotes almacenados. .

- Aplicar el principio “primero en llegar, primero en salir” con todos los tipos de alimento debidamente separados por lotes. No colocar las bolsas recién llegadas sobre las que ya estaban antes en el almacén.

En lo referente a la oficina, aseos y al laboratorio, bastará con que estén tabicados y posean ventana y puerta, para poder realizar óptimamente las tareas que se deban hacer.

### 5.1.2. DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA SUPERFICIE DE LA NAVE

La superficie interior total de la nave será de 168 $m^2$, con una longitud de 12 metros y anchura de 14 metros. Cada uno de los emplazamientos (oficina, almacén, aseos

y laboratorio) estarán separados entre sí para dar mayor privacidad a las actividades que se realicen en cada uno de ellos.

El cálculo se basa simplemente en sumar la superficie necesaria para cada sala:

Almacén

Debe tener el área suficiente para almacenar las herramientas y maquinarias que se utilizarán en la explotación y la superficie necesaria para el alimento. En cuanto a este último aspecto, en diferentes bibliografías se cita que para piscifactorías de truchas con producciones entre 200 y 300 Tm/año, lo recomendable es no almacenar más del alimento necesario para dos meses, como máximo.

- Los sacos comerciales tienen un peso de 25 kg (independientemente del tipo de pienso usado para cada fase, vienen todos con este peso). Sabiendo la cantidad de alimento demandado en la explotación para 2 meses y el volumen que ocupa cada saco de alimento, se obtiene la superficie necesaria del almacén que servirá para guardar los sacos de alimento. Ocupando cada saco una media de 0,05 $m^3$ (resultado de dividir los 25 kg de masa de cada para la densidad del pienso del saco, que es aproximadamente 500 $kg/m^3$) y calculando el número de sacos necesarias para alimentar todos los individuos de la explotación durante dos meses, se obtiene que se almacenan 3.000 sacos, que ocupan 80 $m^2$ de superficie (sumando el espacio libre que ha de dejarse entre pilas de sacos), en pilas separadas entre sí, de 2,5 metros de altura.

- El espacio necesario para almacenar resulta de sumar la superficie que ocupa cada utensilio y el espacio libre entre ellos y el útil para andar por el propio almacén. La máquina clasificadora de peces, un toro mecánico, más redes, nasas, y en general todo lo necesario en la explotación, que ocuparán una superficie de 40 $m^2$.

Oficina

De ser lo suficientemente grande para albergar una mesa con el ordenador que llevará el control administrativo de la explotación, así como del equipo de alimentación automático. Así mismo, deberá contar con espacio para que puedan sentarse al menos un par de personas delante de la mesa del administrador, y como para que el acceso a la parte interior de la mesa no sea dificultoso. Contará con ventana y puerta

Laboratorio

Contará con espacio suficiente para tener mesa donde estudiar las muestras, en la que quepa el equipo necesario para ello. Además, espacio para el congelador de muestras. Contará con ventana y puerta.

Aseos

Contará con espacio suficiente para lavamanos, retrete y ducha (separados por puertas sin pomos). Además, en la parte cercana de la entrada, contara con taquillas para los trabajadores.

- Área de la oficina: 16 $m^2$ (4 metros de longitud x 4 metros de anchura)
- Área de los aseos: 12 $m^2$ (3 metros de longitud x 4 metros de anchura)
- Área del laboratorio: 20 $m^2$ (5 metros de longitud x 4 metros de anchura)
- Área de almacenaje: 120 $m^2$ (12 metros de longitud x 10 metros de anchura)

Área total demandada: 168 $m^2$, con 14 metros de anchura, por 12 metros de longitud

#### 5.1.3. CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DE LA NAVE

Las dimensiones de la nave son las siguientes:

Anchura: 14 metros →+ paredes = 14,4 metros

Longitud: 12 metros →+paredes = 12,4 metros

Altura en base del tejado: 3 metros

Altura en cumbrera: 5,1 metros

Pendiente del tejado; 16,67º

La nave estará porticada cada 6 metros, teniendo así tres pórticos para toda su longitud, dos hastiales y uno central, y con 14 metros de anchura. El techo será a dos aguas, con una inclinación igual a la del techo de la nave de incubación y alevinaje, de 16,67º. Los materiales serán los mismos que los utilizados en la nave citada anteriormente.

## 5.2. Cálculo de las acciones actuantes sobre las estructuras

#### 5.2.1. CÁLCULO DE LAS CORREAS DE CUBIERTA

Se calculará el momento flector máximo que deban soportar estas en función de las cargas a considerar sobre las correas de cubierta. Muchas de las cargas coincidirán con las solicitadas para la nave de incubación y alevinaje, debido a la similitud de muchas de sus características constructivas.

El procedimiento de cálculo es igual al utilizado en la nave anteriormente citada, de manera que se va a resumir, para evitar alargar innecesariamente el documento.

Determinación de las acciones que actúan sobre las estructuras:

**1.- Acciones permanentes**

- Peso propio de la correa: 0,64 KN/m
- Carga permanente de la cubierta: 0,4 KN/$m^2$ → x 1m= 0,4 KN/m

**2.- Acciones variables:**

- Sobrecarga de uso: se considera que la cubierta es únicamente transitable para trabajos de mantenimiento, por lo que, para una cubierta con una inclinación inferior a 20º, tenemos una carga concentrada de 2 KN (carga uniforme de 1 KN/$m^2$)

- Sobrecarga de nieve: Se determina mediante la siguiente expresión:

$$qn = \mu \,.\, Sk \text{ , donde:}$$

- μ: coeficiente de forma de la cubierta. Se toma el valor 1, ya que no hay impedimento al deslizamiento de la nieve y la cubierta tiene una inclinación del 30%.
- $S_k$: el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal a una altitud de entre 850 y 875 m.s.n.m. Iterando los valores de la tabla E.2 del DB SE-AE, es de 1,35 KN/$m^2$.

Por tanto, $q_n$ = 1 * 1,35 KN/$m^2$ = 1,35 KN/$m^2$

1,35 KN/$m^2$ * 1 m = 1,35 KN/m

- Sobrecarga de viento: según la expresión:

$$qe = qb \,.\, ce \,.\, cp \text{ , siendo:}$$

- $q_b$: presión dinámica del viento en la zona C de la figura D1 de DB SE-AE. El valor es 0,52 KN/$m^2$.
- $c_e$: Se calcula con la tabla D.2 del DB SE-AE. El coeficiente de exposición $c_e$, para alturas sobre el terreno, z, no mayores a 200 metros, se determina con la expresión:

$$Ce = F \,.\, (F + 7.K)$$

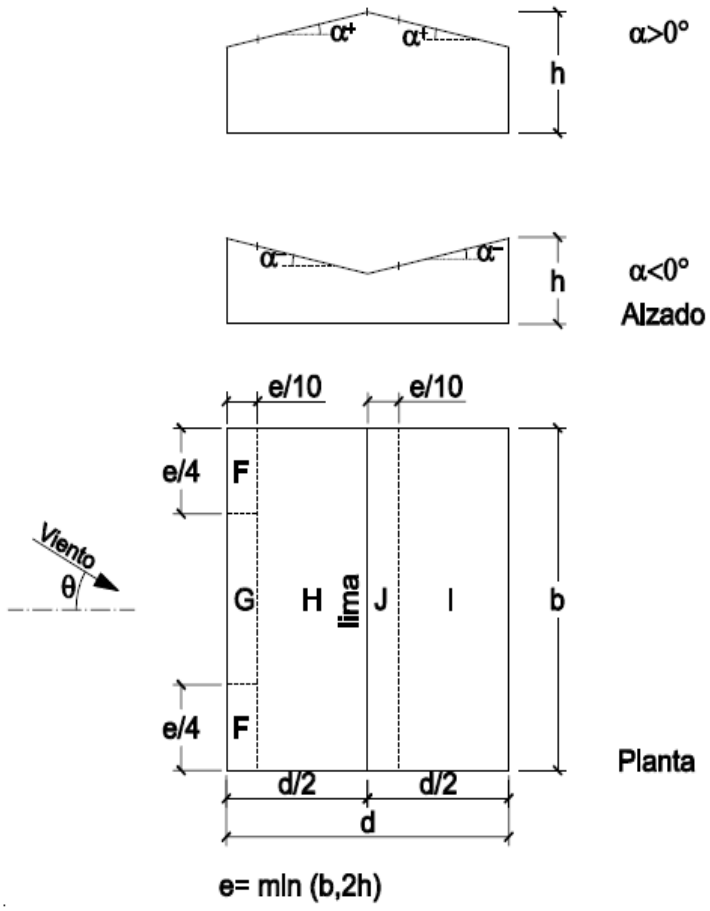
$$F = k \,.\, \ln(\max(z, Z)/L)$$

El almacén, al igual que es resto de la explotación, se considera en un entorno de tipo II (terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia), cuyos valores de k, L y Z son 0,17, 0,01 y 1 metros respectivamente. Por tanto:

$\mathrm{F} = \mathrm{k} \,.\, \ln(\max(\mathrm{z}, \mathrm{Z})/\mathrm{L})$ = 0,17. Ln (máx. (1,5, 1)/0,01) = 1,0598

$c_e$ = 1,0598 . (1,0598 + (7. 0,17)) = 2,38

- $c_p$: Los coeficientes se calculan interpolando en la Tabla D.4 del DB SE-AE (tabla D.6 en el DB SE-AE de Abril de 2009) y son los siguientes:




Donde: b = 12,4 metros; d= 14,4 metros; h= 5,1 metros; e= min [10,4; (2*5,1)]= 10,2 metros; Pdte. del tejado= 30%= 16,67º

| Zona | Superficie ($m^2$) | $C_p$ succión | $C_p$ presión |
|---|---|---|---|
| F | 2,6 | -1,75 | 0,26 |
| G | 7,446 | -1,21 | 0,26 |
| H | 76,384 | -0,29 | 0,22 |
| I | 76,384 | -0,4 | 0 |
| J | 12,648 | -0,94 | 0 |

**Presión exterior en cubiertas:**

$$qe = qb \,.\, ce \,.\, cp$$

**Presión:**

Zona F: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x 0,26= 0,322 KN/$m^2$ → x 1 m= 0,322 KN/m
Zona G: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x 0,26= 0,322 KN/$m^2$ → x 1 m= 0,322 KN/m
Zona H: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x 0,22= 0,272 KN/$m^2$ → x 1 m= 0,272 KN/m

Zona I: $q_e$= 0,52 KN/m$^2$ x 2,38 x 0= 0 KN/m$^2$ →x 1m = 0 KN/m
Zona J: 0,52 KN/m$^2$ x 2,38 x 0= 0 KN/m$^2$ →x 1m = 0 KN/m

**Succión:**

Zona F: $q_e$= 0,52 KN/m$^2$ x 2,38 x (-1,75)= -2,166 KN/m$^2$ → x 1m= -2,166 KN/m
Zona G: $q_e$= 0,52 KN/m$^2$ x 2,38 x (-1,21)= -1,497 KN/m$^2$ → x 1m= -1,497 KN/m
Zona H: $q_e$= 0,52 KN/m$^2$ x 2,38 x (-0,29)= -0,359 KN/m$^2$ → x 1m= -0,359 KN/m
Zona I: $q_e$= 0,52 KN/m$^2$ x 2,38 x (-0,4)= -0,495 KN/m$^2$ → x 1m= -0,495 KN/m
Zona J: $q_e$= 0,52 KN/m$^2$ x 2,38 x (-0,94)= -1,163 KN/m$^2$ → x 1m= -1,163 KN/m

**Hipótesis de carga**

En la siguiente tabla podemos ver los resultados para las siguientes hipótesis:

- Hipótesis 1: Faldón a barlovento. Nieve con ciento a presión.
- Hipótesis 2: Faldón a barlovento. Nieve con viento a succión.
- Hipótesis 3: Faldón a sotavento. Nieve con viento a presión.
- Hipótesis 4: Faldón a sotavento. Nieve con viento a succión.

| Hipótesis | Acción | Valor acción (KN/m) | Coef. de ponderación | Coef. de simultaneidad | Acción ponderada (KN/m) | Total (KN/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Permanente | 1,040 | 1,35 | 1 | 1,404 | 6,912 |
| | Sobrecarga de uso | 2,000 | 1,50 | 1 | 3,000 | |
| | Carga de nieve | 1,350 | 1,50 | 1 | 2,025 | |
| | Acción del viento | 0,322 | 1,50 | 1 | 0,483 | |
| 2 | Permanente | 1,040 | 0,8 | 1 | 0,832 | 2,608 |
| | Sobrecarga de uso | 2,000 | 1,50 | 1 | 3,000 | |
| | Carga de nieve | 1,350 | 1,50 | 1 | 2,025 | |
| | Acción del viento | -2,166 | 1,50 | 1 | -3,249 | |
| 3 | Permanente | 1,040 | 1,35 | 1 | 1,404 | 6,429 |
| | Sobrecarga de uso | 2,000 | 1,50 | 1 | 3,000 | |
| | Carga de nieve | 1,350 | 1,50 | 1 | 2,025 | |
| | Acción del viento | 0 | 1,50 | 1 | 0 | |
| 4 | Permanente | 1,040 | 0,80 | 1 | 0,832 | 4,117 |
| | Sobrecarga de uso | 2,000 | 1,50 | 1 | 3,000 | |
| | Carga de nieve | 1,350 | 1,50 | 1 | 2,025 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Acción del viento | -1,160 | 1,50 | 1 | -1,740 | |

Por tanto, la combinación de acciones más desfavorable da como resultado: q = 6,912 KN/m

Las correas se consideran biapoyadas, por lo que los esfuerzos resultantes son:

- Momento flector: $M = \frac{ql^2}{8}$ = $\frac{6{,}912 \,.6^2}{8}$ = 31,104 KN/m$^2$.
- Esfuerzo cortante: $V = \frac{ql}{2}$ = $\frac{6{,}912 \,.6}{2}$ = 20,736 KN/m

Se adoptan por tanto, correas de hormigón capaces de soportar un momento flector último de 31,104 KN/m$^2$ y un esfuerzo cortante de 20,736 KN/m, cada una.

### 5.2.2. CÁLCULO DEL PÓRTICO TIPO

En este apartado se procede a la determinación de las acciones características que actúan sobre la estructura cuando los pórticos se sitúan con una distancia intereje de 5 metros.

**3. Acciones permanentes**

- Carga permanente en cubierta: 0,4 KN/m$^2$ x 6 m = 2,4 KN/m
- Peso propio de las correas: 0,64 KN/m$^2$ x 6 m = 3,84 KN/m
Total → 5,2 KN/m

**4. Acciones variables**

- Sobrecargas de uso: se considera que la cubierta es únicamente transitable para trabajos de conservación, por lo que para una cubierta con una inclinación de 16,67º, se da una carga concentrada de 2 KN/m (carga uniforme de 1 KN/m$^2$).

- Sobrecarga de nieve: volviendo a hacer uso de la expresión:

$$qn = \mu \,. Sk$$

Donde μ y $S_k$ tienen los mismos valores usados en el cálculo de la sobrecarga por nieve de las correas en el apartado anterior, 1 y 1,35 KN/m$^2$, respectivamente:

$qn = \mu \,. Sk$ = 1 x 1,35 KN/m$^2$ = 1,35 KN/m → x 5 m (modulación) = 6,75 KN/m

- Sobrecarga de viento: la acción del viento en general, la cual es una fuerza perpendicular la superficie de cada punto expuesto, se expresa nuevamente como:

$$qe = qb \,. ce \,. cp$$

Donde:

$q_b$: presión dinámica del viento en la zona C de la figura D. 1 del DB SE-AE, que es 0,52 KN/m$^2$.

$c_e$: coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción.

De la misma manera que el apartado anterior, se calcula utilizando la tabla D.2. del DB SE-AE, para alturas sobre el terreno, z, no mayores de 200 metros:

$$Ce = F \,.\, (F + 7.K)$$

$$F = k \,.\, ln(max(z, Z)/L)$$

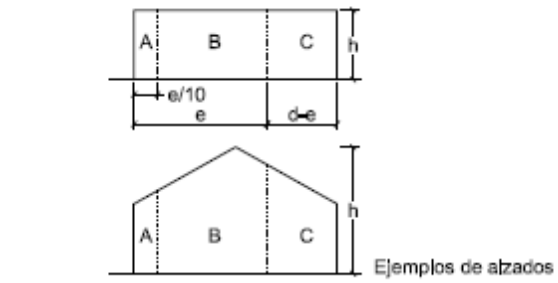
Estando en un entorno de tipo II, los valores de k, L y Z son 0,17, 0,01 y 1 m, respectivamente:

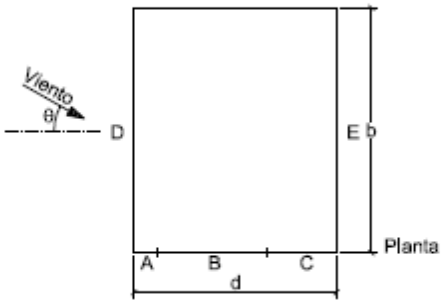
$F = 0{,}17 \,.\, \ln(\max(1{,}5, 1)/0{,}01)$ = 1,0598

$Ce = 1{,}0598 \,.\, (1{,}0598 + 7 \,.\, 0{,}17)$ = 2,38

$c_p$: Coef. de presión exterior o eólico. Dependiente de la dirección relativa del viento, de la forma del edificio, la posición del elemento y de su área de influencia.

**Fachadas:**




Los datos dimensionales son los mismos:

b = 12,4 m; d = 14,4 m; e = min (b,2h) = 10,2 m, h = 5,1 m; h/d = 0,35

- Fachada a barlovento (D)

SD = 12,4 m x 3 m = 37,2 $m^2$
$C_{pe}$ = 0,71

- Fachada a sotavento (E)

SD = 12,4 m x 3 m = 37,2 $m^2$
$C_{pe}$ = -0,33

- Fachadas hastiales (A, B y C)

SA = (3 m x 0,9 m) + ((0,293 x 1,02)/2)= 2,849 $m^2$ → $c_{pe}$ = -1,3
SB = (3 m x 8,1 m) + (14,7 – 1,988 – 0,156)= 36,856 $m^2$ → $c_{pe}$ = -0,8
SC = (3 m x 0,9 m) + ((0,9 x 1,046)/2) = 3,171 $m^2$ → $c_{pe}$ = -0,5
Coeficiente de succión medio: -0,75

Presión exterior en fachadas ($qe = qb \,.\, ce \,.\, cp$):

Zonas A, B y C: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x -0,75 = -0,928 KN/$m^2$
Zona D: $q_e$=0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x 0,78 = 0,97 KN/$m^2$ → x 6 m = 5,82 KN/m
Zona E: $q_e$=0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x -0,47 = -0,582 KN/$m^2$ → x 6 m = -3,492 KN/m

**Cubiertas:**

| Zona | Superficie ($m^2$) | $C_p$ succión | $C_p$ presión |
|---|---|---|---|
| F | 2,6 | -1,75 | 0,26 |
| G | 7,446 | -0,76 | 0,26 |
| H | 76,384 | -0,29 | 0,22 |
| I | 76,384 | -0,4 | 0 |
| J | 12,648 | -0,94 | 0 |

Presión exterior en cubiertas ($qe = qb \,.\, ce \,.\, cp$):

Presión:

Zona F: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x 0,26= 0,322 KN/$m^2$ → x 6 m= 1,932 KN/m
Zona G: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x 0,26= 0,322 KN/$m^2$ → x 6 m= 1,932 KN/m
Zona H: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x 0,22= 0,272 KN/$m^2$ → x 6 m= 1,633 KN/m
Zona I: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x 0= 0 KN/$m^2$ →x 6 m = 0 KN/m
Zona J: 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x 0= 0 KN/$m^2$ →x 6 m = 0 KN/m

Succión:

Zona F: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x (-1,75)= -2,166 KN/$m^2$ → x 6 m= -12,966 KN/m
Zona G: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x (-0,76)= -0,941 KN/$m^2$ → x 6 m= -5,646 KN/m
Zona H: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x (-0,29)= -0,359 KN/$m^2$ → x 6 m= -2,154 KN/m
Zona I: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x (-0,4)= -0,495 KN/$m^2$ → x 6 m= -2,97 KN/m
Zona J: $q_e$= 0,52 KN/$m^2$ x 2,38 x (-0,94)= -1,163 KN/$m^2$ → x 6 m= -6,978 KN/m

Acciones térmicas

Sólo existen en elementos continuos de más de 40 metros de longitud por lo que en nuestra nave no se tiene en cuenta este apartado. Por lo tanto no hará falta disponer de jutas de dilatación al no sobrepasar las naves en ninguna de sus dimensiones, los 40 metros.

No obstante, la EHE prescribe una armadura mínima en todas las piezas de hormigón para absorber las tensiones normales de tracción debidas a variaciones de temperatura y esa armadura absorbe también las acciones reológicas.

Acciones reológicas

La EHE prescribe la armadura mínima necesaria según el tipo de pieza para absorber dichas acciones

Acciones accidentales

- Sismo: la explotación no se encuentra en una acción de zona sísmica.
- Incendio: ver CTE DB-SI
- Impacto: la acción e impacto del vehículo desde el exterior del edificio, se considerará donde y cuando lo establezca la ordenanza municipal

Hipótesis de carga

A continuación se muestran las 4 hipótesis de carga en función de la acción del viento y la carga de nieve:

- Hipótesis 1: Faldón a barlovento. Nieve con viento a presión.
- Hipótesis 2: Faldón a barlovento. Viento a succión con nieve.
- Hipótesis 3: Faldón a sotavento. Nieve con viento a presión.
- Hipótesis 4: Faldón a sotavento. Viento a succión con nieve.

| Hipótesis | Acción | Valor acción (KN/m) | Coef. de ponderación | Coef. de simultaneidad | Acción ponderada (KN/m) | Total (KN/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Permanente | 5,200 | 1,35 | 1 | 7,020 | 23,043 |
| | Sobrecarga de uso | 2,000 | 1,50 | 1 | 3,000 | |
| | Carga de nieve | 6,750 | 1,50 | 1 | 10,125 | |
| | Acción del viento | 1,932 | 1,50 | 1 | 2,898 | |
| 2 | Permanente | 5,200 | 0,8 | 1 | 4,160 | -2,164 |
| | Sobrecarga de uso | 2,000 | 1,50 | 1 | 3,000 | |
| | Carga de nieve | 6,750 | 1,50 | 1 | 10,125 | |
| | Acción del viento | -12,966 | 1,50 | 1 | -19,449 | |
| 3 | Permanente | 5,200 | 1,35 | 1 | 7,020 | 20,145 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sobrecarga de uso | 2,000 | 1,50 | 1 | 3,000 | |
| | Carga de nieve | 6,750 | 1,50 | 1 | 10,125 | |
| | Acción del viento | 0 | 1,50 | 1 | 0 | |
| 4 | Permanente | 5,200 | 0,80 | 1 | 4,160 | 8,85 |
| | Sobrecarga de uso | 2,000 | 1,50 | 1 | 3,000 | |
| | Carga de nieve | 6,750 | 1,50 | 1 | 12,150 | |
| | Acción del viento | -6,973 | 1,50 | 1 | -10,460 | |

Se elige la opción más desfavorable, que es la que se da en el faldón a barlovento con sobrecarga de nieve con viento a presión. Por tanto, se calcula la carga tanto en estado límite de servicio (ELS) como en estado límite último de rotura (ELU) que ha de tener que soportar la jácena o dintel.

- Acciones permanentes: 2,4 KN/m + 3,84 KN/m = 6,24 KN/m
- Acciones variables = 2,0 KN/m + 6,75 KN/m + 1,932 KN/m = 10,682 KN/m

Carga total en ELS sobre la jácena = 16,922 KN/m

- Acciones permanentes mayoradas = 8,424 KN/m
- Acciones variables mayoradas = 16,023 KN/m

Carga total en ELU sobre la jácena = 24,447 KN/m

Las jácenas del pórtico deben garantizar el soportar una carga de al menos 24,447 KN/m en ELU ó 16,922 KN/m en ELS.

Cargas en pilares:

- Cargas verticales derivadas de las acciones sobre cubierta:
    - ELS: (16,922 KN/m x 6 m)/2 = 50,766 KN
    - ELU: (24,447 KN/m X 6 m)/2 = 73,341 KN
- Cargas horizontales: son las debidas a la acción del viento y el valor máximo obtenido en el cálculo es de 5,82 KN/m (Zona D).

Los pilares del pórtico deben garantizar la resistencia a las acciones verticales y horizontales calculadas.

Con estos datos, se adopta un pórtico tipo de dimensiones 5 metros (ancho) x 3 metros (alto), que sea capaz de soportar las acciones anteriormente calculadas. Puesto que se trata de pórticos prefabricados, los esfuerzos en apoyos y los momentos flectores, son datos garantizados por el fabricante y serán los utilizados para los cálculos de dimensionado.

El fabricante considerará los apoyos como articulados por lo que no aparecerán momentos flectores en los apoyos, teniendo solo reacción horizontal y esfuerzo axil.

Los valores de las reacciones del pórtico elegido, sin mayorar, son:

- Esfuerzo axil (N) = 94,65 KN
- Esfuerzo cortante (V) = 66,96 KN
- Momento flector ($M_z$) = 0

## 5.3. Cálculo de la cimentación

### 5.3.1. CÁLCULO DE LAS ZAPATAS

La estructura de la pórticos se colocará sobre una cimentación consistente en zapatas aisladas sobre las que se asentarán los pilares del pórtico, de (0,4 x 0,4) $m^2$ de sección. El empotramiento de los pilares será de 0,4 m. También se dispondrán de riostras de atado que unirán las zapatas contiguas

.

### 5.3.2. DATOS PREVIOS AL CÁLCULO

Para sacar adelante el cálculo de las zapatas, debemos tener en cuenta los siguientes datos:

- Resistencia admisible de terreno: $\sigma_{adm}$ = 20.000 Kg/m2
- Tipo de hormigón a utilizar: serán los determinados por el artículo 39.2 de la norma EHE, estando tipificados como HA-25/B/20/IIa para la cimentación y HL-150/P/20 para limpieza.
- Acero utilizado para la cimentación: B500 S

### 5.3.3. RECUBRIMIENTO

El recubrimiento de hormigón es la distancia entre la superficie exterior de la armadura (incluyendo cercos y estribos) y la superficie de hormigón más cercana. Según el artículo 32.7.4 de la EHE:

$$r_{nom} = r_{min} + \Delta r$$

Donde:

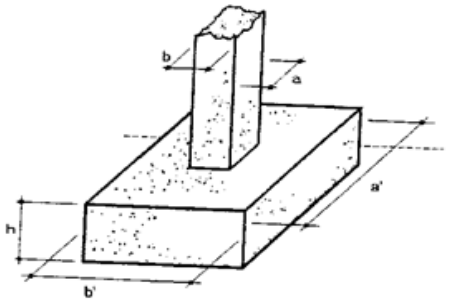
- $r_{nom}$ = recubrimiento nominal
- $r_{min}$ = recubrimiento mínimo (tabla 37.2.4. de la EHE)
- $\Delta r$ = margen de recubrimiento, en función del tipo de elemento y del nivel de control de ejecución.

$$r_{nom} = 25 \text{ mm} + 10 \text{ mm} = 35 \text{ mm}.$$

### 5.3.4. PREDIMENSIONADO DE LAS ZAPATAS

Para calcular las zapatas hay que darles unas dimensiones previas, que en este caso, son las siguientes:

- Longitud (a) = 2 m
- Anchura (b) = 1,5 m
- Altura (c) = 1,2 m




### 5.3.5. ACCIONES E LAS ZAPATAS

La zapata recibe solicitaciones de dos tipos, las debidas a la estructura y las debidas al peso propio de la zapata y de la tierra que gravita sobre ella.

Las acciones si sitúan en el pie del pilar, por lo que deben ser trasladadas a la base de la zapata (plano de apoyo) para realizar el cálculo. En el apoyo o base del pilar tenemos:

- Reacción horizontal (esfuerzo cortante): V = 66,96 KN
- Reacción vertical (esfuerzo axil) N = 94,65 KN
- Momento flector en el apoyo: M = 0 KN

Los valores de momento flector, esfuerzo axil y esfuerzo cortante en la base de la zapata, sin mayorar, que se usarán para las comprobaciones de hundimiento, deslizamiento y vuelco son:

- M1: M + (V*h) = 0 + (66,96 KN x 1,2 m) = 80,35 KN.m
- N1 = N + Pt + Pz = 94,65 KN + 0 + (1,5 * 1,5 * 1,2 * 1,5) = 162,15 KN
- V1 = V = 66,96 KN

### 5.3.6. CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DE SU GEOMETRÍA

La primera comprobación que se debe hacer en las zapatas será averiguar si son rígidas o flexibles, siguiendo lo estipulado en el artículo 58 de la EHE:

- Vmáx < 2.h → zapata rígida
- Vmáx > 2.h → zapata flexible
- Vmáx = ( ancho de zapata – ancho pilar)/2

V máx = (1,5m – 0,4 m)/2 = 0,55 m; 2.h = 2 x 1,2m = 2,4 m

Por tanto: 0,55m < 2,4 m → Zapata rígida

### 5.3.7. VERIFICACIONES A REALIZAR

- COMPROBACIÓN A VUELCO

Se debe cumplir que el momento de vuelco multiplicado por un coeficiente de seguridad tiene que ser menor o igual al momento estabilizador multiplicado por su respectivo coeficiente de seguridad. Estos coeficientes de seguridad son, según el CTE: Mv x 1,8 < Me x 0,9

- $\mathrm{Mv} = \mathrm{M} + (\mathrm{V} \times \mathrm{h})$ = 0 + (66,96 KN x 1.2 m)= 80,35 KN.m → Mv x 1,8 = 144,63 KN.m
- $\mathrm{Me} = \mathrm{N1} \times \frac{a}{2}$ = 162,15 KN x 2m/2 = 162,15 KN.m → Me x 0,9 = 145,935 KN.m
- Mv < Me → 144,63 KN.m < 145,935 KN.m → CUMPLE

- COMPROBACIÓN A HUNDIMIENTO

Para la comprobación a hundimiento debe cumplirse que $q_b < \sigma_{adm.}$:

- $q_b = \frac{N1}{a \times b}$ = 162,5 KN/ (1,5 m X 2 m) = 54,05 KN/m$^2$
- $\sigma_{adm}$ = 20.000 Kg/m$^2$ = 200 KN/m$^2$
- 54,05 KN/m$^2$ < 200 KN/m$^2$ → CUMPLE

- COMPROBACIÓN A DESLIZAMIENTO

Se considera que las zapatas están correctamente arriostradas, con lo cual se impide un posible deslizamiento.

- PRESIONES TRANSMITIDAS AL TERRENO

Para conocer el tipo de distribución de tensiones en la base de la zapata, se calcula la excentricidad de las cargas.

El terreno solo resiste fuerzas de compresión:

- e = 0 → distribución uniforme de tensiones sobre el terreno
- e < a/6→ distribución trapezoidal de las tensiones sobre el terreno
- e > a/6 → distribución triangular del terreno

e = M1/N1 = 80,35 KN.m/162,5 KN.m = 0,495
a/6 = 2/6 = 0,333
0,495 > 0,333 → DISTRIBUCIÓN TRIANGULAR

Cálculo de las presiones, máxima y media, transmitida por la zapata al terreno:

- $\sigma_{máx} = \frac{4.N1}{3b.(a-2e)} = \frac{4.\ 162{,}15\ \mathrm{KN}}{3\ \ 1{,}5\ \mathrm{m}.(2\mathrm{m}-0{,}99)}$ = 142,7 KN/m$^2$
- $\sigma_{media} = \sigma_{máx}/2$ = 71,35 KN/m$^2$

Comprobaciones a realizar:

- $1{,}25.\ \sigma_{adm} > \sigma_{máx} \rightarrow 1{,}25 \ .\ 200\ KN/m^2 \rightarrow$ CUMPLE
- $\sigma_{adm} > \sigma_{media} \rightarrow 200\ KN/m^2 > 71{,}35\ KN/m^2 \rightarrow$ CUMPLE

A la vista de todas estas comprobaciones, se adoptan como válidas las dimensiones para las zapatas:

- Longitud (a) = 2 m
- Anchura (b) = 1,5 m
- Altura (h) = 1,2 m

### 5.3.8. CÁLCULO DE LA ARMADURA DE LA ZAPATA

La armadura de las zapatas se comprobará por cuantía geométrica mínima, para el acero utilizado, B 500 S:

E) Armadura longitudinal

- Superficie de acero:

As > 0,0018 a x h = 0,0018 x 200 cm x 120 cm = 43,1 $cm^2$

- Número de barras

Considerando que se armará con redondos de diámetro 20 mm y sabiendo que el área aproximada de cada redondo es 3,14 $cm^2$, sería necesario disponer de 13,75 redondos por lo que se dispondrán 14 redondos de diámetro 20 mm para la armadura longitudinal de la zapata.

- Separación entre barras

Para determinar la separación entre las barras de acero debemos tener en cuenta el recubrimiento nominal calculado anteriormente, de 3,5 cm y el número de barras que dispondrá la armadura.

Separación = 200 cm – (2 x 3,5) cm = 193 cm→ 193 cm/14 barras ≈ 13,5 cm/barra

De esta manera, se colocarán 14 redondos de 20 mm de diámetro cada uno separados entre sí 13, 5 cm.

Para comprobar que esta separación es correcta según la normativa, se debe cumplir el artículo 66.4.1 de la EHE:

- Ser al menos 1,25 veces el tamaño del árido (árido de 40 mm en este caso)
- Ser mayos de 20 mm
- Ser mayor que el diámetro de la barra mayor

Con los datos aportados anteriormente, se ve que cumple la tres condiciones.

F) Armadura transversal

- Superficie de acero

As > 0,0018 x b x h = 0,0018 x 150 cm x 120 cm = 32,4 $cm^2$

- Numero de barras

Para la armadura transversal se colocarán redondos de diámetro 20 mm, por tanto serán necesarios disponer 10,31 redondos, por tanto se colocarán 11 redondos de 20 mm de diámetro en la armadura transversal.

- Separación entre barras

Sb = 150 cm – 2 x 3,5 cm = 143 cm → 143 cm/11 barras ≈ 13 cm/barra

Finalmente se colocarán 11 redondos de 20 mm de diámetro cada uno a una distancia de 13 cm entre ellos.

Para asegurarnos que esta separación es correcta según la normativa, debe cumplirse el artículo 66.4.1. de la EHE:

- Ser al menos 1,25 veces el tamaño del árido (árido de 40 mm en este caso)
- Ser mayos de 20 mm
- Ser mayor que el diámetro de la barra mayor

Cumplen las tres condiciones

G) Disposición de las armaduras

Se disponen independientemente del tipo de anclaje, formando un emparrillado sin reducción hasta los bordes de la zapata (teniendo en cuenta el recubrimiento)

H) Anclaje de armaduras

La longitud de anclaje depende de los siguientes factores:

- De la resistencia del acero y del hormigón. Las barras de acero más resistentes necesitan más longitud de anclaje y si están en hormigón más resistente, necesitan menos longitud que si lo están en hormigón menos resistente.

- De las propiedades de adherencia de las barras: a mayor adherencia, se necesitará menor longitud de anclaje.

- De si el anclaje se hace prolongando la barra en forma recta, en patilla, en gancho o soldándola a otra barra transversal.

- De la posición de la barra dentro de la pieza de hormigón.
  - Posición I: de buena adherencia
  - Posición II: de adherencia deficiente

Para obtener la longitud de anclaje, la EHE en su artículo 66 define primeramente la longitud básica de anclaje, $L_{b}I$, calculándola mediante la fórmula siguiente:

- Para barras en posición I: = $\mathrm{LbI} = m \,.\, \Phi^2$ y $\mathrm{F_{yk}} .\Phi / \, 20$

Donde:

- m = 15
- Φ = 2 cm
- $F_{yk}$ (límite elástico garantizado del acero) = 500 N/mm$^2$
- $\mathrm{LbI} = m \,.\, \Phi^2$ = 15 x 2$^2$ = 60 cm.
- $F_{yk}$ .Φ/ 20 = 500 x 20/20 = 500 mm = 50 cm
- Se adopta la mayor longitud básica = 60 cm

A partir de la longitud básica de anclaje se obtiene la longitud neta, $Lb_{,neta}$, que considera otros dos factores que permiten acortar la longitud de anclaje:

$Lb_{neta}$ = (Lb x β x As)/$As_{,real}$

Donde:

- B (Factor de reducción según el tipo de anclaje) = 0,7
- As = 43,2 cm$^2$ para la armad. longitudinal y 32, 4 para la transversal
- $As_{,real}$ = 43,96 cm$^2$ para la armad. longitudinal y 34,54 cm$^2$ para la transversal

Por tanto:

- $Lb_{,neta}$ (longitudinal) = 60 x 0,7 x 43,2/43,96 = 41,27 cm
- $Lb_{,neta}$ (transversal) = 60 x 0,7 x 32,4/34,54 =39,4 cm

## 5.4. Cálculo de las riostras

Para más seguridad, se arriostrarán las zapatas con la unión de estas mediante vigas de hormigón armado de dimensiones 40 cm x 40 cm. El armado de estas será por cuantía mínima según el EHE, con un recubrimiento tanto lateral como superior e inferior, de 5 cm. El hormigón será HA-25/B/20/IIa.

Dado que la pieza se hormigonará sobre el terreno, debe disponerse una capa de hormigón de limpieza y excavarse el terreno con las mismas precauciones que el fondo de la zapata. Se considerará una base de hormigón de limpieza de 10 cm. de grosor para toda la cimentación.

### 5.4.1. CÁLCULO DE LA ARMADURA LONGITUDINAL

La armadura As debe cumplir las condiciones de cuantía geométrica mínima respecto a la sección de la pieza de atado:

As > 0,0028 x a x b

Considerando que se armará con redondos de 20 mm de diámetro y que se necesitan 4 redondos (2 en la parte superior y otros 2 en la inferior), tenemos que:

As = 4 x π x $r^2$

4 x π x $1^2$ > 0,0028 x (40 x 40) → 12,56 > 4,48 $cm^2$

Comprobando por cuantía mecánica mínima:

As ≥ 0,04 x Ac x $\frac{fesf}{fyd}$ = 0,04 x (40 x 40) x $\frac{250/1,5}{5000/1,15}$ → 12,56 > 2,45 $cm^2$

La separación entre barras será: 40 – (2 x 5 cm) = 30 cm

### 5.4.2. CÁLCULO DE LA ARMADURA TRANSVERSAL

El cálculo se realiza según el artículo 42 de la EHE, por el cálculo de cuantía geométrica mínima y deberá cumplir:

- Armaduras pasivas:
  - Separación: St ≤ 15 x Φ barra → St ≤ 15 x 20mm = 300mm = 30cm
  - Diámetro: Φt ≥ 1/4Φ armadura = ¼ x 16 → Φ estribo ≥ 4mm
- Piezas comprimidas:
  - Distancia entre 2 barras:
  - St ≤ 30cm
  - St ≤ 3a (a=40) → St ≤ 120cm
  - St ≤ 0.85 x d (40-5=35) → St ≤ 29,75cm
  - Φ estribo ≥ 8 mm

Para satisfacer todas las condiciones se deberán colocar estribos de $\phi$= 8 mm de de acero B 500 S a una equidistancia de 25 cm. entre estribos y a 5 cm de los extremos.

escuela politécnica superior de huesca

**TRABAJO DE FIN DE CARRERA DE**

**INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TÍTULO**

# Proyecto de piscifactoría de trucha arcoíris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

## Anejo V - Cálculos constructivos de las piscinas


| | |
|---|---|
| **AUTOR:** | **Miguel Ángel Márquez Lapuente** |
| **ENSEÑANZA:** | **Ingeniería Agrónoma** |
| **DIRECTOR:** | **Juan Escós Quílez** |
| **FECHA:** | **Octubre 2016** |

**1. INTRODUCCIÓN....3**

**2. CÁLCULO DE LAS SUPERFICIES DE CRÍA....5**

2.1. Estimación del número de peces....5

2.2. Método de cálculo del número de individuos por fase:....6

**3. PREDIMENSIONADO DE LAS PISCINAS....7**

3.1. Reproductores....7

3.2. Nave de incubación y alevinaje....8

3.3. Recría....8

3.4. Engorde....9

**4. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE LA PISCINA DE REPRODUCTORES....11**

**5. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE LAS PILAS DE INCUBACIÓN Y ALEVINAJE....17**

**6. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE LAS PISCINAS DE RECÍA....21**

**7. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE LAS PISCINAS DE ENGORDE....25**

**8. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE LAS PISCINAS DESTINADAS A TRUCHAS DE CONSUMO....29**

**9. RESUMEN DEL ARMADO DE LAS ESTRUCTURAS....33**

# 1. INTRODUCCIÓN

El dimensionamiento de las instalaciones donde se criarán los peces está condicionado por tres factores limitantes: el primero, el oxígeno disuelto en el agua, que junto con el consumo estimado de los peces, nos dará el caudal necesario para el crecimiento adecuado de todos los individuos de la explotación; el segundo factor será la densidad de animales en las pilas y piscinas, medida en kg/m$^2$ o individuos/m$^2$, con la que estimar las superficies de cultivo necesarias; el tercer factor, el precio de la construcción de la instalación, ya que a mayor cantidad de individuos a producir, mayor cantidad de superficie será necesaria y por tanto, mayor gasto se tendrá que acometer en movimiento de tierras, hormigonado y demás obras necesarias. Por tanto, se deberá contabilizar el beneficio bruto anual según la producción estimada, pero a su vez mantener un precio asumible de construcción de la explotación, o sino llevaría demasiado tiempo el pagar los costos y la granja bien no podría aguantar tantos años pagándolos.

En lo que se refiere al consumo de oxígeno, diferentes estudios (Blanco, 1995; Huet, 1998; Jokumsen, 2007) han determinado que el consumo mínimo de oxígeno, el que se puede denominar consumo de mantenimiento, de la trucha arcoíris, es de 5,5, mg/l. Eso, junto con el dato de oxígeno disuelto en el río Gállego, descrito en la Memoria, nos dará una cantidad de oxígeno disuelto, al restar ambas cifras, que las truchas podrán utilizar para su crecimiento. Y esto será el dato esencial con el que en el posterior cálculo, determinaremos los caudales necesarios para la explotación piscícola.

El dimensionado de las piscinas depende de la densidad, generalmente en kg/m$^2$, que sea necesaria en las especies y en sus diferentes fases de cultivo. En el caso de la trucha arcoíris, los datos están recogidos en el Anejo “Manejo”. Estos datos, al igual que el de consumo de oxígeno, son el resultado de muchos estudios y por tanto, están prácticamente estandarizados para la especie que se estudia en el presente proyecto.

Las instalaciones se van a dimensionar de manera que cumplan siempre con los criterios impuestos por el factor limitante en cada caso, de forma que así se podrá llegar a la producción máxima prevista para dichas instalaciones.

Estas instalaciones las dividiremos en: piscinas de reproductores, pilas de incubación y alevinaje, pilas de recría y piscinas de engorde.

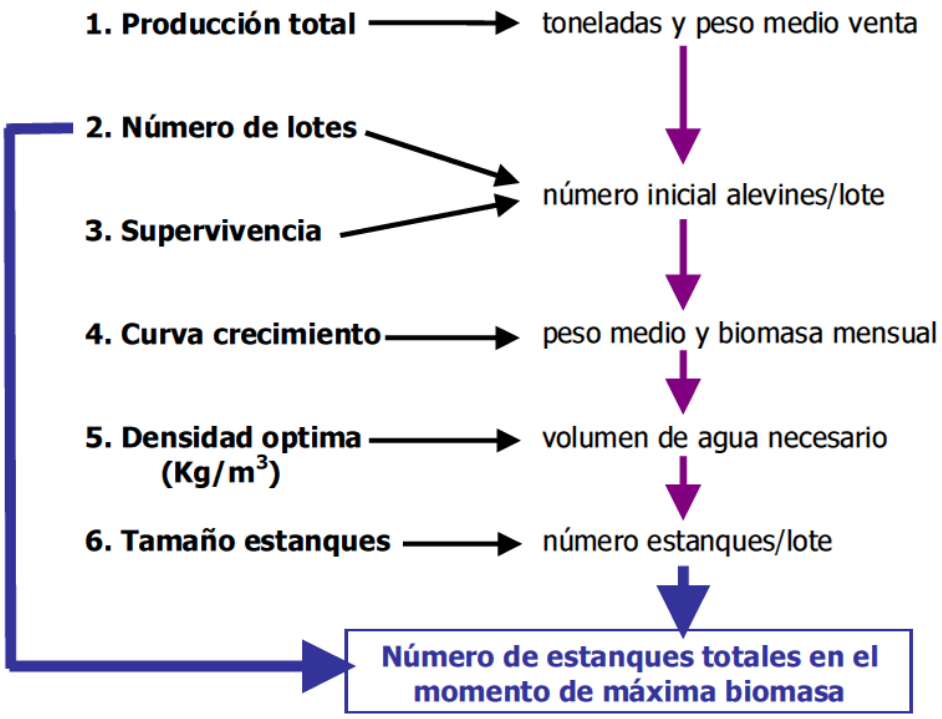
| | Edad (meses) | Peso individual (g) | Tamaño individual (cm) | Densidad (individuos/m$^2$) | Densidad (kg/m$^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| Huevos | 0 | 0,05-0,11 | 0,4-0,5 | 40.000-50.000 | |
| Alevines | 0-3 | 0,15-0,5 | 0,5-3 | Hasta 8.000 | 3-4 |
| Recría | 4-6 | 0,5-1,5 | 3-6 | Hasta 2.500 | 8 |
| Engorde | 6-8 | 1,5-11,5 | 6-11 | 400-1500 | 9-12 |
| Truchas de consumo | > 9 | 80-150 (tipo ración)<br>80-250 (tipo a la carta) | 11-sacrificio | | 15 |
| Reproductores | 24-48 | | > 25 | | 15 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Machos<br>2. Hembras | 36-60 | 1000-2000 | > 30 | | |

# 2. CÁLCULO DE LAS SUPERFICIES DE CRÍA

## 2.1. Estimación del número de peces

Seguiremos el siguiente esquema:




Esquema del procedimiento para el diseño de una piscifactoría (Grupo de Investigación en Recursos Acuícolas, Univ. Politécnica de Valencia)

- Dimensión de las piscinas:
  - entre 100 y 500 $m^2$ (ancho x largo; siempre largo > 5 x ancho).
  - profundidad: depende de la fase de los peces
  - pendiente: 0,4%

Las profundidades de las piscinas serán:

| | Profundidad total | Altura de agua |
|---|---|---|
| Piscina reproductores | 1,7 | 1.5 |
| Pilas de incubación | 1,2 | 1 |
| Pilas de recría | 0,95 | 0.75 |

| | | |
|---|---|---|
| Piscinas de engorde | 1,7 | 1.5 |
| Piscinas de truchas de consumo | 1,7 | 1.5 |

## 2.2. Método de cálculo del número de individuos por fase:

Como para saber el número de truchas que van a llegar al mercado, necesitamos saber la cantidad de huevos que se ponen, y sabiendo que en cada fase hay una mortalidad, hacemos un cálculo empezando desde el final y yendo a la primera fase, la puesta de los huevos, de la siguiente manera:

Nº de huevos: α…… Mortalidad de huevos: 10%
Nº de alevines: x……...Mortalidad de alevines: 10%
Nº de jaramugos: y……...Mortalidad de jaramugos: del 10 al 20% (15%)
Nº de truchas de consumo: z……..Mortalidad de truchas de consumo: 15%

Por tanto, z = 0,9*y → x = 0,9.y = 0,9*0,9.z = 0,81z → α = 0,85.x = 0,85*0,81.z = 0,6885.z → Nº de truchas de consumo que cultivaremos = 0,85* α = 0,85*0,6885.z = 0,585.z.

Es decir, para tener un número de truchas de consumo que haga rentable la instalación, deberemos hacer que los reproductores pongan un total de ((1/0,585)=1,709)*nº de truchas de consumo a vender

Cuando tengamos todas estas variables calculadas, resulta fácil calcular las necesidades de superficie para cada fase de individuos

# 3. PREDIMENSIONADO DE LAS PISCINAS

DATOS PERVIOS: estos corresponden a premisas que vamos a utilizar para calcular el resto de datos, en base a ellas:

- Se harán cinco lotes de huevos, correspondientes a cinco puestas, como está escrito anteriormente, para alargar la producción a toda la época de reproducción de las truchas (que no es todo el año).

- Para calcular posteriormente el número de reproductores, tenemos el dato ya estudiado de que se obtienen 2000 huevos/kg de hembra reproductora

- Las pilas californianas, donde se van incubar los huevos y desarrollar en su primera fase los alevines, tendrán pisos (de ahí la elección de estas incubadoras, ya que se pueden poner varios pisos en ellas). Escogemos cuatro pisos porque más sería un engorro y podría afectar al crecimiento de los alevines en las pilas. No obstante, el cálculo de la superficie necesaria de las pilas, vendrá limitado por el factor más importante, que es la necesidad de superficie de los alevines de 3 cm, que estén a punto de salir de las pilas (pues son los que más superficie necesitan)

- Mortalidades en cada fase:

- Huevos → 10%
- Alevines → 10%
- Recría → 15%
- Engorde → 15%

Comenzamos por el cálculo de la superficie necesaria para el mantenimiento de los reproductores:

## 3.1. Reproductores

Para la producción estimada se necesitan 2.000.000 huevos, para los cuales a su vez se ha calculado que son necesario 1.000 reproductores (667 hembras y 333 machos).

Superficie necesaria: $\frac{nº\ de\ individuos * peso\ individual}{15.000\ g/m2}$ → $\frac{1000\ indivudos/lote * 1500\ g}{15.000\ g/m2}$ = **100 m2 para mantener a los reproductores, en una sola piscina** con la siguiente dimensión:

-25 metros (longitud) * 4 metros (anchura)

En todo caso, el volumen de agua embalsada necesario será: 100 $m^2$ * 1,5 m (profundidad del agua) = 150 $m^3$.

## 3.2. Nave de incubación y alevinaje

El siguiente dimensionado se refiere a las pilas de incubación de huevos y de alevinaje. En estas pilas los alevines permaneces unos cuatro meses, hasta que tienen un tamaño de 3 cm y 0,5 gramos de peso. Así pues, las máximas necesidades de caudal y espacio en estas pilas serán las necesarias para los alevines de este tamaño y peso máximo

Ya está calculado y dimensionado en el .doc de la nave de incubación y alevinaje, pero aquí resumo las dimensiones y el agua embalsada que necesita:

- Nave de 14 metros (anchura) * 36 metros (longitud)
- **5 filas de pilas californianas, con 23 cajas/fila.** Cada caja con cuatro pisos de 25 cm, por lo que **la atura del agua será 1 metro.**
- 5 piscinas (una por filas de cajas californianas) de 27 metros( longitud, teniendo en cuenta la superficie ocupada por las cajas más el espacio que hay entre cada una y la siguiente) *1 metro (anchura) * 1 metro (altura) = 27 $m^3$/fila de cajas → 27 *5 = 135 $m^3$ de agua embalsada en la nave de incubación y alevinaje

## 3.3. Recría

Será la primera fase en la que los individuos se críen en piscinas fuera de la nave e incubación y alevinaje. Estas son los datos necesarios para el cálculo de las superficies:

- Densidad recomendada: 8 kg/$m^2$
- Peso y tamaño final alcanzado por cada individuo: 1,5 gramos y 6 cm.

90%*1.800.000 alevines = 1.620.000 alevines sobreviven hasta llegar a esta fase
Además, 1000 individuos son recolectados, en base a sus características, para ser criados como reproductores, así que nos queda un total de 1.619.000 individuos

Como seguimos dividiéndolos por lotes, cada lote de los cinco tendrá 323.400 jaramugos

Superficie necesaria: $\frac{\left(\frac{nº\ de\ alevines}{nº\ de\ lotes}\right)*peso\ individuo}{8000\ g/m2} \rightarrow \frac{\left(\frac{1619000\ alevines}{5\ de\ lotes}\right)*1{,}5g}{8000\ g/m2}$ = 60,71 = 61 $m^2$/lote

61 $m^2$/lote * 5 lotes = 305 $m^2$ para recría

Los raceways son piscinas de forma rectangular construidos de hormigón revestido con cemento, con una relación longitud: anchura de 5:1 o más (teniendo como límite la relación 10:1)

Por tanto, tendremos piscinas para recría de 61 $m^2$, con unas dimensiones que se decide sean::

- Relación 10:1→ **25 metros (longitud) * 2,5 metros (anchura)** (62,5 $m^2$)

A escoger los valores entre estos dos límites, incluyéndo estos dos valores, que más nos convengan para la instalación. También se pueden hacer más piscinas, de menor área.

**Tendremos cinco piscinas de recría, de 62,5 $m^2$ cada una.**

Con una profundidad de 0,75 m de agua, tendremos un agua embalsada para recría: (62,5 * 5) * 0,75 m = **234,38 $m^3$**

## 3.4. Engorde

A partir de los 6 cm, los jaramugos ya no se manejarán en lotes por nacimiento, sino que se procederá a su clasificación por tamaños regularmente. Estos son los datos para el cálculo de las superficies:

- Densidad recomendada: 9 kg/$m^2$
- Peso y tamaño alcanzados en esta parte: 11 gramos y 10-11 cm.

85%*1.619.000 = 1.376.150 individuos llegan a la fase de engorde

En esta fase, los lotes los dividiremos por tamaños, para hacer más eficiente la alimentación (que no ejerzan su dominio los individuos más grandes en la toma del pienso). Así pues, tendremos ahora 10 lotes

1.376.150 individuos/10 lotes = 137.615 individuos/lote

Superficie necesaria:

Superficie necesaria: $\frac{nº\ de\ jaramugos * peso\ individual}{9000\ g/m2} \rightarrow \frac{137.615\ individuos/lote * 11\ gramos}{9000\ g/m2}$ = 168,2 $m^2$/lote → 168,2 $m^2$/lote*10 lotes = 1.682 $m^2$ para engorde

Por tanto, tendremos 10 piscinas de 168,2 $m^2$, que siguiendo con las relaciones longitud: anchura de 5:1 hasta 10:1. Estas son las dimensiones finales adoptadas::

- **40 metros (longitud) * 4,5 metros (anchura) = 180 $m^2$ por piscina (10 piscinas)**

Con una profundidad de agua de 1,5 m tendremos un volumen embalsado: 1.800*1.5 = **2.700 $m^3$**

Un 85% de estos individuos llegan a la fase final, que concluye con su sacrificio y venta:

85%*1.376.150 = 1.169.727 individuos llegan a la última fase.

Esta última fase comprende los individuos a partir de 20 cm y 80 gramos de peso, aunque sigue siendo engorde. En esta fase, la densidad admitida sube a 12 kg/m$^2$.

1.169.727 individuos/10 lotes = 116.973 truchas/lote

Superficie necesaria: $\frac{nº\ de\ individuos * peso\ individual}{12000\ g/m2} \rightarrow \frac{116973\ indivudos/lote * 80\ g}{12000\ g/m2}$ = 779,82 m$^2$ para cada lote.

Es demasiado, sobre todo porque para piscinas rectangulares, se recomienda no pasar nunca de los 500 m2. Así que volvemos a hacer los cálculos, con menor cantidad de huevos puestos en el inicio. También podemos dividir los lotes, y conseguir así piscinas más pequeñas, pero se multiplicaría su número y no sé que saldría más rentable

Así pues, dividimos cada lote en dos, para tener piscinas que no superen la superficie recomendada. Por tanto, tendremos 20 piscinas que tendrán una superficie total de 7798,2 m$^2$. Es decir, cada piscina tendrá 399,9 m$^2$ (=400 m2)

- relación de 5:1: 45 metros (longitud) * 9 metros (anchura) (405 m$^2$)

- relación de 10:1: (66 metros (longitud) * 6,6 metros (anchura) (435,6 m$^2$) Se pueden hacer más piscinas, si las dimensiones parecen excesivas

Pero como las superficies obtenidas son demasiado grandes como para que resulte fácil el manejo de las piscinas, se opta por dividir la superficie, en vez de en en 20 piscinas, en 40 piscinas:

**40 metros (longitud) * 5 metros** (anchura) = 200 m$^2$ para cada una de las piscinas.

**40 piscinas *200 m$^2$** = 8000 m$^2$ de superficie total → 8000 m$^2$ * 1,5 metros (profundidad) = 12000 m$^3$ de agua embalsada

Resumiendo, las superficies necesarias para cada fase son:

- 5 filas de incubación y alevinaje de 27 m$^2$ (27 metros de longitud x 1 metro de ancho)
- 5 piscinas rectangulares de recría de 62,5 m$^2$ (25 metros de longitud x 2,5 metros de anchura)
- 10 piscinas rectangulares de engorde, de 180 m$^2$ (40 metro de longitud x 4,5 metros de ancho)
- 40 piscinas rectangulares de engorde II, o de truchas de consumo, de 200 m$^2$ (40 metros de longitud x 5 metros de anchura).
- 1 piscina rectangular para reproductores, de 100 m$^2$ (25 metros de longitud x 4 metros de anchura)

# 4. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE LA PISCINA DE REPRODUCTORES

Esta piscina será rectangular de 25 metros de longitud por 4 metros de anchura, con 1,5 metros de profundidad. Para más seguridad, se dimensionará como si fuera a estar lleno por completo, tratándose así su cálculo para la circunstancia más desfavorable.

Se toman como datos de partida, los siguientes valores de los coeficientes de seguridad y materiales constructivos, correspondientes al hormigón escogido para la construcción de las piscinas:

- $f_{ck}$= 25 N/mm$^2$
- Acero B 400 S x $\phi$12
- $\gamma_c$= 1,5
- $\gamma_s$= 1,15
- $\gamma_x$= 1,5
- $\sigma_{a,\ adm}$= 100 N/mm$^2$
- $\delta$= 10 KN/m$^3$
- c= 4,7 cm (recubrimiento)

### 1.- Dimensionado

El espesor de las paredes y la solera es como mínimo un 10% de la altura, con un valor mínimo de 20 cm. Como la anchura resultante es muy pequeña, se toma el valor de 0,2 metros.

### 2.- Comprobación a cortante

Al estar enterrada la piscina, excepto la zona de resguardo, la propia tierra soporta las cargas que actúan sobre las paredes de la piscina, estableciéndose un equilibrio por el cual las paredes solo actúan de transmisor de dichas cargas al terreno.

En cuanto a la necesidad de armaduras en el hormigón:

C. geométrica= $\rho$ = 0,002

C. útil= d = e - 3,5 - $\frac{\phi}{2}$ = 20 cm – 3,5 – $\frac{1,2}{2}$ = 15,9 cm= 159 mm

$v_m = 0,12 * [\ 1 + \sqrt{\frac{200}{d}}] * \sqrt[3]{100 * \rho * fck}$ *d

$v_m = 0,12 * [\ 1 + \sqrt{\frac{200}{159}}] * \sqrt[3]{100 * 0,002 * 25}$ *159= 69,22 N/mm

$\frac{h}{b} = \frac{1,5}{25}$ = 0,06 → $\alpha$ = 0,61 →

$v_{máx}$= $\alpha$*q*h = 0,61*$\delta$*h*h = 0,61*10 KN/m$^3$ * 1,5 m * 1,5 m = 13,725 N/mm

$\gamma_f$= $\frac{69,22}{13,725}$ = 5,04 > 1,5 → CUMPLE. Por tanto, no es necesaria armadura transversal para cortante

**3.- Cálculo de las armaduras en la pared mayor:**

Cálculo de la armadura vertical en el empotramiento:

$m_{re}$= $\alpha$*q*h$^2$= $\alpha$*$\delta$*h$^3$= 0,61*10*1,5$^3$= 20,59 KN.m/m

K= $\frac{0,75*m}{(1,39-e)*e^2*10\hat{}4}$= $\frac{0,75*20,59}{(1,39-0,2)*0,2^2*10\hat{}4}$= 3,38. 10$^{-2}$ KN/m$^3$

Este valor de K es demasiado bajo para el cálculo de la armadura con lo cual pondremos la armadura mínima exigida según normativa en EHE

Condiciones mínimas que debe cumplir la armadura según EHE

- El área mínima de hacer en la sección transversal debe ser el 2‰ del área transversal del hormigón:

(0,002*20 cm)*100 cm/m= 4 cm$^2$/m → $\frac{4\ cm2/m}{1,13\ cm2/red\phi12}$= 3,5 redondos de $\phi$12 mm

100/3,5= 28,5 cm.

- La separación máxima entre redondos no debe ser superior a la anchura del muro. En este caso, 20 cm.
- La distancia entre redondos no debe ser superior a 15 cm veces el diámetro de los redondos. Utilizando redondos de $\phi$12 mm, la distancia máxima será 18 cm.

De estas condiciones, la más restrictiva es la última, por la que será la que habrá que cumplir, así pues pondremos redondos de $\phi$12 mm cada 18 cm.. Lo cual nos da una cuantía geométrica de 6,28 cm$^2$/m

Cálculo de la armadura vertical en medio de vano

$\frac{h}{b} = \frac{1,5}{25}$ = 0,06 → $\alpha$ = 0,065 → $m_{re}$= $\alpha$*q*h$^2$= $\alpha$*$\delta$*h$^3$= 0,065*10*1,5$^3$= 2,194 KN.m/m

K= $\frac{0,75*m}{(1,39-e)*e^2*10\hat{}4}$ = 3,46.10$^{-3}$ KN/m$^3$

Este valor de K es más pequeño que el valor mínimo establecido, por lo que escogemos la armadura mínima, redondos de $\phi$12 cada 18 cm.

Cálculo de la armadura horizontal en el empotramiento

$m_{re}$= $\alpha$*q*$h^2$= $\alpha$*$\delta$*$h^3$= 0,065*10*$1,5^3$ = 2,194 KN.m/m

K= $\frac{0,75*m}{(1,39-e)*e^2*10\hat{}4}$ = 3,46.$10^{-3}$ KN/$m^3$

Nuevamente, el valor excesivamente pequeño de K hace que escojamos la armadura mínima, de redondos de $\phi$12 mm, separadas 18 cm.

Cálculo de la armadura horizontal en medio del vano

$m_{re}$= $\alpha$*q*$h^2$= $\alpha$*$\delta$*$h^3$= 0,03*10*$1,5^3$= 1,013 KN.m/m

K= $\frac{0,75*1,013}{(1,39-0,2)*0,2^2*10\hat{}4}$ = 1,596.$10^{-3}$KN/$m^3$

Otra vez más, debido al bajo valor de K, pondremos armadura de redondos de $\phi$12 separados 18 cm.

Cálculo de la armadura de tracción

$\frac{h}{b}$ = 0,06 → $\beta_p$= 0,168 →$A_{bp}$= $\frac{\beta p*b*h*\delta}{2*\sigma adm}$= $\frac{0.168*2.500*150*10}{2*100.000}$ = 3,15 $cm^2$/m → 1,57 $cm^2$/cara

Esta armadura de tracción es despreciable porque solo supone 1,57 $cm^2$ por cara, una cantidad verdaderamente insignificante en comparación con la superficie de las caras.

**4.- Calculo de las armaduras de la pared menor**

$\frac{h}{a}$ = $\frac{1,5}{4}$ = 0,375

$m_{re}$= $\alpha$*q*$h^2$= $\alpha$*$\delta$*$h^3$ = 0,106*10*$1,5^3$= 3,59 KN.m/m

K= $\frac{0,75*3,59}{(1,39-0,2)*0,2^2*10\hat{}4}$= 5,65.$10^{-3}$ KN/$m^3$

Se pondrá la armadura mínima de redondos de $\phi$12 mm separados entre sí 18 cm.

Cálculo de la armadura vertical en medio del vano

$m_{re}$= $\alpha$*$\delta$*$h^3$ =5,7.$10^{-3}$*10*$1,5^3$= 0,193

K= $\frac{0,75*0,193}{(1,39-0,2)*0,2^2*10\hat{}4}$= 3.$10^{-4}$

Nuevamente, se pondrá la armadura mínima, de $\phi$12 cada 18 cm.

Cálculo de la armadura horizontal en el empotramiento

$m_{re}$= $\alpha$*$\delta$*$h^3$ =0,04*10*$1,5^3$= 1,35

K= $\frac{0,75*1,35}{(1,39-0,2)*0,2^2*10\hat{}4}$= 2,13.10$^{-3}$ KN/m$^2$

Por enésima vez, el valor es muy bajo por lo que se opta por la amrmadura mínima, de $\phi$12 mm, cada 18 cm.

Cálculo de la armadura horizontal en medio del vano

$m_{re}$= $\alpha$*$\delta$*h$^3$ =0,027*10*1,5$^3$= 0,911

K= $\frac{0,75*0,911}{(1,39-0,2)*0,2^2*10\hat{}4}$= 1,4.10$^{-3}$

Se pondrá la armadura mínima de $\phi$12 mm, cada 18 cm.

Cálculo de las armaduras de tracción

$\frac{h}{a}$ = 0,375 → $\beta_f$= 0,675 → $A_{op}$= $\frac{\beta f*a*h*\delta}{2*\sigma adm}$ = $\frac{0,675*250*150*10}{2*100.000}$ = 1,26cm$^2$/m →0,63 cm$^2$/cara

Despreciamos esta armadura por tener una cuantía muy pequeña

**5.- Cálculo de las armaduras de las placas de fondo**

Cálculo de las armaduras de flexión

e´ = 0,2 metros

p = 2500 kg/m$^3$ * (0,2m*1,5m*4m)= 3.000 kg= 30 KN/ml

- Armadura inferior
  - Paralela al lado a:

$m_{re}$= 0,1*p*(a+b)= 0,1*30*(25+4)= 87 KN/m

K= $\frac{0,75*87}{(1,39-0,2)*0,2^2*10\hat{}4}$= 0,137 KN/m$^2$

Pondremos la aradura mínima de redondos de $\phi$12 cm cada 18 cm.

  - Paralela al lado b:

$m_{re}$= 0,1*p*(a+b)*$\frac{a}{b}$= 0,1*30*(25+4)* $\frac{4}{25}$= 13,92 KN/m

K= $\frac{0,75*13,92}{(1,39-0,2)*0,2^2*10\hat{}4}$= 2,19.10$^{-2}$ KN/m$^2$

Otra vez, ponemos la armadura mínima de redondos de $\phi$12 mm cada 18 cm.

Cálculo de la armadura horizontal en medio del vano

$m_{re}$= $\alpha$*$\delta$*$h^3$= 0,027*10*$1,5^3$= 0,911 KN.m/m

K= $\frac{0,75*0,911}{(1,39-0,2)*0,2^2*10\hat{}4}$= 1,44.$10^{-3}$ KN/$m^2$

Con dicho resultado, se pondrán la armadura mínima de $\phi$12 mm separados dichos redondos cada 18 cm.

Cálculo de las armaduras de tracción

$\frac{h}{a}$= $\frac{1,5}{4}$= 0,375 → $\beta_f$= 0,675→ $A_{of}$ = $\frac{0,675*250*150*10}{2*100.000}$= 1,26 $cm^2$/m → 0,63 $cm^2$/cara

Despreciamos esta armadura debida a la pequeña cuantía mínima resultante

Cálculo de las armaduras de flexión

e´=0,2 m

p= 2.500 kg/$m^3$ * (0,2 m*1,5 m*4 m)= 3.000 kg= 30 KN/ml

- Armadura inferior
  - Paralela a lado a:

$m_{re}$= 0,1* 30* (25+4)= 87 KN/m

K= $\frac{0,75*87}{(1,39-0,2)*0,2^2*10\hat{}4}$= 0,137 KN/$m^2$

Corresponde la armadura mínima de $\phi$12 mm cada 18 cm.

  - Paralela al lado b:

$m_{re}$= 0,1* 30* (25+4)* $\frac{4}{25}$= 13,92 KN.m/m

K= $\frac{0,75*13,92}{(1,39-0,2)*0,2^2*10\hat{}4}$= 2,19.$10^{-2}$ KN/$m^2$

Colocaremos la armadura mínima de redondos de $\phi$12 separados 18 cm.

- Armadura superior

$m_{re}$= 5,67 KN.m/m → K= 8,93.$10^{-3}$ KN/$m^2$

Corresponde la armadura mínima: $\phi$12 cada 18 cm

$m_{re}$= 3,01 KN.m/m →K= 4,89.$10^{-3}$ KN/$m^2$

- Armaduras de tracción

A las armaduras de flexión habrá que sumarles las de tracción

$\frac{h}{b}$= 0,06 → $\beta_f$= 0,168 → $A_{of}$= $\frac{\beta f * h\hat{}2 * \delta}{2 * \sigma adm}$= $\frac{0,168 * 2,25 * 10}{2 * (0,1/0,01)}$ = 0,189 cm$^2$/m

Estos 0,189 cm$^2$/m se repartirán por las dos caras, quedando prácticamente en 0,1 cm$^2$/cara. Una cantidad tan baja que se despreciará esta armadura.

$\frac{h}{a}$= 0,375 → $\beta_f$= 0,675 →$A_{of}$= $\frac{0,675 * 2,25 * 10}{2 * (0,1/0,01)}$= 0,76 cm$^2$/m

Esta armadura se repartirá también por las dos caras con una cuantía mínima tan pequeña que se depreciará.

# 5. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE LAS PILAS DE INCUBACIÓN Y ALEVINAJE

La mayor diferencia que tendrán estas pilas con respecto al resto de estrcuturas de crianza de peces, es que estas estarán construidas sobre el suelo, en vez de estar excavadas en él. De esta manera, aquí el suelo no recibirá las cargas que reciban las paredes de hormigón.

De todas maneras, el método de cálculo es igual, al tratarse de estructuras rectangulares construidas con los mismos materiales que el resto de las piscinas.

Cada una de las cinco pilas de incubación y alevinaje tiene las siguientes dimensiones: 27 metros de longitud, 1 metro de anchura y 1 metro de altura

### 1.- Dimensionado

El espesor de las paredes y la solera es como mínimo un 10% de la altura, con un valor mínimo de 20 cm. Como la anchura resultante es muy pequeña, se toma el valor de 0,2 metros.

### 2. -Comprobación a cortante

Comprobamos si el espesor de la pared es: suficiente para resistir los esfuerzos cortantes sin necesidad de armadura transversal

D= e- 3,5 –$\phi$/2= 20-3,5-0,6= 15,9 cm.

$v_m = 0{,}12 * [1 + \sqrt{\frac{200}{d}}] * \sqrt[3]{100 * \rho * fck}$ *d= 0,12*[1+$\sqrt{\frac{200}{159}}$]* $\sqrt[3]{100 * 0{,}002 * 25}$ *159= 69,22 N/mm

$\frac{h}{b}$= 0,037 → $\alpha$= 0,637

$v_{máx}$= $\alpha$*$\delta$*$h^2$= 0,637*10*$1^2$= 6,37 KN/m= 6,37 N/mm

$\gamma_f = \frac{69{,}22}{6{,}37}$= 10,87 >>>1,5 → CUMPLE

### 3.- Cálculo de la armadura de la pared mayor

<u>Armadura vertical en el empotramiento</u>

$m_{re}$= $\alpha$*$\delta$*$h^3$= 0,15*10*$1^3$= 1,5 KN.m/m

K= $\frac{0,75*m}{(1,39-e)*e^2*10\hat{}4}$= $\frac{0,75*1,5}{(1,19)*0,2^2*10\hat{}4}$= 2,36.$10^{-3}$ KN/$m^2$

Con este valor tan pequeño, escogemos la armadura mínima de redondos de $\phi$12 mm cada 18 cm.

Armadura vertical en medio del vano

$m_{re}$= -0,02*10*$1^3$ <0 → $m_{re}$= 0

Se colocará la armadura mínima

Armadura horizontal en el empotramiento

$m_{re}$= 0,065*1*$1^3$= 0,065 KN/m

K= 1,02.$10^{-4}$ KN/$m^2$

A este valor le corresponde nuevamente, la armadura mínima

Armadura horizontal en medio del vano

$m_{re}$= 0,027*10*$1^3$= 0,27 KN.m/m

K= 4,25.$10^{-4}$ KN/$m^2$

Corresponde colocar a armadura mínima

Armadura de tracción

$\frac{h}{b}$= $\frac{1}{27}$= 0,037 → $\beta_f$= 0,104 → $A_{of}$= $\frac{0,104*2.700*100*10}{2*100.000}$= 1,404 $cm^2$/m → 0,7 $cm^2$/cara

La cuantía resultante es suficientemente ínfima como para despreciar el colocar armadura de tracción.

**4.- Cálculo de las armaduras de la pared menor**

Armadura vertical en el empotramiento

$\frac{h}{a}$= 1 → $\alpha$= 0,035

$m_{re}$= 0,035*10*$1^3$= 0,35 KN.m/m

K= 5,51.$10^{-4}$ KN/$m^2$

Se colocará la armadura mínima, de redondos de $\phi$12 m cada 18 cm.

Armadura vertical en medio del vano

$m_{re}$= 0,01*10*$1^3$= 0,1 KN.m/m

K=1,58.$10^{-4}$ KN/$m^2$

Armadura horizontal en el empotramiento

$m_{re}$= 0,03*10*$1^3$= 0,3 KN.m/m

K= 4,73.$10^{-4}$ KN/$m^2$

Pondremos la armadura mínima

Armadura horizontal en medio del vano

$m_{re}$= 0,013*10*$0,75^3$= 0,055 KN.m/m

K= 8,67.$10^{-5}$ KN/$m^2$

Pondremos la armadura mínima

Armadura de tracción

$\frac{h}{a}$= 1 → $\beta_f$= 0,3 → $A_{of}$= $\frac{0,3*1\hat{}2*10}{2*10}$= 0,15 $cm^2$/m → 0,075 $cm^2$/cara

Despreciamos esta armadura por su pequeña cuantía

**5.- Cálculo de las armaduras de la placa de fondo**

p= 2.500 kg/$m^3$ * (0,2 m*1 m*1 m)= 500 Kg= 5 KN/ml

- Armadura inferior paralela al lado a:

$m_{re}$= 0,1*5*(27+1)= 14 KN.m/m

K= 2,2.$10^{-2}$ KN/$m^2$

Corresponde la armadura mínima

- Armadura inferior paralela al lado b

$m_{be}$= 0,1*5*(27+1)*$\frac{1}{27}$= 0,519 KN.m/m

K= 8,17.$10^{-4}$ KN/$m^2$

Pondremos armadura mínima

- Armadura superior paralela al lado a:

$m_{re}$= 0,6 → K= 9,45.$10^{-4}$ KN/$m^2$

Corresponde la armadura mínima

- Armadura superior paralela al lado b:

$m_{re}$= 0,14 → K= 2,2.$10^{-4}$ KN/$m^2$

Pondremos la armadura mínima

Armadura de tracción en la placa de fondo:

$\frac{h}{b}$= 0,037 → $\beta_f$= 1,3 → $A_{of}$= $\frac{1,3*1\text{^}2*10}{2*10}$= 0,65 $cm^2$/m → 0,325 $cm^2$/cara

$\frac{h}{a}$= 1 → $\beta_f$= 0,4 → $A_{of}$= $\frac{0,4*1\text{^}2*10}{2*10}$= 0,2 $cm^2$/m → 0,1 $cm^2$/cara

Ambas cuantías son mínimas por lo que despreciamos ambas armaduras de tracción

# 6. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE LAS PISCINAS DE RECÍA

Cada piscina de recría tendrá las siguientes dimensiones: 25 metros de longitud; 2,5 metros de anchura y 0,75 metros de altura.

El cálculo será igual que en el apartado anterior, pues es igualmente una piscinas rectangular, que se dimensionará para su factor más limitante, es decir, suponiéndola llena de agua. Los factores de conversión serán iguales, pues se está tratando del mismo material de construcción.

**1.- Dimensionado**

Tomamos el valor mínimo de 20 cm de ancho tanto para las paredes como par al fondo.

**2.- Comprobación a cortante**

Comprobamos si el espesor de la pared es: suficiente para resistir los esfuerzos cortantes sin necesidad de armadura transversal

D= e- 3,5 –$\phi$/2= 20-3,5-0,6= 15,9 cm.

$v_m = 0{,}12 * [1 + \sqrt{\frac{200}{d}}] * \sqrt[3]{100 * \rho * fck}$ *d= 0,12*[1+$\sqrt{\frac{200}{159}}$]* $\sqrt[3]{100 * 0{,}002 * 25}$ *159= 69,22 N/mm

$\frac{h}{b}$= 0,03 → $\alpha$= 0,645

$v_{máx}$= $\alpha$*$\delta$*$h^2$= 0,645*10*$0{,}75^2$= 3,63 KN/m= 3,63 N/mm

$\gamma_f$= $\frac{69{,}22}{3{,}63}$= 19,08 >>>1,5 → CUMPLE

**3.- Cálculo de la armadura de la pared mayor**

Armadura vertical en el empotramiento

$m_{re}$= $\alpha$*$\delta$*$h^3$= 0,15*10*$0{,}75^3$= 0,63 KN.m/m

K= $\frac{0{,}75*m}{(1{,}39-e)*e^2*10\text{^}4}$= $\frac{0{,}75*0{,}63}{(1{,}19)*0{,}2^2*10\text{^}4}$= $9{,}97.10^{-4}$ KN/$m^2$

Con este valor tan pequeño, escogemos la armadura mínima de redondos de $\phi$12 mm cada 18 cm.

Armadura vertical en medio del vano

$m_{re}$= -0,02*10*0,75$^3$ <0 → $m_{re}$= 0

Se colocará la armadura mínima

Armadura horizontal en el empotramiento

$m_{re}$= 0,065*1*0,75$^3$= 0,174 KN/m

K= 3,24.10$^{-4}$ KN/m$^2$

A este valor le corresponde nuevamente, la armadura mínima

Armadura horizontal en medio del vano

$m_{re}$= 0,027*10*0,75$^3$= 0,114 KN.m/m

K= 1,79.10$^{-4}$ KN/m$^2$

Corresponde colocar a armadura mínima

Armadura de tracción

$\frac{h}{b}$= $\frac{0,75}{25}$= 0,03 → $\beta_f$= 0,105 → $A_{of}$= $\frac{0,105*2.500*75*10}{2*100.000}$= 0,98 cm$^2$/m → 0,49 cm$^2$/cara

La cuantía resultante es suficientemente ínfima como para despreciar el colocar armadura de tracción.

**4.- Cálculo de las armaduras de la pared menor**

Armadura vertical en el empotramiento

$\frac{h}{a}$= 0,3 → $\alpha$= 0,115

$m_{re}$= 0,115*10*0,75$^3$= 0,485 KN.m/m

K= 7,64.10$^{-4}$ KN/m$^2$

Se colocará la armadura mínima, de redondos de $\phi$12 m cada 18 cm.

Armadura vertical en medio del vano

$m_{re}$= 0,0057*10*0,75$^3$= 0024 Kn.m/m

K=3,79.10$^{-5}$ KN/m$^2$

Armadura horizontal en el empotramiento

$m_{re}$= 0,04*10*0,75$^3$= 0,169 KN.m/m

K= 2,66.10$^{-4}$ KN/m$^2$

Pondremos la armadura mínima

Armadura horizontal en medio del vano

$m_{re}$= 0,013*10*0,75$^3$= 0,055 KN.m/m

K= 8,67.10$^{-5}$ KN/m$^2$

Pondremos la armadura mínima

Armadura de tracción

$\frac{h}{a}$= 0,3 → $\beta_f$= 0,72 → $A_{of}$= $\frac{0,72*0,75\^2*10}{2*10}$= 0,2 cm$^2$/m → 0,1 cm$^2$/cara

Despreciamos esta armadura por su pequeña cuantía

**5.- Cálculo de las armaduras de la placa de fondo**

p= 2.500 kg/m$^3$ * (0,2 m*0,75 m*2,5 m)= 937,5 Kg= 9,38 KN/ml

- Armadura inferior paralela al lado a:

$m_{re}$= 0,1*9,38*(25+0,75)= 24,15 KN.m/m

K= 3,8.10$^{-2}$ KN/m$^2$

Corresponde la armadura mínima

- Armadura inferior paralela al lado b

$m_{be}$= 0,1*9,38*(25+0,75)*$\frac{0,75}{25}$= 0,725 KN.m/m

K= 1,14.10$^{-3}$ KN/m$^2$

Pondremos armadura mínima

- Armadura superior paralela al lado a:

$m_{re}$= 1,2 → K= 1,89.10$^{-3}$ KN/m$^2$

Corresponde la armadura mínima

- Armadura superior paralela al lado b:

$m_{re}$= 0,28 → K= 4,41.10$^{-4}$ KN/m$^2$

Pondremos la armadura mínima

Armadura de tracción en la placa de fondo:

$\frac{h}{b}$= 0,03 → $\beta_f$= 0,9 → $A_{of}$= $\frac{0,9*0,75\text{^}2*10}{2*10}$= 0,25 $cm^2/m$

$\frac{h}{a}$= 0,3 → $\beta_f$= 0,76 → $A_{of}$= $\frac{0,76*0,75\text{^}2*10}{2*10}$= 0,21 $cm^2/m$

Ambas cuantías son mínimas por lo que despreciamos ambas armaduras de tracción

# 7. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE LAS PISCINAS DE ENGORDE

Las piscinas de engorde, todas iguales entre ellas, tendrán las siguientes dimensiones: 40 metros de longitud (b); 4,5 metros de anchura (a) y 1,5metros de altura (h).

El cálculo será igual que en los apartados anterior, pues es igualmente una piscinas rectangular, que se dimensionará para su factor más limitante, es decir, suponiéndola llena de agua. Los factores de conversión serán iguales, pues se está tratando del mismo material de construcción.

**1.- Dimensionado**

Nuevamente, tomamos un espesor para las paredes de hormigón, de 20 centímetros, el mínimo que se pide para esta construcción. La metodología de cálculo sigue siendo la misma, al tratarse nuevamente de estructuras rectangulares.

**2.- Comprobación a cortante**

Comprobemos si el espesor de la pared es suficiente para resistir los esfuerzos cortantes sin necesidad de armadura transversal:

D= e – c - $\phi/_2$= 20 – 3,5 – 0,6= 15,9 cm= 159 mm

$v_m$= $0{,}12 * [\ 1 + \sqrt{\frac{200}{159}}] * \sqrt[3]{100 * \ 0{,}002 * 25}$ *159= 69,22 N/mm

$\frac{h}{b}$= 3,75.$10^{-2}$ → $\alpha$= 0,635

$v_{máx}$= 0,635*10*$1{,}5^2$= 14,29 N/mm

$\gamma_f$= $\frac{69{,}22}{14{,}29}$= 4,84 > 1,5 → CUMPLE, por lo que no es necesaria armadura transversal para cortante.

**3.- Cálculo de la armadura de la mayor pared**

<u>Armadura vertical en el empotramiento</u>

$m_{re}$= 0,155*10*$1{,}5^3$= 5,23 KN.m/m

K= 8,24.$10^{-3}$ KN/$m^2$

Pondremos la armadura mínima calculada, de redondos de $\phi$12 mm, separados cada 18 cm.

Armadura vertical en medio del vano

$m_{re}$= -0,02*10*1,5$^3$= -0,675 → K≈ 0

Pondremos la armadura mínima

Armadura horizontal en el empotramiento

$m_{re}$= 0,025*10*1,5$^3$= 0,844 KN.m/m

K= 1,33.10$^{-3}$ KN/m$^2$

Corresponde colocar la armadura mínima

Cálculo de la armadura horizontal en medio del vano

$m_{re}$= 0,03*10*1,5$^3$= 1,013 KN.m/m

K= 1,6.10$^{-3}$ KN/m$^2$

Colocaremos la armadura mínima

Cálculo de la armadura de tracción

$\frac{h}{b}$= 0,0375 → $\beta_p$= 0,096 → $A_{hp}$= $\frac{0,096*4.000*150*10}{2*100.000}$= 2,87 cm$^2$/m →1,43 cm$^2$/cara

Aunque esta vez se supere el cm$^2$/cara, sigue siendo una cantidad tan pequeña, que se puede despreciar esta armadura a tracción.

**4.- Cálculo de las armaduras de la pared menor**

$\frac{h}{a}$= 0,333 → $m_{re}$= 0,111*10*1,5$^3$= 3,75 K.m/m

K= 5,9.10$^{-3}$

Ponemos la armadura mínima

Armadura vertical en medio del vano

$m_{re}$= 0,015*10*1,5$^3$= 0,51 KN.m/m

K= 7,98.10$^{-4}$ KN/m$^2$

Se colocará la armadura mínima

Armadura horizontal en el empotramiento

$m_{re}$= 0,05*10*1,5$^3$= 1,69 KN.m/m

K= 2,66.10$^{-3}$ KN/m$^2$

Pondremos armadura mínima

Armadura horizontal en medio del vano

$m_{re}$= 0,015*10*1,5$^3$= 0,506 KN.m/m

K= 7,98.10$^{-4}$ KN/m$^2$

Otra vez, se coloca armadura mínima

Armadura de tracción

$\frac{h}{a}$= 0,333 → $\beta_p$= 0,7 → $A_{op}$= $\frac{0,7*10*1,5\text{^}3}{2*10}$= 1,18 cm$^2$/m → 0,59 cm$^2$/cara

Despreciamos esta armadura por su pequeña cuantía

**5.- Cálculo de las armaduras de la placa de fondo**

Armaduras de flexión

e´= 0,2 m

p= 2.500 kg/m$^3$ *(0,2 m*4,5 m*1,5 m)= 3.375 Kg= 33,75 KN/ml

Armadura inferior

- Paralela al lado a:

$m_{re}$= 0,1*p*(a+b)= 0,1* 33,75* (40+4,5)= 150,19 KN.m/m

K= 0,237 KN/m$^2$

El valor sigue siend pequeño como para colocar la armadura mínima exigible, de redondos de $\phi$12 mm, separados cada 18 cm.

- Paralela al lado b:

$m_{re}$= 0,1*p*(a+b)*$\frac{a}{b}$= 0,1*33,75*44,5*0,113= 16,897 KN.m/m

K= 2,66.10$^{-2}$ KN/m$^2$

Pondremos la armadura mínima

- Armadura superior paralela al lado a:

$m_{re}$= 1,03 → K= 2,16.$10^{-3}$ KN/$m^2$ →armadura mínima

- Armadura paralela al lado b:

$m_{re}$= 0,116 → K= 1,83.$10^{-4}$ KN/$m^2$ → armadura mínima

Armaduras de tracción

$\frac{h}{b}$= 0,0375 → $\beta_f$= 1,29 → $A_{of}$= $\frac{1,29*1,5^2*10}{2*10}$= 1,45 $cm^2$/m → 0,72 $cm^2$/cara

Debido a la pequeña cuantía, se despreciará esta armadura

$\frac{h}{a}$= 0,333 → $\beta_f$= 0,667 → $A_{of}$= $\frac{0,667*1,5^2*10}{2*10}$= 0,75 cm2/m → 0,375 cm2/cara

Esta aradura ser repartiría por las dos caras, teniendo una cuantía tan pequeña que la despreciamos

# 8. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE LAS PISCINAS DESTINADAS A TRUCHAS DE CONSUMO

Estas piscinas, todas iguales entre ellas, serán las más grandes de toda la explotación, debido a las necesidades de espacio en esta fase de la crianza de los peces. Tendrán las siguientes dimensiones: 40 metros de longitud (b); 5 metros de anchura (a) y 1,5metros de altura (h).

El cálculo será igual que en los apartados anterior, pues es igualmente una piscinas rectangular, que se dimensionará para su factor más limitante, es decir, suponiéndola llena de agua. Los factores de conversión serán iguales, pues se está tratando del mismo material de construcción

**1.- Dimensionado**

Nuevamente, tomamos un espesor para las paredes de hormigón, de 20 centímetros, utilizando la misma manera de cálculo que se ha usado hasta le momento.

**2.- Comprobación a cortante**

Comprobemos si el espesor de la pared es suficiente para resistir los esfuerzos cortantes sin necesidad de armadura transversal:

D= e – c - $\phi/_2$= 20 – 3,5 – 0,6= 15,9 cm= 159 mm

$v_m$= $0{,}12 * [\ 1 + \sqrt{\frac{200}{159}}] * \sqrt[3]{100 * \ 0{,}002 * 25}$ *159= 69,22 N/mm

$\frac{h}{b}$= $\frac{1{,}5}{40}$ = 0,0375 →$\alpha$= 0,635

$v_{máx}$= 0,635*10*$1{,}5^2$= 14,29 N/mm

$\gamma_f$= $\frac{69{,}22}{14{,}29}$= 4,84 > 1,5 → CUMPLE

**3.- Cálculo de las armaduras de la pared mayor**

<u>Armadura vertical en el empotramiento</u>

$m_{re}$= 0,155*10*$1{,}5^3$= 5,23 KN.m/m

K= 8,24.$10^{-3}$ KN/$m^2$

Un valor tan bajo corresponde a la clocación de la armadura mínima

Armadura vertical en medio del vano

$m_{re}$= - 0,02*10*1,$5^3$= -0,675 → K≈ 0

Pondremos la armadura mínima

Armadura horizontal en el empotramiento

$m_{he}$= $m_{re}$= 0,025*10*1,$5^3$= 0,844 KN.m/m

K= 1,33.$10^{-3}$ KN/$m^2$

Corresponde colocar la armadura mínima

Cálculo de la armadura horizontal en medio del vano

$m_{re}$= 0,03*10*1,$5^3$= 1,013 KN.m/m

K= 1,6.$10^{-3}$ KN/$m^2$

Colocaremos la armadura mínima

Cálculo de la armadura de tracción

$\frac{h}{b}$= 0,0375 → $\beta_p$= 0,096 → $A_{hp}$= $\frac{0,096*4.000*150*10}{2*100.000}$= 2,87 $cm^2$/m →1,43 $cm^2$/cara

Sigue siendo una cantidad tan pequeña, que se puede despreciar esta armadura a tracción.

**4. Cálculo de las armaduras de la pared menor**

Armadura vertical en el empotramiento

$\frac{h}{a}$= $\frac{1,5}{5}$= 0,3

$m_{re}$= 0,1*10*1,$5^3$= 3,375 KNm/m

K= 5,32.$10^{-3}$ KN/$m^2$ → corresponde la armadura minima, de redondos de $\phi$12 mm cada 18 cm.

Armadura vertical en medio del vano

$m_{re}$= 0,018*10*1,$5^3$= 0,608 KN.m/m

K= 9,57.$10^{-4}$ KN/$m^2$ → Se colocará la armadura mínima

Armadura horizontal en el empotramiento

$m_{re}$= 0,054*10*1,5$^3$= 1,82 KN.m/m

K= 2,87.10$^{-3}$ KN/m$^2$ →Pondremos armadura mínima

Armadura horizontal en medio del vano

$m_{re}$= 0,017*10*1,5$^3$= 0,574 KN.m/m

K= 9,04.10$^{-4}$ KN/m$^2$ →Otra vez, se coloca armadura mínima

Armadura de tracción

$\frac{h}{a}$= 0,3 → $\beta_p$= 0,72 → $A_{op}$= $\frac{0,72*10*1,5\text{^}3}{2*10}$= 1,215 cm$^2$/m → 0,61 cm$^2$/cara

Despreciamos esta armadura por su pequeña cuantía

**5.- Cálculo de las armaduras en la placa de fondo**

p= 2.500 kg/m$^3$ * (0,2 m* 5 m* 1,5 m)= 3.750 kg= 37,5 KN/ml

Armadura inferior

- Paralela al lado a:

$m_{re}$= 0,1*37,5*(40+5)= 168,75 KN.m/m

K= 0,266 KN/m$^2$ → corresponde la armadura mínima

- Paralela al lado b:

$m_{re}$= 0,1*37,5*(40+5)*$\frac{5}{40}$= 21,09 KN.m/m

K= 3,32.10$^{-2}$ KN/m$^2$ → colocaremos la armadura mínima

Armadura superior

- Paralela al lado a:

$m_{re}$= 1,05 KN.m/m → K= 1,65.10-3 KN/m2 → armadura mínima

- Paralela al lado b:

$m_{re}$= 0,118 → K= 1,86.10$^{-4}$ KN/m$^2$ → armadura mínima

Armaduras de tracción en la placa de fondo

$\frac{h}{b}$= 0,0375 →$\beta_f$= 1,29 → $A_{of}$= $\frac{1,29*1,5^2*10}{2*10}$ = 1,45 $cm^2$/m → 0,726 $cm^2$/cara → teniendo en cuenta su pequeña cuantía la podemos despreciar

$\frac{h}{a}$= 0,3 → $\beta_f$= 0,68 → $A_{of}$= $\frac{0,68*1,5^2*10}{2*10}$ = 0,765 $cm^2$/m → 0,38 $cm^2$/cara → teniendo en cuenta su pequeña cuantía la podemos despreciar

# 9. RESUMEN DEL ARMADO DE LAS ESTRUCTURAS

| **Estanques** | **Armadura en las paredes** | | **Armadura en la placa de fondo** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Vertical | Horizontal | Longitudinal | | Transversal | |
| Reproductores | $\phi$12 mm cada 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. |
| Pilas de incubación | $\phi$12 / 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. |
| Recría | $\phi$12 / 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. |
| Engorde | $\phi$12 / 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. |
| Truchas de consumo | $\phi$12 / 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. | $\phi$12 / 18 cm. |

escuela politécnica superior de huesca

**TRABAJO DE FIN DE CARRERA DE**

**INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TÍTULO**

# Proyecto de piscifactoría de trucha arcoíris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

## Anejo VI - Caudales y canalizaciones


| | |
|---|---|
| **AUTOR:** | **Miguel Ángel Márquez Lapuente** |
| **ENSEÑANZA:** | **Ingeniería Agrónoma** |
| **DIRECTOR:** | **Juan Escós Quílez** |
| **FECHA:** | **Octubre 2016** |

**1. CAUDALES ..... 3**

1.1. Datos previos ..... 3

1.2. Cálculo de las necesidades teóricas de agua ..... 3

**2. CÁLCULO DE LAS SECCIONES Y LONGITUDES DE LOS CANALES ..... 7**

2.1. Datos previos de diseño y cálculo ..... 7

2.2. Metodología de cálculo ..... 8

2.3. Cálculo de las canalizaciones de entrada de agua ..... 9

2.4. Canalizaciones de salida de agua ..... 14

**3. CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS DE SALIDA DE AGUAS RESIDUALES ..... 16**

3.1. Datos previos de diseño y cálculo ..... 16

3.2. Metodología de cálculo ..... 16

3.3. Cálculo de las tuberías para balsas y piscinas ..... 17

**4. ESTRUCTURAS DE REGULACIÓN DEL CAUDAL ..... 20**

# 1. CAUDALES

A la hora de calcular el caudal que tiene que fluir a lo largo de las canalizaciones de la explotación, necesitamos saber los datos, que permitan determinar las superficies de las estructuras de paso del agua, así como la cantidad de agua que debe pasar y a la velocidad que debe hacerlo.

## 1.1. Datos previos

- Agua embalsada en el total de la instalación:
  - Nave de incubación y alevinaje: 135 $m^3$
  - Piscinas de recría: 234,38 $m^3$
  - Piscinas de engorde: 2.700 $m^3$
  - Piscinas de truchas de consumo: 12.000 $m^3$
  - Piscina de reproductores: 150 $m^3$
  - TOTAL = 15.219,38 $m^3$

- Datos limitantes para el cultivo de las truchas → oxígeno disuelto necesario para todos los individuos. La cantidad ideal para su cultivo es 9 mg/l. El río Gállego tiene una media de 11,15 mg/l de oxígeno disuelto

El caudal necesario viene condicionado por la carga de peces de los estanques y por el oxígeno disuelto en el agua.

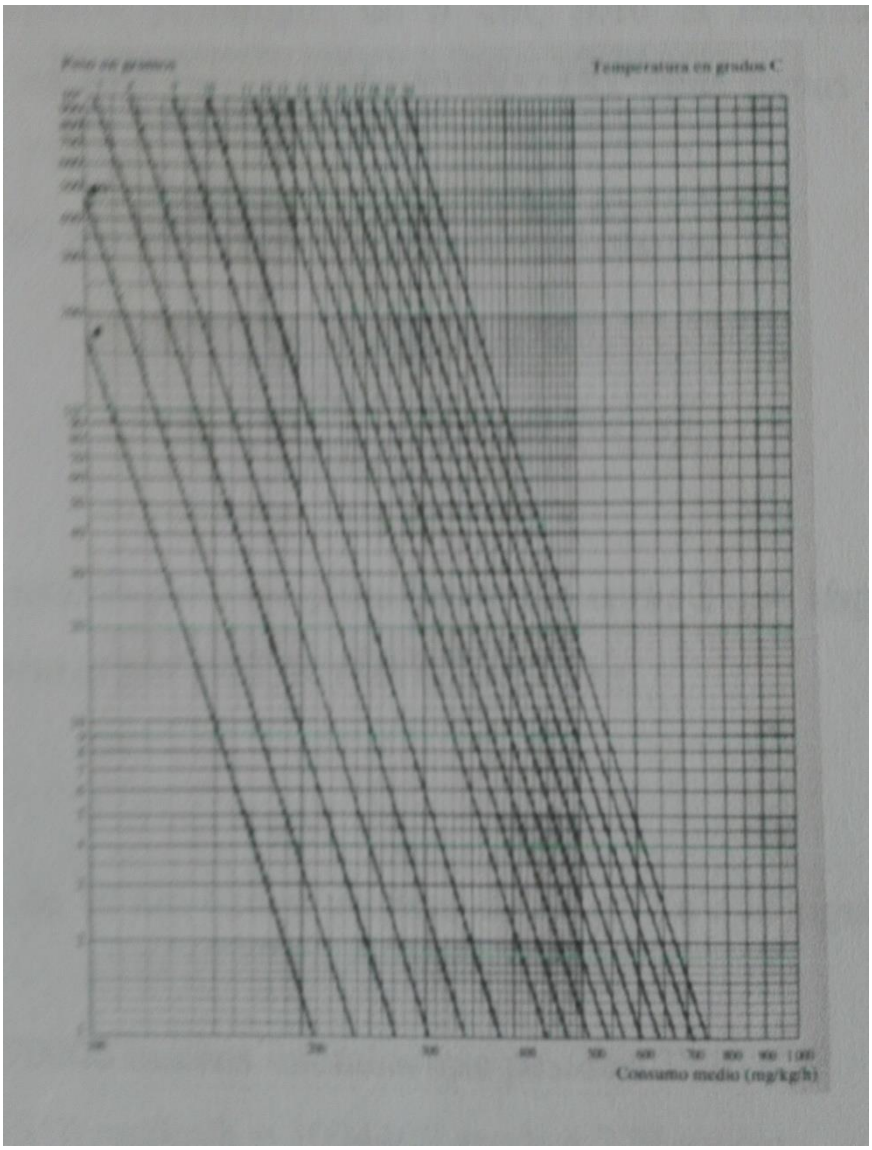
En nuestro caso, el análisis del agua del río Gállego una media de oxígeno disuelto en agua de 11,15 mg/l a lo largo del año (disminuyendo en verano y aumentando en invierno).

Las truchas no pueden captar el oxígeno en concentraciones inferiores a 5,5 mg/l por lo que el oxígeno aprovechable para el crecimiento metabólico de los individuos será la resultante de restar al oxígeno disuelto, el oxígeno mínimo para la supervivencia de los peces, es decir, 11,15 mg/l – 5,5 mg/l = 5,65 mg/l.

Este dato va a ser el que usemos a la hora de calcular el caudal necesario para cada piscina de la instalación, en base al método que se explica a continuación.

## 1.2. Cálculo de las necesidades teóricas de agua

Para el cálculo del consumo de oxígeno por las truchas en relación al peso de carga de individuos y a la temperatura del agua, se utiliza la siguiente gráfica:




Gráfica 1: relación entre el peso de los peces, la temperatura del agua y el consumo de oxígeno de cada individuo, medido en mg de oxígeno/kg de peso vivo/hora

Las condiciones más desfavorables serán en verano, con un oxígeno disuelto en agua de 9,9 mg/l, lo que dejará 4,4 mg/l de oxígeno para el crecimiento metabólico de los peces.

- Los alevines, con 3 cm de tamaño y 0,5 gramos de peso, consumen 425 mg/kg/h.de oxígeno disuelto.

El máximo peso de los alevines se dará cuando todas las pilas estén llenas de individuos de 0,5 gramos. En esta situación el peso total de los alevines será:

(1,800.000 individuos * 0,5 g/individuo)/1000 g/kg = 900 Kg

900 kg * 425 mg/kg/h = 382.500 mg/h = 106,25 mg/s

(106,25 mg/s)/4,4 mg/l = 24,15 l/s

Por tanto, el caudal necesario para las pilas de incubación será 24,15 l/s. El caudal unitario para cada fila de pilas, siendo 5 en total, será 4,83 l/s.

- Los jaramugos, que englobamos en la segunda fase del ciclo de crecimiento, de peso unitario 1,5 gramos, consumen 400 mg/kg/h

Tenemos 1,620.000 individuos de 1,5 gramos, con una biomasa total de 2.430 kg

2.430 kg * 400 mg/kg/h = 972.000 mg/h = 270 mg/s

(270 mg/s)/ (4,4, mg/l) = 61,36 l/s

Por tanto, las piscinas de recría necesitan un caudal total de 61,36 l/s, lo que da un caudal unitario, siendo 5 piscinas, de 12,27 l/s

- Las truchas de engorde, que alcanzan un peso de 11 gramos, consumen una media de 310 mg/kg/h.

Tenemos 1,376.000 individuos con un peso total de 15.136 kg

(15.136 kg* 310 mg/kg/h)/ (3600 s/h) = 1.303 mg/s

(1303 mg/s)/4,4 mg/l = 296,22 l//s

Tenemos por tanto un caudal total de 296,22 l/s, con un caudal unitario para cada una de las 10 piscinas de 29,62 l/s.

- Las truchas destinadas a consumo final, que alcanzan un peso final de 250 gramos, suman una biomasa de 292.431´75 kg. Consumen de media 225 mg/kg/h de oxígeno disuelto

292.431,75 kg* 225 mg/kg/h = 65.797.143,75 mg/h = 18.276,98 mg/s

(18.276,98 mg/s)/ (4,4 mg/s) = 4.153,86 l/s

Con una caudal total para esta fase de 4.153,86 l/s a dividir entre 40 piscinas, nos da un caudal unitario 103,85 l/s

- Los reproductores consumen 180 mg/kg/h de oxígeno disuelto. Con una biomasa de 2.000 kg de reproductores:

2.000 kg * 180 mg/kg/h = 360.000 mg/h = 100 mg/s

(100 mg/s)/4,4 mg/s) = 22,73 l/s

Una sola piscina para reproductores, con un caudal de 22,73 l/s

El caudal total teórico para toda la instalación, descontando el necesario para las piscinas de estabulación, por su escasísima relevancia con respecto al total, es:

(22,73 + 4153,86 + 296,22 + 61,36 + 24,14) l/s = 4,558,31 l/s = **4,56 $m^3/s$**

Este caudal será el mínimo necesario para abastecer la explotación. Pero esta cifra variará, ya que queda por calcular otro factor del que va a depender el caudal del agua, la sección de los canales por los que va a circular dicha agua.

# 2. CÁLCULO DE LAS SECCIONES Y LONGITUDES DE LOS CANALES

## 2.1. Datos previos de diseño y cálculo

Las canalizaciones de la explotación serán todas de sección rectangular y de hormigón armado moldeado a pie de obra. La pendiente de los canales será la que nos brinda el terreno (0,4%), que es idónea para mantener un flujo por gravedad manteniendo una velocidad que permita régimen laminar para el agua circulante.

El agua se tomará del río mediante una bomba, situada en el fondo del propio cauce y protegida por malla de acero, que moverá mucha cantidad de agua, pero a poca altura, ya que el canal principal al igual que todos, estará a nivel del suelo, excavado sobre el terreno; por esto, la potencia de la bomba no será excesiva ni generará mucho gasto eléctrico. Se escoge una bomba de 3.000 W de potencia. Esta bomba inyectará 4,633 $m^3/s$ de agua al canal principal, y del inicio de este se moverá aguas abajo por gravedad debido a la pendiente natural del terreno, que respetaremos en las canalizaciones. Del canal central de aguas limpias, que tendrá una sección constante de principio a fin (cuando se una al canal de agua residual) irán saliendo ramificaciones para cada piscina, cada una de ellas con el caudal necesario para la instalación a la que tiene que suministrarle el agua.

El flujo del agua del río al canal de aguas limpias será constante y una vez alcanzado el final de dicho canal, se unirá al de aguas sucias mediante un aliviadero con una sonda de nivel, de manera que en caso de flujo excesivo de agua (por motivos de crecida o demanda inferior de agua en las piscinas) el agua excedente irá directamente al canal de aguas sucias y de este a la balsa de decantación y por último de vuelta al rio. De esta manera evitaremos inundaciones en las instalaciones, manteniendo siempre un nivel constate de agua en las canalizaciones.

Las canalizaciones de aguas residuales tendrán las mismas secciones que sus homólogos de aguas limpias, pues el agua que salga de las piscinas será constantemente la misma cantidad que el agua que entre. No habrá pérdida por filtraciones ni por desvíos.

El agua de las canalizaciones entrará a las piscinas por la superficie de la lámina de agua en estas y saldrá de ellas por tuberías de PVC enterradas, que comunicarán el fondo de las piscinas con las canalizaciones de aguas residuales. La presión creada por al agua entrante será suficiente para que salga agua por dicha tuberías. Se escoge esta manera debido a que así es el agua con menor cantidad de oxígeno la que sale por las tuberías, y además se permite una buena aireación de esta en la entrada a las piscinas. Además, la salida del agua por las tuberías será la de aquella que está en el fondo, más inmóvil y densa que la de la superficie, ideal para ser conducida a la balsa de depuración.

## 2.2. Metodología de cálculo

La forma de calcular las secciones de los canales es teóricamente sencilla. Y para ello nos basamos primeramente en las siguientes premisas:

- Pendiente: la pendiente de la canalización será la del terreno, que es 0,4%.
- Velocidad del agua: será tal que el régimen del agua sea laminar. Para canales de hormigón, se permita una velocidad de hasta 2,5 m/s
- Coeficiente de Manning: para el hormigón, el coeficiente toma valores entre 0,013 y 0,017. Se escoge el valor más alto, por razones de seguridad.
- Caudal: el caudal está calculado en función de la superficie de cada piscina y de la carga de peces (debido a las necesidades en oxígeno disuelto en agua que dependen de la cantidad de individuos que haya por volumen de agua).
- Forma de la sección de los canales: será en todos, rectangular, debido a la sencillez de su creación y al óptimo funcionamiento de este tipo de sección.
- La altura del canal principal de aguas limpias tendrá un valor menor que la menor de las alturas de las piscinas, para que se puedan rellenar sin problemas por simple gravedad.

La forma de calcular las secciones de las canalizaciones conllevará el uso de las siguientes fórmulas:

- Ecuación de continuidad: Q = A * v
- Ecuación de Manning: $v = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$

Con el uso de la ecuación de continuidad sabremos el área mínima a calcular con la velocidad máxima permitida, y con la ecuación de Manning ajustaremos al máximo dicha área para el caudal demandado, debido al uso del radio hidráulico en dicha fórmula. Además, al tener en cuenta la rugosidad expresada mediante el coeficiente de Manning, y la pendiente, se consigue un valor de velocidad mucho más adecuado para las características de nuestras canalizaciones. Mediante una serie de iteraciones en hojas de cálculo, utilizando como variables la base y la altura de las canalizaciones, e introduciendo esas variables en el cálculo del área, perímetro mojado y por tanto, el radio hidráulico, se consigue ajustar el máximo las áreas para obtener un caudal lo más aproximado posible al necesario, nunca estando por debajo de los cálculos teóricos hallados, consiguiendo también velocidades que nunca exceden la recomendada para canales de hormigón.

La metodología de cálculo es la siguiente:

- Se dan valores a la anchura y la altura de la sección de cada canalización a calcular

- Con esos valores, se calcula el perímetro mojado, el área y en base a estos, el radio hidráulico.

- Con ese radio hidráulico, el coeficiente de Manning y la pendiente, se calcula la velocidad del agua.

- Con la velocidad del agua y el área hallada anteriormente, se calcula el caudal y se compara con el teórico que ha de llevar la canalización

- Se ajusta lo máximo posible ese valor de caudal hallado, con el teórico, iterando valores de la base y la altura de la canalización, comprobando que la velocidad no suba en ningún momento de la recomendada para canalizaciones de hormigón.

## 2.3. Cálculo de las canalizaciones de entrada de agua

1. Canal principal

Este canal será el que suministre agua al resto de las canalizaciones y tendrá sección constante. Deberá llevar un mínimo de 4,56 $m^3/s$ para poder asegurar el flujo adecuado de agua. Siguiendo la metodología de cálculo explicada de manera resumida anteriormente, se obtienen los siguientes resultados para el canal:

| Datos | Valores |
|---|---|
| n | 0,017 |
| S (m/m) | 0,004 |
| h (m) | 0,75 |
| b (m) | 2,7 |
| v máx (m/s) | 2,5 |
| Q mín ($m^3/s$) | 4,56 |

| Dato | Fórmula | Valores |
|---|---|---|
| Área ($m^2$) | b*h | 2,025 |
| Perím. Mojado (m) | b +(2*h) | 4,2 |
| Radio hidráulico (m) | A/Pm | 0,482 |
| Velocidad (m/s) | $(1/n)*R_h^{2/3}*S^{1/2}$ | 2,288 |
| Caudal ($m^3/s$) | A*v | 4,632 |

El recorrido del canal principal se detalla en base al mínimo número posible de curvas y a la mayor cercanía posible a cada emplazamiento de cada fase del ciclo de los peces. De este modo:

- Empezando por la toma de agua del río, el canal atraviesa en línea recta por el lateral de la nave de incubación y alevinaje, las piscinas de recría y las piscinas de engorde, hasta llegar a la 1ª curva, antes de llegar a las piscinas de producción de truchas de consumo. Este tramo rectilíneo tendrá una longitud de 81 metros.

- Tras este tramo hay una curva, de radio 4 metros, para evitar complicaciones con el régimen de velocidad del agua y con posibles depósitos de materiales. Al finalizar esta curva hay otro tramo rectilíneo que describe una línea paralela al eje longitudinal de las piscinas de producción de truchas de consumo, y con una longitud de 47,5 metros.

- Tras este tramo, estará el segundo y último codo, del mismo diámetro de curva que el anterior. Finalmente, después de esto, queda el último tramo del canal principal, que comunica, mediante un aliviadero, con el canal principal de aguas residuales. Este tramo, que transitará entre las dos filas de piscinas de truchas de consumo, de manera vertical a su eje longitudinal, tendrá una longitud de 125-130 metros

- La longitud total, por tanto, del canal principal, desde la toma de agua directamente del río, hasta el aliviadero que lo comunica con el canal de aguas residuales, será aproximadamente 272 metros.

2. Pilas de incubación y alevinaje

Caudal total para las pilas de incubación y alevinaje (5 filas de pilas): 24,85 l/s

Las canalizaciones secundarias serán rectas y cortas desde el canal principal hasta las filas de pilas californianas. Con una longitud máxima de 5 metros será suficiente debido a que premeditadamente, se situarán muy próximos la nave y el canal principal. Debido al flujo por gravedad y a la longitud escasa, se pueden despreciar las pérdidas de carga en estas canalizaciones para los huevos y alevines.

La entrada del agua a cada pila será por tuberías a pie de suelo, a fin de no obstaculizar el paso de los trabajadores por la nave. Estas tuberías, de sección constante, no necesitarán ayuda de una bomba, ya que el propio empuje del agua por la gravedad a lo largo del canal principal es suficiente para el salto de 1 metro hasta las pilas.

Así mismo, para evitar que se pisoteen las tuberías, se pondrán plataformas metálicas sobre las tuberías, de modo que los trabajadores podrán realizar sus tareas mientras el agua sigue fluyendo hacia las pilas de incubación.

La sección de las tuberías de entrada de agua será igual que la de las tuberías de salida de aguas residuales de la misma nave, ya que el agua de salida es la misma cantidad que el agua de entrada. Con los datos calculados en el punto 3.3 de este mismo documento, se concluye que habrá una tubería para cada pila de incubación y alevinaje tendrá un diámetro nominal de 75 mm, que operarán bajo plataformas metálicas.

3. Piscinas de recría

| Datos | Valores |
|---|---|
| n | 0,017 |
| S (m/m) | 0,004 |
| h (m) | 0,1 |
| b (m) | 0,235 |
| v máx (m/s) | 2,5 |
| Q mín ($m^3/s$) | 0,01227 |

| Dato | Fórmula | Valores |
|---|---|---|
| Área ($m^2$) | b*h | 0,0235 |
| Perím. Mojado (m) | b +(2*h) | 0,435 |
| Radio hidráulico (m) | A/Pm | 0,054 |
| Velocidad (m/s) | $(1/n)*R_h^{2/3}*S^{1/2}$ | 0,532 |
| Caudal ($m^3/s$) | A*v | 0,0125 |

Caudal total para las piscinas de recría (5 piscinas): 62,47 l/s

Las canalizaciones secundarias, al igual que para la nave de incubación y alevinaje, serán rectas y cortas, pudiendo despreciar de esta manera las pérdidas de carga que pueda haber. Al estar a la misma distancia del canal principal de aguas limpias que la nave de incubación, las longitudes de las 5 canalizaciones serán las mismas que las anteriores, de un máximo de 5 metros.

4. Piscinas de engorde

| Datos | Valores |
|---|---|
| n | 0,017 |
| S (m/m) | 0,004 |
| h (m) | 0,095 |
| b (m) | 0,5 |
| v máx (m/s) | 2,5 |
| Q mín ($m^3/s$) | 0,02962 |

| Dato | Fórmula | Valores |
|---|---|---|
| Área ($m^2$) | b*h | 0,0475 |

| | | |
|---|---|---|
| Perím. Mojado (m) | b +(2*h) | 0,69 |
| Radio hidráulico (m) | A/Pm | 0,069 |
| Velocidad (m/s) | $(1/n)*R_h^{2/3}*S^{1/2}$ | 0,625 |
| Caudal ($m^3/s$) | A*v | 0,0297 |

Caudal necesario para las piscinas de engorde (10 piscinas): 296,83 l/s

Las piscinas estarán a las misma distancia que las dos anteriores, por lo que las 10 canalizaciones encargadas de suministrar el caudal a las piscinas, tendrán una longitud máxima de 5 metros.

5. Piscinas de truchas destinadas a consumo

| Datos | Valores |
|---|---|
| n | 0,017 |
| S (m/m) | 0,004 |
| h (m) | 0,25 |
| b (m) | 0,46 |
| v máx (m/s) | 2,5 |
| Q mín (m3/s) | 0,10385 |

| Dato | Fórmula | Valores |
|---|---|---|
| Área ($m^2$) | b*h | 0,115 |
| Perím. Mojado (m) | b +(2*h) | 0,96 |
| Radio hidráulico (m) | A/Pm | 0,12 |
| Velocidad (m/s) | $(1/n)*R_h^{2/3}*S^{1/2}$ | 0,904 |
| Caudal ($m^3/s$) | A*v | 0,104 |

Caudal necesario para las piscinas de truchas de consumo (40 piscinas): 4.158,69 l/s

El canal principal pasará entre las dos filas de piscinas, de manera que la separación entre dicho canal y cada una de las filas será equidistante. Lasa canalizaciones se bifurcarán a ambos lados del canal, de manera simétrica. Por tanto, todas las canalizaciones tendrán la misma longitud, que será de un máximo de 5 metros.

6. Piscina de reproductores

| Datos | Valores |
|---|---|
| n | 0,017 |
| S (m/m) | 0,004 |
| h (m) | 0,1 |
| b (m) | 0,38 |
| v máx (m/s) | 2,5 |
| Q mín (m3/s) | 0,02273 |

| Dato | Fórmula | Valores |
|---|---|---|
| Área ($m^2$) | b*h | 0,038 |
| Perím. Mojado (m) | b +(2*h) | 0,58 |
| Radio hidráulico (m) | A/Pm | 0,0655 |
| Velocidad (m/s) | $(1/n)*R_h^{2/3}*S^{1/2}$ | 0,605 |
| Caudal ($m^3/s$) | A*v | 0,023 |

Caudal para la piscina de reproductores: 22,98 l/s

La canalización que lleve el agua del canal principal a la piscina de reproductores, tendrá una longitud máxima de 5 metros

| Tipo de canalización | Número | Base (m) | Altura (m) | Área ($m^2$) | Velocidad (m/s) | Caudal unitario ($m^3/s$) | Caudal total (l/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Canal principal | | 2,7 | 0,75 | 2,025 | 2,288 | 4,632 | 4.632 |
| Pilas de incubación | 5 | Por tuberías | | | | | |
| Piscinas de recría | 5 | 0,235 | 0,1 | 0,0235 | 0,532 | 0,0125 | 62,47 |
| Piscinas de engorde | 10 | 0,5 | 0,095 | 0,0475 | 0,625 | 0,0297 | 296,83 |
| Piscinas de truchas de consumo | 40 | 0,46 | 0,25 | 0,115 | 0,904 | 0,10385 | 4.158,69 |
| Piscinas de reproductores | 1 | 0,38 | 0,1 | 0,038 | 0,605 | 0,023 | 22,98 |

En total, el caudal suma la cantidad de 4.565,82 l/s. Como para la sección calculada del caudal principal, el flujo resultante es 4.632 l/s >4.565,82 l/s, el caudal para todas las instalaciones queda asegurado, de la misma manera que se confirma la validez de las secciones calculadas para todas las secciones de las canalizaciones, pues cumplen con la velocidad de flujo máxima permitida y con los caudales a suministrar.

El excedente de agua, 41,761 l/s, será evacuado por el aliviadero situado al final del canal principal de aguas limpias, hacia el canal de aguas residuales.

## 2.4. Canalizaciones de salida de agua

- Canal principal de aguas residuales

Como se ha comentado anteriormente, las canalizaciones individuales de salida de aguas residuales de cada instalación, serán iguales a las de entrada de aguas limpias, pues llevarán el mismo caudal con el mismo régimen de flujo de agua.

Sin embrago, sí que cambia las dimensiones del canal principal de aguas residuales, en cuanto a longitud y sección se refiere. Esto es debido al simple hecho de que no lleva el mismo recorrido que el canal de aguas limpias, ni empieza en el mismo lugar, ni tiene el mismo lugar de conclusión, ni sobre todo lleva el mismo caudal en toda su longitud.

El canal empezará en la nave de incubación y alevinaje, de donde saldrán los primeros flujos de aguas residuales. Y terminará en la balsa de decantación. La forma de cálculo será análoga a la utilizada para el canal principal de aguas limpias, con la salvedad de que no tendrá sección constante. La sección irá aumentando conforme pasen los tramos, y se añada flujo de agua residual:

- 1$^{er}$ tramo: recogerá el agua de las cinco filas de pilas de incubación y alevinaje. Con un caudal a transportar de 24,85 l/s,
- 2º tramo: recogerá el agua de las cinco piscinas de recría, más los 24,85 l/s de la nave de incubación y alevinaje
- 3$^{er}$ tramo: recogerá el agua de las 10 piscinas de engorde, más el caudal de aguas residuales recogido de las piscinas de recría y de las pilas de incubación
- 4º tema: recogerá toda al agua residual acumulada de las instalaciones, más el agua residual de 20 de las piscinas de truchas de consumo
- 5º tramo: recogerá el agua residual de las otras 20 piscinas de truchas de consumo
- 6º tramo: recogerá al agua residual de estas 20 piscinas citadas anteriormente más el agua limpia que salga por el aliviadero situado al final del canal principal de aguas limpias
- 7º tramo: recogerá toda el agua citada anteriormente para encauzarla hasta la balsa de decantación, además del agua residual de las piscinas de reproductores.

| | Base (m) | Altura (m) | Área ($m^2$) | Velocidad (m/s) | Longitud (m) | Caudal a llevar ($m^3/s$) | Caudal admisible ($m^3/s$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1$^{er}$ tramo | 0,41 | 0,1 | 0,041 | 0,615 | 25 | 0,02485 | 0,0252 |
| 2º tramo | 0.4 | 0.2 | 0.08 | 0.802 | 32,5 | 0.0873 | 0.089 |
| 3$^{er}$ tramo | 0.85 | 0.3 | 0.255 | 1.168 | 95 | 0.4466 | 0.4475 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4º tramo | 1.68 | 0.75 | 1.26 | 2.007 | 120 | 2.526 | 2.528 |
| 5º tramo | 1.45 | 0.75 | 1.0875 | 1.912 | 164 | 2.079 | 2.08 |
| 6º tramo | 1.48 | 0.75 | 1.11 | 1.926 | 44 | 2.121 | 2.138 |
| 7º tramo | 2.72 | 0.75 | 1.48 | 2.292 | 15 | 4.67 | 4.675 |

# 3. CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS DE SALIDA DE AGUAS RESIDUALES

## 3.1. Datos previos de diseño y cálculo

Las tuberías son un sistema ideal para llevar el agua residual de cada piscina al canal de aguas residuales. La razón es que, al contrario que la canalización de aguas limpias, que deja caer el agua a la superficie de la piscina, aireándola, la tubería recoge el agua del fondo de las piscinas. Esto consigue que el agua que entre a la tubería no sea el agua limpia, sino el agua que ya está cargada con partículas.

Las tuberías serán de tipo vertical abatibles. Constan de tres partes de plástico rígido:

- Una **tubería de base** en ligera pendiente, hecha por ejemplo con uno o más tubos de PVC, que atraviesa el dique
- Un **tubo vertical**, que subiría hasta el nivel máximo del agua
- Un **codo** en 90º, que uniría estos dos tubos. Este se puede pegar al tubo vertical con cemento plástico, aunque solo habría que hacerlo si encajan muy mal. No hace falta pegar el codo con el tubo de base, pero conviene engrasarlo con un material adecuado, como grasa mineral, manteca de cerdo o jabón de palma

Tuberías de salida del agua residual:

Las tuberías no se van a calcular de la misma manera que las canalizaciones, pues al estar enterradas, no siguen el mismo proceso que los canales al aire libre. Teniendo en cuenta la restricción en las velocidades (*), se calculará un diámetro interno, que se encontrará limitado a los diámetros internos comerciales, de manera que sea capaz de llevar el agua residual, en cantidad igual al agua limpia que entra en las piscinas, hasta el canal de aguas sucias.

(*) Velocidad recomendada para tuberías de PVC:

- Para $D < 150$ mm → $v \leq 1{,}5$ m/s
- Para $150 \text{ mm} < D < 600$ mm → $v \leq 2$ m/s
- Para $D > 600$ mm → $v \leq 2{,}5$ m/s

Los diámetros nominales comerciales para tuberías de PVC, en mm, son: 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125,140, 160, 180, 200, 225, …. No llegaremos en ningún caso a diámetros mayores, ya que el precio aumenta y una solución igual de válida es poner tuberías de menor diámetro en serie, para desaguar el agua sucia de las piscinas.

## 3.2. Metodología de cálculo

La metodología de cálculo es la siguiente:

- Se sabe previamente el caudal que debe desaguar cada piscina, pues es el mismo que el que entra, que está calculado anteriormente para cada piscina.

- Con la velocidad limitante como factor y el caudal ya estimado, se hace uso de la ecuación de continuidad, $Q = A * v = \pi r^2 * \mathrm{v}$. Utilizando hojas de cálculo, se obtiene para cada caso un radio y diámetro teórico necesario para las tuberías de cada piscina.

- Comparando el diámetro teórico necesario con los diámetros internos comerciales para tuberías de PVC de PN 6 atmósferas (la presión nominal menor dentro de las tuberías comerciales, suficiente para nuestro caso), escogemos el diámetro inmediatamente superior al teórico. Al ser un flujo constante, sin válvulas, con entrada y salida libres, esta diferencia entre uno y otro no va a generar problemas de cavitación ni golpe de ariete.

- Una vez determinado todo esto, estudiamos la cantidad de tuberías necesarias para cada piscina. Este último punto es puramente subjetivo y dependiente en gran parte del factor económico. Como tónica general, en las piscinas más grandes, las dedicadas a truchas de consumo, se decide colocar varias tuberías en paralelo en vez de solo una más grande, sobre todo por resultar más barato y dar menos problemas a la hora de posibles reparaciones, evitando que todo el flujo pase por una misma tubería.

## 3.3. Cálculo de las tuberías para balsas y piscinas

Es un cálculo relativamente sencillo. Teniendo como factores limitantes la velocidad del agua a su paso por las tuberías, y los diámetros internos comerciales disponibles, se detalla en la siguiente tabla las tuberías que se instalan en cada piscina:

| Tipo de pila/ piscina | Caudal mínimo (l/s) | Velocidad admisible (m/s) | $\phi$ interno tubería (mm) | $\phi$ nominal tubería (mm) | Nº de tuberías / piscina |
|---|---|---|---|---|---|
| Incubación y alevinaje | 4,97 | 1,5 | 71,4 | 75 | 1 |
| Recría | 12,494 | 2 | 105,6 | 110 | 1 |
| Engorde | 29,683 | 2,1 | 134,4 | 140 | 1 |
| Truchas de consumo | 103,97 | 2 | 153,6 | 160 | 3 |
| Reproductores | 22,976 | 2,2 | 37,2 | 40 | 1 |

(*) Las tuberías varían su diámetro interior dependiendo de la presión que aguanten. Por defecto, usaremos los diámetros nominales correspondientes a la menor presión posible, 4 atmósferas, porque en este proyecto las tuberías no van a estar sometidas a grandes presiones.

Con los diámetros nominales de las tuberías ya calculados, solo falta concretar el número de ellas necesario en la explotación, ya que dichos cálculos han sido hallados para cada tipo de piscina, pero no para el conjunto de ellas. Por tanto, el número de tuberías será:

- Incubación y alevinaje: 5 tuberías de DN 75 mm
- Recría: 5 tuberías de DN 110 mm
- Engorde:10 tuberías de DN 140 mm
- Truchas de consumo: 40 piscinas x 3 tuberías/piscina = 120 tuberías de DN 160 mm
- Reproductores:1 tubería de DN 40 mm

Las tuberías tendrán longitud igual a la distancia entre la piscina correspondiente y el tramo de canal de aguas sucias con el que comunique. Estarán enterradas de forma que solo la salida de la tubería, que lleva el agua a las canalizaciones de agua sucia, sea la única parte que sobresale de la superficie.

Tuberías de uso de agua en aseo y laboratorio

Como se puede ver en el plano correspondiente, y se especifica en el documento "Cálculo constructivo de las naves", en la segunda nave, se encuentran el aseo y el laboratorio, habitáculos donde se va a usar agua y por tanto, en los cuales habrá salidas de agua. En el aseo, habrá uso de agua por parte de la ducha, del lavamanos y del retrete, mientras que en el laboratorio, será por el lavamanos.

Los gastos medios de estos aparatos son los siguientes:

- Gasto medio de la ducha: 19 l/min
- Gasto medio de un lavamanos: 12 l/min
- Gasto medio de un retrete: 10 l/min

Sabiendo que va a haber una ducha, dos lavamanos y un retrete y tomando un coeficiente de uso de 0,3 (solo se usa a la vez un 30% del agua que pueden suministrar todos los elementos citados), el caudal resultante es: 16 l/min.

Sabiendo que la velocidad de agua recomendada para tuberías de PVC (el tipo de tuberías usadas para este tipo de fines) es de alrededor de 1,5 m/s, podemos obtener la sección necesaria para que circule todo el caudal, mediante la ecuación de continuidad:

$Q = S/v \rightarrow S= Q/v= (16\ l/min / 60\ s/min) / 1,5\ m/s = 0,177\ m = 177,8\ mm$

Como la sección de la tubería es circular, hallamos el diámetro: $S= \pi.D^2/4 \rightarrow D= 15,05$ mm.

El diámetro comercial elegido es el más próximo, quedándose por encima del valor hallado. En este caso, el diámetro de las tuberías de abastecimiento para la nave será de 16 mm.

Dicha tubería estará enterrada, desde su inicio tras el primer codo del canal principal de aguas limpias, pasando por aseo y laboratorio, hasta su final en la balsa de

decantación y filtrado B1, como se observa en el plano P18. Dicho recorrido enterrado será de la manera exigida según la normativa vigente. Será tubería enterrada para evitar obstaculizaciones en la instalación, y que las maquinarias que se utilicen no tengan que maniobrar teniendo que evitar esta tubería. Tendrá una longitud total de 30,5 m esta tubería.

En el aseo se ubicará un calentador de agua, para proporcionar tanto agua caliente como fría. Es obvio que, en una zona con un invierno tan frío como el que se da en Biescas, es de agradecer por parte de los trabajadores el poder tener agua caliente. Bastará con un calentador con una capacidad de 20 l/min, suficiente para cubrir la mayor necesidad de agua, que corresponde con los 19 l/min de la ducha.

Por último, como para el aseo y sobretodo, para el laboratorio, pueden generarse residuos químicos, se instalará una fosa séptica con un digestor para dichos productos, de manera que el agua residual que vaya a parar a las balsas de decantación y filtrado, solo tenga residuos orgánicos, que no dañan e incluso alimentan a las plantas que constituyen el filtro verde. Se instalarán tuberías de PVC de diámetro 16 mm para canalizar dichas aguas a las balsas de depuración e irán directamente al canal de aguas residuales, en el tramo posterior a la piscina de reproductores (P4). El total de tuberías de saneamiento de PVC de diámetro 16 mm. ascenderá a los 82 metros de longitud. En cuanto a la tubería de aguas fecales, esta tendrá un diámetro mayor, 90 mm, para permitir el paso de los desechos orgánicos que irán a la fosa séptica. Contará con una longitud de 16m.

# 4. ESTRUCTURAS DE REGULACIÓN DEL CAUDAL

Es esencial tener en cuenta los problemas que puedan aparecer en las canalizaciones de la explotación, de manera que esta esté preparada para posibles fallos y/o accidentes naturales. Las más probables y serias son las más que posibles fluctuaciones en el caudal del río Gállego y la fuga de individuos de las piscinas.

El caudal que lleven las canalizaciones ha sido ya calculado en puntos anteriores, pero debemos cerciorarnos que no entre más del debido en caso de crecida, pues podría inundar parte de la instalación. Por tanto, es esencial colocar construcciones de regulación de caudal para evitar tales eventos.

A su vez, es necesaria la instalación de estructuras que impidan la entrada de unos individuos de una piscina a otras, o la salida de estos de sus respectivas piscinas al cauce del río, lo cual podría provocar serios problemas en la fauna piscícola local. De todas estas medidas se habla a continuación.

Toma principal del agua

Esta se hará mediante una bomba situada en el fondo del río, que suministrará el caudal calculado de manera constante a la explotación. Estará protegida mediante unas rejillas de metal, que impedirá que se atasque con elementos gruesos y peces que lleve el río.

El agua suministrada por la bomba descargará directamente sobre el inicio del canal principal de aguas limpias.

Canal principal

Para evitar los daños producidos por elevaciones repentinas del nivel del agua en los canales de alimentación, se debe construir, inmediatamente aguas debajo de la toma principal de agua, una compuerta de desbordamiento lateral. Más abajo, en la unión del canal principal de aguas limpias con el de aguas sucias, deberá construirse otra compuerta semejante.

Las compuertas de desbordamiento laterales se construyen en una de las paredes laterales del canal de alimentación. Serán de sección rectangular y construidas en hormigón.

Al final de este canal, se colocará una compuerta de rebosamiento. Esta tiene el fin de evacuar el agua excedente al canal de aguas sucias, evitando así que los casi 42 l/s que sobran del caudal, puedan provocar crecidas en algún punto, o reflujos, o cualquier tipo de problema. Además, servirá para evacuar el agua excedente en el hipotético caso de un fallo en la entrada del canal principal de aguas limpias, en la que una crecida alcance a la explotación.

Canales secundarios

Cada entrada y salida de cada piscina deberá contar con una rejilla, para evitar la salida de cualquier pez de su piscina. El diámetro del enrejado de cada rejilla variará, de forma que cada rejilla impida la salida del pez del tamaño establecido para cada fase de crecimiento. Las rejillas estarán construidas con materiales inoxidables, preferentemente acero, debido a sus buenas cualidades como material para esta labor.

De esta manera, cada canal secundario poseerá una rejilla rectangular a su entrada y de la misma forma, una rejilla circular en la tubería de salida de agua de cada piscina.

En total, este será el número y características de las rejillas para las canalizaciones secundarias:

- Para la nave de incubación y alevinaje, dos rejillas rectangulares de las mismas dimensiones que los canales, una a la entrada y otra a la salida, de 16,5 cm. de base por 8 cm. de altura, con una diámetro de paso de agua de 2,5 mm, suficiente para impedir que se escapen los huevos de las pilas de incubación. Serán un total de 10 rejillas de estas dimensiones

- Para cada piscina de recría, tendremos una rejilla rectangular a la entrada, de 23,5 cm de base por 10 cm de altura, y a la salida una rejilla circular de 10,56 cm. Ambas rejillas tendrán un diámetro de paso de agua de 5 mm, para evitar la fuga de los individuos. Al tener cinco piscinas de recría, tendremos un total de 5 rejillas rectangulares y 5 circulares, de las dimensiones antes mencionadas.

- En las piscinas de engorde, die en total, tendremos igualmente, rejillas rectangulares para la entrada del agua limpia y circulares para la salida del agua residual por las tuberías. Las dimensiones serán 50 cm de base por 9,5 cm de altura, para las rejillas rectangulares de entrada de agua limpia, y 13,44 cm de diámetro para las rejillas circulares de salida de agua residual. El diámetro de salida del agua de las rejillas será de 1,5 cm. Así pues, tendremos 10 rejillas rectangulares y 10 circulares de las dimensiones ya dichas.

- Para las piscinas destinadas a las truchas de consumo, un total de 40, tendremos rejillas rectangulares, de 46 cm de base por 25 de altura; y 3 rejillas circulares de diámetro 15,36 cm, para cada piscina. Eso hará un total de 40 rejillas rectangulares y 120 circulares de las dimensiones citadas, con un diámetro de paso de 2 mm.

- En lo que respecta a la piscina de reproductores, habrá una rejilla de entrada de 38 cm de base por 10 cm de altura; y una rejilla circular de 3,72 cm de diámetro. *El diámetro de paso de agua en ambas rejillas será de 3 cm, aunque se puede aumentar, pues esta es la fase de las truchas con los individuos más grandes.

De manera resumida, se expone en la siguiente tabla el número de rejillas para cada piscina y sus dimensiones:

| Tipo de instalación | Dimensiones rejilla entrada | Número total de rejillas | Dimensiones rejilla salida | Número total de rejillas | Diámetro de paso del |
|---|---|---|---|---|---|

| | ($cm^2$) | | (diámetro, cm) | | agua (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| De incubación y alevinaje | 16,5 x 8 | 5 | 16,5 x 8 (rectangular) | 5 | 2,5 |
| De recría | 23,5 x 10 | 5 | 10,56 | 5 | 5 |
| De engorde | 50 x 9,5 | 10 | 13,44 | 10 | 15 |
| De truchas de consumo | 46 x 25 | 40 | 15,36 | 120 | 20 |
| De reproductores | 38 x 10 | 1 | 3,72 | 1 | 30 |

escuela politécnica superior de huesca

**TRABAJO DE FIN DE CARRERA DE**

**INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TÍTULO**

# Proyecto de piscifactoría de trucha arcoíris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

# Anejo VII – Instalación eléctrica e iluminación


| | |
|---|---|
| **AUTOR:** | **Miguel Ángel Márquez Lapuente** |
| **ENSEÑANZA:** | **Ingeniería Agrónoma** |
| **DIRECTOR:** | **Juan Escós Quílez** |
| **FECHA:** | **Octubre 2016** |

**1. ILUMINACIÓN DE LAS INSTALACIONES ..... 3**

1.1.- Características de la iluminación en las instalaciones ..... 3

1.2.- Cálculo del alumbrado de las instalaciones ..... 5

Alumbrado del interior de la nave de incubación y alevinaje ..... 5

Alumbrado interior vestuario y aseo ..... 10

Alumbrado interior del almacén ..... 10

Alumbrado interior de la oficina ..... 11

Alumbrado interior del laboratorio ..... 12

Alumbrado exterior ..... 13

**2.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA ..... 15**

2.1.- Características de las instalaciones en locales húmedos o mojados ..... 19

2.2.- Características de las canalizaciones y conductores ..... 20

2.3.- Puesta a tierra ..... 22

2.4.- Caídas de tensión ..... 23

2.5.- Cálculo de las necesidades eléctricas ..... 23

2.6.- Cálculo de la sección de los conductores por los criterios de máxima intensidad admisible y caída de tensión ..... 25

**3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS ..... 27**

3.1.- Derivación individual ..... 27

3.2.- Instalaciones ..... 27

3.3.- Aparamenta de protección ..... 30

3.4.- Resumen de los cálculos obtenidos ..... 30

# 1. ILUMINACIÓN DE LAS INSTALACIONES

## 1.1.- Características de la iluminación en las instalaciones

La iluminación en la piscifactoría responderá a la tarea que haya que hacer en cada instalación, atendiendo a que no interfiera en el bienestar de los animales, lo que redundaría en un descenso de la productividad. Cada trabajo y cada instalación necesitarán una iluminación específica, que se explicará a continuación.

Durante el día la iluminación será natural, excepto en la nave de incubación y alevinaje, donde se recomienda encarecidamente que la luz solar no interfiera en la actividad de los alevines (en la naturaleza, en esta fase se alejan de los lugares iluminados, para evitar ser depredados). En verano, debido a que oscurece lo suficientemente tarde, los trabajos (excepto aquellos que se realicen en la nave de incubación y alevinaje) no necesitarán de iluminación artificial, excepto en caso de retraso. Sin embargo, en invierno, al anochecer antes, la conclusión de las tareas necesitará de esta iluminación artificial.

Siempre que se pueda se utilizará la iluminación natural, porque además de un ahorro energético, evita problemas de sombreado, reflejos y deslumbramientos a los trabajadores.

Las iluminancias para cada instalación, estarán elegidas en función de las tareas a realizar y de los factores limitantes que haya en cada una. De tal manera, estos son los valores para cada instalación, tomando como referencia los niveles recomendados según el REBT:

| Tipo de instalación | Iluminancia (lux) |
|---|---|
| Naves agrícolas | 50 |
| Cámaras frigoríficas | 50 |
| Bodegas | 100 |
| Muelles de embarque y desembarque | 100 |
| Almacenes en general | 120 |
| Vestuarios y lavabos | 120 |
| Salas de máquinas de cámaras frigoríficas | 200 |
| Embalaje y expedición en general | 250 |
| Limpieza y llenado de botellas en bodegas | 300 |
| Lecherías | 300 |
| Mataderos industriales | 300 |
| Oficinas en general | 600 |
| Operaciones de clasificación | 750 |

1. Nave de incubación y alevinaje: 50 lux
2. Aseos y vestuarios: 120 lux
3. Almacén: 120 lux
4. Oficina: 600 lux
5. Laboratorio: 600 lux
6. Iluminación exterior: 100 lux

Las luminarias a utilizar serán las siguientes:

| Instalación | Tipo de luminaria | Potencia (W) | Flujo luminoso (lm) |
|---|---|---|---|
| Nave de incub. y alevinaje | Fluorescente | 36 | 3.250 |
| Aseos y vestuarios | Fluorescente | 58 | 5.400 |
| Almacén | Fluorescente | 58 | 5.400 |
| Oficina y laboratorio | Fluorescente | 58 | 5.400 |
| Iluminación exterior | V.S.A.P. | 150 | 14.000 |

Procederemos a calcular detalladamente la iluminación de la nave de incubación y alevinaje, redactando paso por paso el método de flujo, para después de esto, escribir solamente los cálculos en las siguientes instalaciones, procediendo según el mismo método.

## 1.2.- Cálculo del alumbrado de las instalaciones

### Alumbrado del interior de la nave de incubación y alevinaje

En lo concerniente a este capítulo, se seguirán las medidas prescritas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en cuanto a instalaciones se refiere, en sus instrucciones técnicas complementarias. Se calcularán y dispondrán las necesidades lumínicas de la nave en base a los requerimientos estandarizados para este tipo de instalaciones en dicho documento. Toda la nave se iluminará bajo las mismas premisas, de manera que la iluminación será igual en toda su superficie.

Cabe explicar brevemente la iluminancia elegida para la nave de incubación y alevinaje es premeditadamente baja debido a que los alevines necesitan poca intensidad lumínica para llevar a cabo su ciclo vital en esta fase de crecimiento (es decir, hay que recrear un ambiente poco iluminado). Además, en esta fase tan delicada del ciclo de los individuos, no se realiza ninguna operación de clasificación. Por tanto, se opta por una iluminancia de 50 luxes, igual que en otras instalaciones agrícolas, como cuadras o cochiqueras.

- Elección del tipo de lámpara

| Tipo de local | Tipo de lámpara | Condicionante |
|---|---|---|
| **Naves industriales** | Fluorescentes | **Altura < 5 metros** |
| | Halogenuros, vapor de mercurio de alta presión | Altura > 5 metros |
| Oficinas | Fluorescentes | |

Por tanto, las lámparas a utilizar serán de tipo **fluorescente**

Los principales parámetros de las lámparas fluorescentes de uso habitual son:

| Lámpara | Potencia (W) | Flujo luminoso (lm) | Rendimiento (lm/W) | I.R.C |
|---|---|---|---|---|
| **Fluorescente** | **36** | **3250** | **90** | **60-98** |
| Fluorescente | 58 | 5400 | 93 | 60-95 |

- Tipos de luminarias

La luminaria es el equipo que aloja las lámparas y permite la conexión eléctrica y dirige el haz de luz.

*Clasificación según el modo de instalación*

- *Adosables*: se montan sobre la superficie del techo o de la pared
- *Empotrables*: se montan empotradas en un falso techo
- ***Suspendidas*: se cuelgan del techo**

- Cálculo de la instalación de alumbrado interior

El objetivo es determinar el número y disposición de luminarias necesario para obtener el nivel de iluminación deseado.

Normalmente, se realiza una colocación regular de las luminarias en el techo de local, dependiendo el tipo de la atura del susodicho. Se determina que, en función de la altura de la nave (3 metros) las luminarias sean **de tipo extensivas**, que se utilizan en locales de hasta 4 metros de altura y que ofrecen un ángulo desde la vertical hacia el plano de trabajo, de 60-70º.

Una vez dilucidados estos detalles, los datos necesarios para el cálculo son:

- Nivel de iluminación (según actividad a desarrollar)
- Dimensiones del local
- Altura del plano de trabajo
- Rendimiento de las luminarias
- Reflectancias del techo, paredes y suelo
- Nivel de mantenimiento de las lámparas y del local

Existen dos métodos para el cálculo, que son el método punto por punto y el método del flujo. Se utiliza el segundo, que se puede realizar sin programas informáticos y permite comprobar los resultados de los programas. Se determina el porcentaje de flujo luminoso emitido que llega al plano de trabajo considerando las pérdidas debidas a las luminarias y al local.

- Método del flujo

El objetivo es determinar el número de lúmenes necesario y una vez conocido, calcular el número de lámparas y su distribución.

$$F_t = \frac{E_m * S}{\eta_l * \eta_r * f_m}$$

$F_t$ : flujo luminoso a emitir (lúmenes)
$E_m$: nivel de iluminación recomendado (luxes)
S: superficie a iluminar ($m^2$)
$\eta_l$: rendimiento de la luminaria
$\eta_r$ : rendimiento del local
$f_m$: factor de mantenimiento

- Pasos a realizar para el cálculo

1. Elegir el nivel de iluminación recomendado: según el tipo de instalación, nave agrícola, se necesita una iluminancia de **50 luxes.**

2. Decidir la altura de la colocación de las luminarias: en luminarias suspendidas, la altura óptima es: h = 4/5 h´, siendo h´ la distancia entre plano de trabajo y techo; siendo h la distancia entre el plano de trabajo y las luminarias.

Considerándose el plano de trabajo 0,85 metros, tenemos:

**h =** 4/5 * (3 – 0,85) = **1,72 m**, entre la luminaria y el plano de trabajo.

3. Cálculo del índice K del local

$$K = \frac{a * b}{h * (a + b)}$$

K: índice del local
a, b: dimensiones de la planta del local
h: distancia entre el plano de trabajo y las luminarias

$K = \frac{14\ m * 36\ m}{1{,}72m * (14+36)m}$ = 5,86

4. Determinación del rendimiento de la luminaria: por consenso, se establece: $\eta_L$ = 0,85

5. Determinación del rendimiento del local $\eta_R$ Fijado en tablas en función del tipo de luminaria, índice del local y reflectancia de los techos, paredes y suelos. En el caso del índice K hallado anteriormente, cualquier valor superior a 4 (en este caso, 5,86) se iguala a 4, pues es el valor máximo estipulado para la tabla de cálculo de rendimiento del local:

| Tabla de valores del rendimiento del local ($\eta_R$) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo de luminaria | K | Reflectancias de techos ($\rho_t$), paredes ($\rho_p$) y suelos ($\rho_s$) | | | | |
| | | $\rho_t$=0,8 $\rho_p$=0,8 $\rho_s$=0,3 | $\rho_t$ =0,8 $\rho_p$ =0,5 $\rho_s$ =0,3 | **$\rho_t$ =0,5 $\rho_p$ =0,5 $\rho_s$ =0,3** | $\rho_t$ =0,5 $\rho_p$ =0,5 $\rho_s$ =0,1 | $\rho_t$ =0,3 $\rho_p$ =0,3 $\rho_s$ =0,1 |
| Intensiva | 1 | 0,94 | 0,69 | 0,67 | 0,65 | 0,59 |
| | 2 | 1,11 | 0,91 | 0,87 | 0,84 | 0,78 |
| | 3 | 1,18 | 1,02 | 0,96 | 0,91 | 0,86 |
| | 4 | 1,21 | 1,09 | 1,02 | 0,95 | 0,9 |
| Semi-intensiva | 1 | 0,82 | 0,55 | 0,52 | 0,51 | 0,45 |
| | 2 | 1,02 | 0,79 | 0,75 | 0,72 | 0,64 |
| | 3 | 1,13 | 0,93 | 0,86 | 0,81 | 0,75 |
| | 4 | 1,17 | 1,01 | 0,94 | 0,88 | 0,81 |
| Dispersiva | 1 | 0,71 | 0,41 | 0,38 | 0,37 | 0,29 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 0,91 | 0,64 | 0,57 | 0,55 | 0,45 |
| | 3 | 0,99 | 0,77 | 0,67 | 0,63 | 0,52 |
| | 4 | 1,04 | 0,85 | 0,72 | 0,67 | 0,57 |
| **Extensiva** | 1 | 0,66 | 0,37 | 0,32 | 0,32 | 0,23 |
| | 2 | 0,87 | 0,6 | 0,51 | 0,49 | 0,37 |
| | 3 | 0,96 | 0,74 | 0,6 | 0,57 | 0,46 |
| | **4** | 1,01 | 0,82 | **0,66** | 0,62 | 0,51 |
| Hiper-extensiva | 1 | 0,65 | 0,36 | 0,31 | 0,3 | 0,21 |
| | 2 | 0,85 | 0,58 | 0,47 | 0,46 | 0,33 |
| | 3 | 0,94 | 0,71 | 0,57 | 0,53 | 0,41 |
| | 4 | 0,99 | 0,79 | 0,63 | 0,58 | 0,46 |

| Reflectancias de techos, paredes y suelos | |
|---|---|
| Techo de color blanco | 0,8 |
| Techo de color claro | 0,5 |
| Techo de color medio | **0,3** |
| Paredes de color blanco | 0,8 |
| Paredes de color medio | **0,5** |
| Paredes de color oscuro | 0,3 |
| Suelos de color medio | **0,5** |
| Suelos de color oscuro | 0,3 |

Tanto el techo, como las paredes y el techo van a carecer de pintura, con lo que le color que conservarán será el del propio material de construcción, que podemos clasificar como "color medio".

Por tanto, tenemos $\rho_t$ = 0,5; $\rho_p$= 0,5; $\rho_s$ = 0,3. Además, un índice K ≥ 4, para una luminaria extensiva, por lo que haciendo uso de las tabla anterior, se obtiene un rendimiento $\eta_R$ = 0,66

6. Determinación del factor de mantenimiento ($f_m$) → en un local normal como es este caso, $f_m$ = 0,7

7. Calculo del flujo a emitir ($F_t$)

$$F_t = \frac{E_m * S}{\eta_l * \eta_r * f_m} \rightarrow F_t = \frac{50\ luxes * 504\ m2}{0{,}85 * 0{,}66 * 0{,}7} = 64.171{,}12 \text{ lúmenes}$$

8. Cálculo del número de luminarias

Se divide el flujo luminoso a emitir por el flujo de cada lámpara y se obtiene el número de lámparas a instalar, redondeando al alza para obtener una disposición geométrica regular:

$\frac{64.171{,}12\ lúmenes}{3250\ lúmenes/luminaria}$ ≈ 18 luminarias serán las mínimas imprescindibles para obtener la iluminación necesaria para toda la nave. Pero falta la distribución y la uniformidad de la iluminación, que aumentarán este número de luminarias, con el fin de obtener el mínimo de iluminación en toda la superficie de la nave.

9. Distribución de las luminarias

Según el tipo de distribución luminosa se deben separar una distancia máximas d:

- Extensiva: $d_{máx} < 1{,}6.h$ (h= 1,72 m → x 1,6 = 2,75 m)
- Distancia pared/luminaria ≥ d/2

Largo /$d_{máx}$ =36m /2,75m = 13,1
Ancho/$d_{máx}$ = 14m /2,75m = 5,1
} 13,1 * 5,1 ≈ 67 luminarias

Para obtener una distribución geométrica de las luminarias, en vez de 67, colocaremos **70 luminarias, divididas en 5 filas de 14 luminarias**

- Evaluación de la iluminación

El nivel de iluminación debe ser el adecuado para la actividad a realizar y la uniformidad de la iluminación debe ser aceptable. El cociente entre la iluminancia del punto peor iluminado y la iluminancia media del local debe ser superior a 0,5.

Para verificar que la iluminación cumple los requisitos necesarios para la nave, se comprueban las siguientes características:

1. Iluminación total de las luminarias > $F_t$

70 luminarias * 3250 lm/luminarias = 227.500 lm > 64.171,12 lm → CUMPLE

2. Distancia entre luminarias en anchura, altura ≤ d máx

d máx = 1* Hm ((distancia altura máxima – plano de trabajo) x 1,6) = 2,75 m

- Ancho: 14 m /5 luminarias = 2,75 m ≤ 2,75 m → CUMPLE
- Largo: 36 m / 14 luminarias = 2,57 m < 2,75 m → CUMPLE

Cumple ambos requisitos, luego la iluminación propuesta es válida para los requisitos y dimensiones de la nave.

La subida de potencia instalada desde el mínimo hasta el obtenido para cumplir los requisitos obedece al hecho de obtener la iluminación mínima en toda la superficie de la nave. Es una subida por tanto, lógica.

- Potencia instalada

La potencia a instalar en la nave será: 36 W/luminaria * 70 luminarias = **2520 W** (para la superficie de la nave, nos da una potencia nominal de **5 W/m$^2$**)

## Alumbrado interior vestuario y aseo

Esta instalación tendrá las paredes y techos pintados de blanco, debido a las necesidades de iluminación de la propia. Al pintarlas de blanco, además de la sensación de pulcritud necesaria para esta ubicación, se reflejará más la iluminación de las luminarias, proporcionando la iluminación adecuada.

E= 120 lux

S= 12 m$^2$

K= $\frac{a*b}{h*(a+b)} = \frac{3*4}{1,72*(3+4)} \approx 1$

$\eta_L$= 0,85

$\eta_R$ ($\rho_t$=0,8; $\rho_p$= 0,8; $\rho_s$=0,3)= 0,66

$f_m$= 0,7

$F_t = \frac{E_m*S}{\eta_l * \eta_r * f_m} = \frac{120\ lux*12\ m2}{0,85*\ 0,66*0,7}$= 3.666’92 lm

Nº de luminarias= $\frac{3.666,92}{5400} \approx$ 1 luminaria

La colocación de la luminaria será en el centro del techo, para recibir una iluminación regular para todo el emplazamiento.

Potencia instalada: 58 W

## Alumbrado interior del almacén

El almacén no necesita ser pintado y recibirá iluminación regular en sus 100 m$^2$

E= 120 lux

S= 120 m$^2$

K= $\frac{a*b}{h*(a+b)}$ =$\frac{10*12}{1{,}72*(10+12)}$ = 3,12

$\eta_L$=0,85

$\eta_R$ ($\rho_t$=0,5; $\rho_p$= 0,5; $\rho_s$=0,3)= 0,61

$f_m$=0,7

$F_t$= $\frac{E_m*S}{\eta_l*\eta_r*f_m}$ = $\frac{120\ \text{lux}*120\ \text{m2}}{0.85*0.61*0.7}$ = 39.674,88 lm

Nº de luminarias= $\frac{39.674{,}88\ \text{lm}}{5.400\ \text{lm/luminaria}}$ = 7,35 ≈ 8 luminarias

Pero falta la distribución y la uniformidad de la iluminación, que aumentarán este número de luminarias.

Distribución de las luminarias

Según el tipo de distribución luminosa se deben separar una distancia máximas d:

- Extensiva: $d_{máx}$ < 1,6.h (h= 1,72 m → x 1,6 = 2,75 m)
  - Distancia pared/luminaria ≥ d/2

Largo /$d_{máx}$ =12m /2,75m = 4,36
Ancho/$d_{máx}$ = 14m /2,75m = 5,09
} 4,36 * 5,09 = 22,19 luminarias ≈ 24 luminarias

Se colocarán en 4 filas de 6 luminarias, distanciadas 1,5 metros de las paredes laterales y hastiales

- Ancho: 14 m - ((3/2)*2) /4 luminarias = 2,74 m < 2,75 m → CUMPLE
- Largo: 12 m – ((3/2)*2) /6 luminarias = 1,5 m < 2,75 m → CUMPLE

Por tanto, se instalarán 24 luminarias, en 4 filas de 6 luminarias

Potencia instalada: 24 luminarias * 58 W = 1.392 W

## Alumbrado interior de la oficina

La oficina necesita una iluminación alta, para poder realizar el trabajador todas las tareas, sobre todo visuales, sin prejuicio para su vista. Por eso, las paredes y techo estarán pintadas de banco, o un color suficientemente claro en todo caso.

E= 600 lux

S= 16 $m^2$

K= $\frac{a*b}{h*(a+b)}$ = $\frac{4*4}{1,72*(4+4)}$ = 1,16

$\eta_L$=0,85

$\eta_R$ ($\rho_t$=0,8; $\rho_p$= 0,8; $\rho_s$=0,3)= 0,69

$f_m$=0,7

$F_t$= $\frac{E_m*S}{\eta_l*\eta_r*f_m}$ = $\frac{600\ lux*16\ m2}{0,85*0,69*0,7}$= 23.383,27 lm

Nº de luminarias= $\frac{23.383,27}{5.400}$ = 4,33 ≈ 6 luminarias

Distribución de las luminarias. Deberán cumplir:

- Extensiva: $d_{máx}$ < 1,6.h (h= 1,72 m → x 1,6 = 2,75 m)
- Distancia pared/luminaria ≥ d/2

Se colocarán en 3 filas de 2 luminarias/fila, separadas de la siguiente manera:

- Ancho: 4 m /3 luminarias = 1,33 m < 2,75 m → CUMPLE
- Largo: 4 m / 2 luminarias = 2m < 2,75 m → CUMPLE

Potencia instalada: 58 W/luminaria * 6 luminarias = 348 W

## Alumbrado interior del laboratorio

Esta instalación se caracteriza por su limpieza e iluminación, por tanto se tomarán los factores adecuados a la hora de calcular las reflectancias de sus paredes y su factor de mantenimiento ($f_m$)

E= 600 lux

S= 16 $m^2$

K= $\frac{a*b}{h*(a+b)}$ =1,29

$\eta_L$= 0,85

$\eta_R$ ($\rho_t$=0,8; $\rho_p$= 0,8; $\rho_s$=0,3)= 0,72

$f_m$= 0,8

$F_t$= $\frac{E_m*S}{\eta_l*\eta_r*f_m}$ = $\frac{600\ lux*20\ m2}{0,85*0,72*0,8}$= 24.509,8 lm

Nº de luminarias= $\frac{24.509,8}{5.400}$= 4,54 ≈ 6 luminarias

Distribución de las luminarias: deberán cumplir:

- Extensiva: $d_{máx}$ < 1,6.h (h= 1,72 m → x 1,6 = 2,75 m)
- Distancia pared/luminaria ≥ d/2

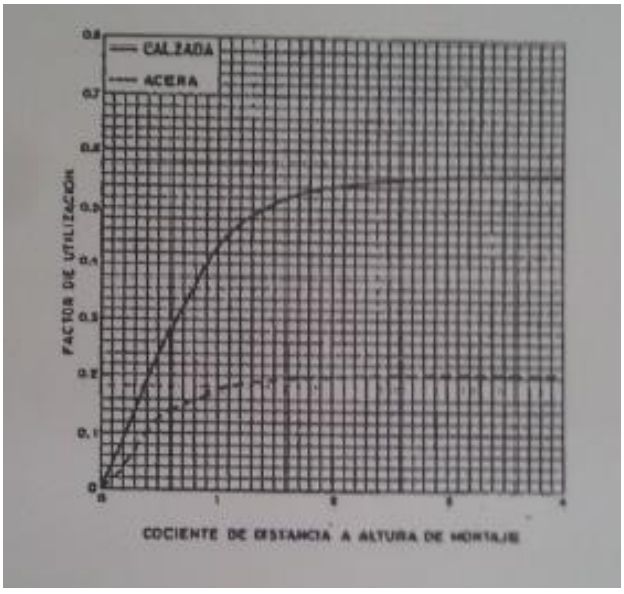
Se colocarán las luminarias en 2 filas de 3 luminarias cada una:

- Ancho: 4 m /2 luminarias = 2 m < 2,75 m → CUMPLE
- Largo: 5 m / 3 luminarias = 1,67 m < 2,75 m → CUMPLE

Potencia instalada: 58 W/luminaria * 6 luminarias= 348 W

## Alumbrado exterior

Se utilizarán luminarias de Vapor de Sodio de Alta Presión (V.S.A.P.) de 150 W de potencia y 14.000 lm de flujo luminoso. Las farolas tendrán una altura de 8 metros y una distribución unilateral, y las luminarias no se adentrarán en la calzada por lo que la separación entre las farolas será:




$\eta_{acera}$= 0

$\eta_{acera}$ = 0,4

$\eta$= $\eta_{acera}$ + $\eta_{acera}$ = 0 +0,4= 0,4

$E_m$= $\frac{\eta * fm * \phi l}{S}$ = $\frac{\eta * fm * \phi l}{A * d}$ → d= $\frac{\eta * fm * \phi l}{A * Em}$ = $\frac{0,4 * 0,75 * 14.000\ lm}{3\ m * 100\ lux}$ = 14 metros

Se instalarán, por tanto, farolas en los laterales de las piscinas y en las vías de transporte, cada 14 metros.

Como los corredores varían según las dimensiones de las piscinas, la distribución de las farolas será la siguiente:

Corredor lateral izquierdo: 13 farolas
Corredor central: 13 farolas
Corredor lateral derecho: 9 farolas

Potencia instalada: 35 luminarias * 150 W/Luminaria = 5250 W

Así pues, una vez calculados los datos necesarios para cada instalación, de manera resumida se muestra en la siguiente tabla la iluminación de los emplazamientos de la explotación:

| Ubicación | Tipo de luminaria | Nº de luminarias | Potencia unitaria (W/luminaria) | Potencia total (W) |
|---|---|---|---|---|
| Nave de incub. y alevinaje | Fluorescente | 70 | 36 | 2520 |
| Aseos y vestuario | Fluorescente | 1 | 58 | 58 |
| Almacén | Fluorescente | 24 | 58 | 1.392 |
| Oficina | Fluorescente | 6 | 58 | 348 |
| Laboratorio | Fluorescente | 6 | 58 | 348 |
| Exteriores | V.S.A.P. | 35 | 150 | 5250 |

# 2.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Se tomará energía eléctrica de baja tensión de la red que pasa justo al lado del límite noroeste de la explotación, siendo la tensión de suministro para las instalaciones de 400 V entre fases, y 230 V entre fase y neutro.

Para la instalación eléctrica de la piscifactoría, se adoptarán todas las disposiciones exigidas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en cuanto a instalaciones se refiere, en sus instrucciones técnicas complementarias.

- Descripción general de la instalación

La instalación de enlace que une la red de distribución colectica de Baja Tensión con la instalación particular interior (instalación receptora) se va a componer de:

- Acometida
- Cuadro general de protección
- Línea general de alimentación
- Derivaciones individuales
- Contadores
- Dispositivos generales de mando y protección
- Cuadros secundarios de mando y protección

**Acometida**

La acometida es la parte de la instalación de la red de distribución que alimenta la caja general de protección (CGP). El punto de enganche a la red pública es determinado por la empresa eléctrica.

Se efectuará con derivación, directamente desde la línea eléctrica que pasa al lado de la explotación. La línea que alimentará a la explotación, derivada de la red eléctrica de 25.000 V de potencia, necesitará de un transformador que la pase a los 400 V que son útiles para la piscifactoría. De la instalación de dicho transformador se encargará un técnico competente con conocimiento de dicha tarea, pues es demasiado compleja y entraña demasiado riesgo como para que un Ing. Agrónomo pueda asegurarse de la perfecta realización de dicha función.

Se ejecutará como una sola acometida de tipo subterráneo. Estará formada por un circuito de cuatro conductores, 3 fases y un neutro. El conductor neutro deberá estar claramente identificado.

La ejecución de la instalación se hará mediante cables directamente enterrados. La profundidad, hasta la parte superior del cable, será no menor de 0,6 metros en aceras,

ni de 0,8 metros en la calzada. Los cables estarán colocados cobre lecho de arena. Por encima de ellos, en este mismo lecho, habrá placas de protección de PVC. Encima del lecho de arena habrá una capa de compactación mecánica proctor, en la cual se alojará una cinta señalizadora. Y por último, la capa más superficial será de pavimento o tierra compactada.

El tipo y naturaleza de los conductores empleados serán los fijados por la empresa distribuidora en bases a las normas particulares.

En lo referente a las secciones de los conductores, se calcularán teniendo en cuenta:

- La demanda máxima prevista determinada de acuerdo con el ITC-BT 10

- La tensión de suministro.

- Las densidades máximas de corriente admisibles para el tipo y condiciones de instalación de los conductores.

- La caída de tensión máxima admisible. Esta caída de tensión será la que empresa tenga establecida en su reparto de caídas de tensión en los elementos constitutivos de la red, para que la tensión en la caja general de protección este dentro de los límites establecidos por el vigente.

- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad del Suministro de la Energía.

**Caja general de protección**

La CGP aloja los elementos de protección de la línea y señala el principio de la propiedad de las instalaciones del usuario.

El punto de colocación de la CGP se fijará de acuerdo entre el propietario de la instalación y la empresa distribuidora. Será siempre elegido en el lugar de tránsito general y de fácil acceso. Se procurará que la ubicación elegida sea lo más próxima a la red general de distribución y que quede alejada de otras instalaciones, tales como de agua, gas, teléfono, etc.

La caja será del tipo establecido por la empresa distribuidora en sus normas particulares. Será precintable y responderá al grado de protección que corresponda según el lugar donde se instale. Dentro de la caja se instalarán:

- El IGA (interruptor general automático) que marcará la potencia que la instalación tendrá como máximo permitido usar. Este IGA estará precintado y solo podrá ser manipulado por personal de la empresa distribuidora de energía.

- Un diferencial de 400 V y 30 mA

- Los contadores que marcarán el suministro utilizado por la explotación

Dispondrá a su vez de un borne de conexión para el conductor neutro, que estará aislado o no, según el sistema de protección contra los contactos indirectos aprobado por la empresa distribuidora, y otro borne para la puesta a tierra de la caja en caso de ser esta metálica.

Las características constructivas serán las especificadas en la norma UNE 21095, en la recomendación UNESA 1403, y estarán homologados por este organismo.

La altura de la parte inferior de la CGP sobre la rasante del terreno será de al menos 60 centímetros. Las dimensiones del nicho donde se alojen los contadores y la CGP serán de 70 cm de anchura, 1 metro de altura y 30 cm de profundidad.

En el interior del nicho, se preverán dos orificios para alojar dos tubos de fibrocemento de 120 mm de diámetro para la entrada de la acometida de la red general.

A partir del CGP, habrá toma de tierra, no antes.

**Línea general de alimentación**

La LGA enlaza el CGP con las derivaciones individuales. Está constituida por conductores unipolares y aislados (tres de fase y uno de neutro) de cobre, de tensión 0,6/1 KV instalados en el interior de tubos enterrados. La caída máxima de tensión de la línea será del 1%.

**Derivaciones individuales**

Es la parte de la instalación que, partiendo de la LGA, suministra energía eléctrica a cada instalación de la explotación. Comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.

Estará constituida por cables de cobre de 450/750 V con sección mínima para conductores activos y protección de 6 $mm^2$ y 1,5 $mm^2$ respectivamente, en canalizaciones bajo tubos enterrados. Los cables serán no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducidos.

**Contadores**

Se dispondrán de acuerdo al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión ITC-BT-16. En cada ubicación se colocarán a una altura comprendida entre 1,8 y 1,5 m. Los contadores se fijarán sobre la pared y sobre sus bases podrán colocarse los fusibles de seguridad. Las dimensiones y formas de dichas bases corresponderán al diseño adoptado por la empresa distribuidora

Los contadores se fijarán sobre la pared, nunca sobre tabique. Sobre sus bases podrán colocarse los fusibles de seguridad. Las dimensiones y forma de dichas bases

corresponderán a diseños adoptados por la empresa distribuidora en sus normas particulares, y sobre ellas podrán colocarse cajas precintadas que permitan la lectura de las indicaciones de los contadores y den carácter jurídico a la inaccesibilidad del aparato para el abonado.

**Dispositivos generales de mando y protección**

Se colocarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en cada emplazamiento de estas, se establecerá un cuadro de distribución de donde partirán los circuitos interiores y en el que se instalará un Interruptor de control de Potencia (ICP) de corte omnipolar que permita su accionamiento manual y que esté dotado de dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Como la potencia a contratar es de 14 KW, el ICPM será de intensidad nominal 50 A, de 3 polos. Este interruptor tendrá la misión de seccionador general de la explotación.

Cada D.G.M.P. constará de un IGA de corte omnipolar, independiente del ICP, del que se podrá prescindir siempre que queden protegidos todos los circuitos. Después del Interruptor General Automático se instalará un Interruptor Diferencial de 100 A, destinado a la protección contra contactos indirectos.

Todos estos dispositivos de mando y protección se consideran independientes de cualquier otro que para controlar la potencia, pueda instalar la empresa suministradora de energía, de acuerdo con lo previsto en la legislatura vigente.

Los interruptores diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en su punto de instalación. El nivel de sensibilidad de estos interruptores responderá a lo señalado en la instrucción ITC-BT 21.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los propios circuitos interiores, tendrán los polos protegidos que correspondan al número de fases del circuito que protegen y sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles en los conductores del circuito que protegen.

**Cuadros secundarios de mando y protección**

Se instalará uno en cada ubicación estudiada anteriormente en el capítulo de iluminación. Están constituidos por un armario de distribución sobre panel autoportante, con capacidad para distinto número de módulos según casos, en él se alojarán los interruptores automáticos y los interruptores diferenciales correspondientes a los circuitos de fuerza y alumbrado que parten de ese cuadro (ver el plano de diagrama unifilar).

## 2.1.- Características de las instalaciones en locales húmedos o mojados

De acuerdo con las actividades que se realizarán en la explotación y teniendo en cuenta la instrucción ITC-BT 30 del REBT, se considera instalación de características especiales y según el apartado 1 como "local húmedo", son aquellos cuyas condiciones ambientales se manifiestan momentánea o permanentemente bajo la forma de condensación el techo y/o paredes, manchas salinas o moho aun cuando no aparezcan gotas, ni el techo y/o paredes estén impregnados de gotas.

En estos locales el material eléctrico, cuando no se utilicen pequeñas tensiones de seguridad, cumplirá con las siguientes condiciones:

### Canalizaciones

Las canalizaciones estarán formadas por:

- Conductores flexibles, aislados, de 440 V de tensión nominal, como mínimo, colocados sobre aisladores.
- Conductores rígidos aislados, de 750 V de tensión nominal, como mínimo, bajo tubos protectores.
- Conductores rígidos aislados armados, de 1000 V de tensión nominal, como mínimo, fijados directamente sobre las paredes o colocados en el interior de huecos de la construcción

Los conductores destinados a la conexión de aparatos receptores, podrán ser rígidos de 750 V o flexibles de 440 V de tensión nominal como mínimo.

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua.

### Conductores aislados

Los conductores aislados colocados sobre aisladores se dispondrán a una distancia mínima de 5 cm sobre las paredes y la separación entre conductores será de 3 cm, como mínimo.

El material utilizado para la sujeción de los conductores aislados fijados directamente sobre las paredes será hidrófugo, preferentemente aislante o estará protegido en caso negativo, contra la corrosión.

### Tubos

Los tubos serán preferentemente aislantes y, en caso de ser metálicos, deberán estar protegidos contra la corrosión. Cuando estos últimos se instalen en montaje superficial, se colocarán a una distancia de las paredes de 0,5 cm como mínimo.

**Aparamenta**

Las cajas de conexión, interruptores, tomas corriente y en general, toda la aparamenta de protección utilizada, deberá presentar el grado de protección correspondiente para locales húmedos, a la caída vertical de gotas de agua. Sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicas.

**Receptores y aparatos portátiles de alumbrado**

Los receptores de alumbrado tendrán sus piezas bajo tensión, protegidas contra la caída vertical de agua. Los portalámparas, pantallas y rejillas, deberán ser de material aislante.

Los aparatos de alumbrado portátiles serán de la clase II, según la instrucción ITC-BT 33.

**Elementos conductores**

Todo elemento conductor no aislado de tierra y accesible simultáneamente a elementos metálicos de la instalación o a los receptores, se unirá a las masas de éstos mediante una conexión equipotencial, unida a su vez al conductor de protección, cuando exista.

## 2.2.- Características de las canalizaciones y conductores

- Circuitos que parten del cuadro general hacia cuadros secundarios:

- Estarán constituidos por conductores flexibles de cobre aislados con PE reticulado (XLPE), tensión nominal de aislamiento 0,6/1 k V, formado por un solo cable de suministro monofásico o trifásico. Esta opción se tomará hasta secciones de conductores de 4 $mm^2$.

- Para secciones mayores de 4 $mm^2$, formados por conductores rígidos de cobre aislado con PE reticulado (XLPE), tensión de asilamiento nominal de 0,6/1kV, constituido el circuito por agrupación de varios cables, 3 para circuito monofásico, 5 para circuito trifásico.

- Circuitos que parten de cuadros secundarios directamente a receptores.

- Circuito formado por conductor flexible de cobre, aislados con PVC, tensión nominal de aislamiento 750 V, constituyendo un solo cable por circuito de tres conductores en circuitos monofásicos y 5 cables para circuitos trifásicos. Esta sección se adopta hasta sección 4mm$^2$

- Conductores rígidos de cobre aislados con PVC, tensión nominal 750 V, que constituyen el circuito por agrupación de varios cables. 3 cables para circuitos monofásicos, y 5 cables para circuitos trifásicos.

Las canalizaciones estarán constituidas por conductores rígidos de cobre, aislados con PVC, de 750 V de tensión nominal, dispuestos bajo tubos protectores.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificados, especialmente en lo que respecta a los conductores neutros y de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. El conductor neutro se identificará por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el doble color amarillo verde. Todos los conductores de fase se identificarán por los colores marrón, negro y/o gris.

Los conductores se dispondrán en tubos rígidos de PVC, no propagadores de la llama, y sujetos a las paredes a una distancia de 0,5 cm.

Para la ejecución de las canalizaciones, bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación.

- Es conveniente disponer los recorridos horizontales de los tubos de 50 cm, como máximo, de los suelos o techos, y los verticales a una distancia de ángulos de esquina no superiores a 20 cm.

- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles.

- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos.

- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o enrollamiento entre sí de los conductores, sino que yendo bloques o regletas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme o de derivación.

- En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de, por lo menos, 3 cm.

- Las canalizaciones eléctricas no se situarán paralelamente por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, agua, etc.

## 2.3.- Puesta a tierra

Las puestas a tierra, según la instrucción ITC-BT 18, se establecen con objeto de limitar la tensión que con respecto a tierra que puedan presentar en un momento determinado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

La denominación “puesta a tierra” comprende toda la ligazón metálica directa sin fusible ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación o un electrodo, o grupo de electrodos, enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes o la de descarga de origen atmosférico.

La puesta a tierra estará constituida por picas de acero galvanizado recubiertas de una capa protectora exterior de cobre, con una longitud de 2 metros y 14 mm de diámetro, que se unirán entre sí y con el punto de puesta a tierra, mediante cable de cobre desnudo de 16 $mm^2$ de sección.

Los conductores de protección de la instalación interior se unirán con el punto de puesta a tierra a través de un conductor de cobre de 16 $mm^2$ de sección.

El número de picas necesarias se calcula según la resistividad del terreno (Ohm.m). Este valor para el terreno en el que se ubica la instalación (Ribera de Biescas) corresponde a unos 500 Ohm.m. La longitud de las picas verticales se halla con la siguiente fórmula:

$$R = \frac{\theta}{L} \rightarrow L = \frac{500\ \text{Ohm.m}}{50\ \text{Ohm}} = 10\ \text{metros}$$

$\theta$: resistividad del terreno
R: resistencia a tierra, que no debe superar los 50 Ohm
L: longitud necesaria de las picas

Como las picas tienen una longitud de 2 metros, serán necesarias cinco picas para la puesta a tierra

## 2.4.- Caídas de tensión

Las caídas de tensión máximas admisibles en esta parte de la instalación serán, de acuerdo con el REBT, en su instrucción complementaria ITC-BT 19:

- Menor del 3% de la tensión nominal en el origen de la instalación para alumbrado.
- Menor del 5% de la tensión nominal en el origen de la instalación para el resto de usos (fuerza)

## 2.5.- Cálculo de las necesidades eléctricas

Para dimensionar la instalación eléctrica se van a estudiar las necesidades de iluminación de las instalaciones y exteriores, así como todos los aparatos que consumen electricidad en la piscifactoría. De esta manera se obtendrá el diámetro de cable a instalar y la potencia a contratar.

La instalación interior se plantea en primer lugar atendiendo al hecho de que solo se necesitará energía para el alumbrado.

**Nave de incubación y alevinaje**

- Clasificadora de huevos, con rendimiento de 10.000 huevos/hora y un potencia de 130 W.
- Iluminación ofrecida por 70 luminarias fluorescentes de 36 W, con una potencia total de 2.520 W.
- Tomas de corriente: cuatro tomas de 500 W cada una, con una potencia de 2000 W
  - Factor de simultaneidad: $F_s$=0,5 → 2.000 W; $F_s$ = 1.000 W

Potencia total requerida para la nave= 3.650 W

**Nave 2 (aseo, oficina, laboratorio y almacén)**

Aseo y vestuario

- Iluminación ofrecida por una luminaria fluorescente con un potencia de 58 W
- Toma de corriente de 500 W de potencia

Potencia total= 558 W

Oficina

- Ordenador para tareas administrativas de la instalación, de 200 W de Potencia
- Iluminación ofrecida por 6 luminarias fluorescentes de 58 W cada una, con una potencia total de 348 W
- Toma de corriente de 500 W

Potencia total necesaria para la oficina= 1.048 W

Laboratorio

- Congelador para la conservación de muestras de peces y de productos necesarios para la instalación, con una potencia de 200 W
- Iluminación ofrecida por 6 luminaria fluorescentes de 58W, con una potencia total de 348 W.
- 2 Tomas de corriente con 1.000 W de potencia total.

Potencia total necesaria: 1.548 W

Almacén

- Iluminación con una potencia total de 1.392 W
- Toma de corriente de 500 W

Potencia total: 1.892 W

Por tanto, Potencia total necesaria para el edificio donde se concentran almacén, oficina, aseos y laboratorio: 558 + 1.048 + 1.548 + 1.892 = 5.046 W

Exteriores

- Clasificadora de peces de dos motores de 0,25 KW, con una potencia de 500 W
- Bomba con una potencia máxima de 3.000 W
- Iluminación por 35 luminarias de V.S.A.P. DE 150 W de potencia cada una, con una potencia total de 5.250 W
- Equipo automatizado de distribución de alimento, con una potencia de 500 W
- 2 tomas de corriente, con potencia total de 1.000 W

Potencia total= 10.250 W

Potencia total de toda la instalación = (3.650 + 558 + 1.048 + 1.548 + 1.892 + 10.250) W = 18.946 W

La potencia total necesaria en la explotación será de 18.946 W. A esta potencia hay que aplicarle un coeficiente de simultaneidad, calculado en base a la mayor necesidad posible de instalaciones activas a la vez. Este coeficiente de simultaneidad será de 0,75 (es decir, se asume que a la vez solo trabajarán, en los momentos de máxima carga de trabajo, el 75% de las instalaciones). Por lo que se contratará una potencia de 15 KW.

## 2.6.- Cálculo de la sección de los conductores por los criterios de máxima intensidad admisible y caída de tensión

El dimensionado de los conductores se ha realizado mediante el empleo de fórmulas y tablas específicas.

Las fórmulas empleadas para el cálculo de las intensidades de dimensionado de los cables han sido:

*Monofásico*:

$$I_d = \frac{Pa}{\cos\phi * U}$$

*Trifásico:*

$$I_d = \frac{Pa}{\sqrt{3} * \cos\phi * U}$$

Siendo:

- $I_d$: intensidad de dimensionado
- $P_a$: potencia activa de dimensionado
- cos $\phi$: factor de potencia (0,8)
- U: tensión (230 V para monofásico; 400 V para trifásico)

Con el valor de intensidades de dimensionado se consultan las tablas específicas que relacionan intensidades máximas admisibles con las secciones adecuadas a esas intensidades, e función de la forma de instalación. Corresponde esta tabla a la tabla 1 del ITC-BT 19.

Las fórmulas empleadas para el cálculo de las caídas de tensión son:

*Monofásico*:

$$\Delta V = \frac{2 * \rho * I * L * \cos\varphi}{s * V} * 100$$

*Trifásico:*

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * \rho * I * L * \cos\varphi}{s * V} * 100$$

Siendo:

- $\rho$: resistividad del conductor, en Ω.mm/m$^2$
- I: Intensidad, en A.
- L: longitud del conductor, en m.
- cos $\phi$: factor de potencia (0,8)
- s: sección del conductor, en mm$^2$
- U: tensión, en V.

Las caídas de tensión máximas admisibles para los cables se establecen según lo indicado en la ITC-BT 19, apartado 2.2.2, que estipula que la sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de t4ensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea:

- Menor del 3% de la tensión nominal en el origen de la instalación para el alumbrado
- Menor del 5% de la tensión nominal en el origen de la instalación para las tomas de fuerza

Las secciones de los distintos conductores de la instalación eléctrica se describen en el plano diagrama unifilar.

# 3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

## 3.1.- Derivación individual

Ya hemos hallado con anterioridad la potencia total que se le suministrará a la explotación, que será de 15.000 W.

Desde la toma de la corriente de la toma principal, transformador de tensión mediante, hasta la C.G.M.P. situada ya dentro de la explotación, habrá sobre 100 metros de distancia. Para calcular la sección de los cables que lleven la potencia a nuestra explotación, usaremos la siguiente metodología:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi} = \frac{15.000}{\sqrt{3} * 400.0{,}9} = 24{,}06 \text{ A}$$

$$\Delta u = \frac{P * L}{\varphi * S * U} * \frac{100}{400} \rightarrow \text{iterando con S= 16 mm}^2 \rightarrow \frac{15.000}{56 * 16 * 400} * \frac{100}{400} = \frac{150.000.000}{143.360.000} = 1{,}05\%$$

1,05% < 1,5%, cumpliendo lo marcado por la legislación vigente, que permite una caída de tensión máxima del 1,5% en derivaciones individuales con suministro para un único usuario.

La toma de tierra tendrá la misma sección que los conductores, según lo establecido en el REBT.

## 3.2.- Instalaciones

### Nave de incubación y alevinaje: TRAMO C.G.M.P – C.S.M.P 1

| Tipo de instalación. Eléctrica | Tipo de tensión | Potencia |
|---|---|---|
| Alumbrado | Monfásica | 2.520 |
| Clasificadora de huevos | Trifásica | 130 |
| Tomas de corriente | Trifásica | 1.000 |

Alumbrado (tensión monofásica)

- Potencia: $P_0$ = 2.520 W; P = $P_0$ * cos $\varphi$ * 1,8 = 2.520 * 1.8 *0.9 = 4.082,4 W
- Tensión nominal: 230 V
- Ubicación: 36 metros desde CSMP

1. Elegir el conductor adecuado (Cu/Al): conductor de Cu + XLPE
2. Elegir el tipo de instalación: cable multipolar en bandeja no perforada

3. Cálculo de la intensidad a transportar por cada conductor
   - Factores de corrección: cos $\varphi = 0{,}9$

$I = \frac{P}{U * \cos\varphi} = \frac{4.082{,}4\ W}{230\ V * 0{,}9} = 19{,}72\ A$

4. Elegir sección fases y neutro:

- Calentamiento – Tablas de intensidades admisibles REBT: según la tabla 4.3 del REBT, de intensidades máximas admisibles, para una I = 19,72 A, para el tipo de instalación considerado, se comprueba una S=1,5 mm$^2$.
   - Caída de tensión: para alumbrado no perteneciente a una vivienda, $\Delta u \leq 3\%$

$u = \frac{2 * P * L}{S * \varphi * U} = \frac{2 * 4082{,}2\ W * 36\ m}{1{,}5\ mm^2 * 56 \frac{S}{m} * 230V} = 15{,}21\ V$ → (12,68 V/230 V)* 100 = 6,64% > 3% → NO CUMPLE

Por tanto, hay que probar con secciones mayores. La sección mínima que cumple con la caída tensión admisible es S= 4 mm$^2$ →$u = \frac{2 * 4.082{,}2\ W * 36\ m}{4\ mm^2 * 56 \frac{S}{m} * 230V} = 5{,}7\ V$ → (5,7 V/230 V)*100 = 2,48 % < 3% → Con S=4 mm$^2$ CUMPLE

5. Elegir sección del conductor de protección: al tener el conductor S<16 mm2, la sección del conductor de protección será la misma que la del conductor de fase, es decir, S=4 mm$^2$

<u>Clasificadora de huevos+ tomas de corriente</u> (tensión trifásica)

Potencia: P= 1.130 W; $P = \sqrt{3} * U * I * \cos\varphi$ → $I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi} = \frac{1.130\ W}{\sqrt{3} * 400 * 0{,}8} = 2{,}04\ A$

Según la tabla 4.3. del REBT, a esta intensidad corresponde una sección de conductor (teniendo en cuenta la forma de instalación) de S=1,5 mm$^2$.

Caída de tensión: para circuitos de fuerza no pertenecientes a vivienda $\Delta u \leq 5\%$

$u = \frac{P * L}{\varphi * S * U} = \frac{1.130 * 36}{56 * 1{,}5 * 400} = 1{,}21\ V$ → (1,21 V/400V)*100= 0,30% → CUMPLE para S= 1,5 mm$^2$

## Nave de almacenaje, oficina, laboratorio y aseos

| Tipo de instalación. Eléctrica | Tipo de tensión | Potencia |
|---|---|---|
| Alumbrado | Monofásica | 2.146 |
| Tomas de corriente | Trifásica | 2.500 |
| Ordenador | Trifásica | 200 |
| Congelador | Trifásica | 200 |

Alumbrado:

P= $P_0$ * cos $\varphi$ * 1,8 = 2.146 * 1.8 *0,9 = 3.476,52 W

I= $I_d = \frac{P}{U*\cos\varphi} = \frac{3.476,52\ W}{0,9*230V}$ = 16,79 A

u= $\frac{2*P*L}{S*\varphi*U} = \frac{2*3.476,52*12}{1,5*56*230}$ = 4,32 V →(4,32 V/230V)*100= 1,88% → CUMPLE para S= 1,5 $mm^2$

Fuerza:

P = 2.500 + 200 +200 = 2.900 W

I= $\frac{P}{\sqrt{3}*U*\cos\varphi} = \frac{2.900\ W}{\sqrt{3}*400\ V*0,9}$ = 4,65 A

u = $\frac{P*L}{\varphi*S*U} = \frac{2.900*12}{56*1,5*400}$ = 1,04 V → (1,04 V/400 V)*100= 0,26% → CUMPLE con S=1,5 $mm^2$

## Exterior

| Tipo de instalación. Eléctrica | Tipo de tensión | Potencia |
|---|---|---|
| Alumbrado | Monofásica | 5.250 |
| Clasificadora de peces | Trifásica | 500 |
| Bomba | Trifásica | 3.000 |
| Tomas de corriente | Trifásica | 1.000 |
| Distribución de alimento | Trifásica | 500 |

Alumbrado (tensión monofásica):

P= $P_0$ * cos $\varphi$ * 1,8 = 5.250 * 1.8 *0.9 = 8.505 W

I= $I_d = \frac{P}{U*\cos\varphi} = \frac{8.505\ W}{0,9*230V}$ = 41,09 A

u= $\frac{2*P*L}{S*\varphi*U} = \frac{2*8.505*175}{35*56*230}$ = 6,60 V →(14,44 V/230 V)*100= 2,87% (<3%) → CUMPLE para S= 35 $mm^2$. Pero al sumarle la caída de tensión entre CGMP y CSMP (0,3 V) supera el 3%. Por tanto, se usa una sección de 50 $mm^2$. Los cálculos quedarán:

u= $\frac{2*P*L}{S*\varphi*U} = \frac{2*8.505*175}{50*56*230}$ = 4,62 V → 2,01%; 2,01 + 0,3 = 2,31% → CUMPLE

Fuerza (tensión trifásica):

P = 500 + 3.000 + 1.000 + 500 = 5.000 W

$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi} = \frac{5000\ W}{\sqrt{3} * 400\ V * 0{,}9} = 8{,}02\ A$

$u = \frac{P * L}{\varphi * S * U} = \frac{5.000 * 175}{56 * 2{,}5 * 400} = 15{,}63\ V \rightarrow (15{,}63\ V/400\ V) * 100 = 3{,}9\% < 5\% \rightarrow$ CUMPLE con $S = 2{,}5\ mm^2$

No incluimos los cálculos de las secciones de los conductores de cada circuito, porque harían este documento extremadamente largo. No obstante, los cálculos han sido realizados y dichas secciones quedan reflejadas en las tablas situadas al final de este documento, así como en el diagrama unifilar.

## 3.3.- Aparamenta de protección

Los circuitos estarán protegidos en todo momento por estos dispositivos, para evitar sobreintensidades y sobretensiones, garantizando la seguridad del personal de la explotación. La metodología de elección de los dispositivos de protección se hará en base a lo dispuesto en el ITC-BT-22.

En el origen de cada circuito se situará un PIA (pequeño interruptor automático). La forma de elegir dichos PIA´s se basará en dos datos:

- La intensidad de fusión que deban admitir. Esta intensidad, para los PIA´S, es 1,45 veces la intensidad que recorra el circuito
- La intensidad de los PIA´s comerciales

De esta manera, para cada circuito se elegirá el PIA con la intensidad comercial más cercana a la calculada, pero siempre superándola.

Como la circuitería la hemos dividido (como se puede ver en el diagrama unifilar) por zonas [nave 1 (de incubación y alevinaje), nave 2 (almacén, aseo, oficina y laboratorio) y exterior], cada zona de un CSMP, que constará además de un I.D. (interruptor diferencial), cuya capacidad viene descrita en el diagrama unifilar. Así mismo, como la nave 2 consta de diferentes habitaciones, con funciones marcadamente diferentes, cada una de ellas también constará de su propio I.D.

Por último, el C.G.M.P., constará de un PIA capaz de proteger de la intensidad generada por toda la instalación eléctrica de la explotación. Así mismo, tendrá un I.C.P.M. (interruptor de control de potencia).

## 3.4.- Resumen de los cálculos obtenidos

En las siguientes tablas, se resumen los conductores seleccionados para cada instalación y ubicación, así como sus PIA´S.

A las caídas de tensión de los elementos de la nave habrá que sumar la caída de tensión que se produce en el tramo entre CGMP y CSMP (0,3 V). La suma de las tensiones deberá ser menor a lo citado anteriormente.

Para alumbrado:

| Ubicación | Potencia demandada (mayorada) | Longitud conductores (m) | Sección conductores ($mm^2$) | $\Delta U$ (%) | I (A) |
|---|---|---|---|---|---|
| Nave de incubación | 4082,4 | 36 | 1 Fase x4 $mm^2$<br>1 Neutro x 4 $mm^2$<br>1 Protec. x 4 $mm^2$ | 2,48 + 0,3 = 2,78 | 19,72 |
| Nave de almacén, aseo, oficina y laboratorio | 3.476,52 | 12 | 1 Fase x 1,5 $mm^2$<br>1 Neutro x 1,5 $mm^2$<br>1 Protec. x 1,5 $mm^2$ | 1,88 + 0,3 = 2,13 | 16,79 |
| Exteriores | 8.505 | 175 | 1 fase x 50 mm2<br>1 neutro x 50 $mm^2$<br>1 Protec. x 25 $mm^2$ | 2,01 + 3 = 2,31 | 41,09 |

Para tomas de fuerza

| Ubicación | Potencia demandada | Longitud conductores | Sección conductores ($mm^2$) | $\Delta U$ (%) | I (A) |
|---|---|---|---|---|---|
| Nave de incubación | 1.130 | 36 | 3 Fases x 1,5 $mm^2$<br>1 Neutro x 1,5 $mm^2$<br>1 Protec. x 1,5 $mm^2$ | 0,3 | 2,04 |
| Nave de almacén, oficina, aseo y laboratorio | 2.900 | 12 | 3 Fases x 1,5 $mm^2$<br>1 Neutro x 1,5 $mm^2$<br>1 Protec. x 1,5 $mm^2$ | <0,26 | 4,65 |
| Exteriores | 5.000 | 175 | 3 Fases x 2,5 $mm^2$<br>1 Neutro x 2,5 $mm^2$<br>1 Protec. x 2,5 $mm^2$ | 3,9 | 8,02 |

Dentro de las naves, cada aparato tendrá su propio cableado, que partirá de cada CSMP, con los siguientes datos:

| Instalación | Potencia (W) | Intensidad (A) | L (m) | $\Delta V$ (%) | Conductores | PIA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nave 1 (incubación y alevinaje) | | | | | | 32 |
| Alumbrado | 4.082,4 | 19,72 | 36 | 2,78 | 1 Fase x4 $mm^2$<br>1 Neutro x 4 $mm^2$<br>1 Protec. x 4 $mm^2$ | 32 |
| Clasificadora de huevos | 1.130 | 0,235 | 36 | 3,48 | 3 Fase x 1,5 $mm^2$<br>1 Neutro x 1,5 $mm^2$<br>1 Protec. x 1,5 $mm^2$ | 6 |
| Toma de corriente | 500 | 0,9 | 36 | 0,21 | 3 Fase x 1,5 $mm^2$<br>1 Neutro x 1,5 $mm^2$<br>1 Protec. x 1,5 $mm^2$ | 6 |
| Nave 2 (almacenaje, oficina, laboratorio y aseos) | | | | | | 16 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Alumbrado almacén | 1.392 | 6,72 | 12 | 0,4 | 1 Fase x 1,5 $mm^2$<br>1 Neutro x 1,5 $mm^2$<br>1 Protec. x 1,5 $mm^2$ | 6 |
| Alumbrado oficina | 348 | 1,68 | 7,2 | < 1 | 1 Fase x 1,5 $mm^2$<br>1 Neutro x 1,5 $mm^2$<br>1 Protec. x 1,5 $mm^2$ | 6 |
| Alumbrado aseos | 58 | 0,28 | 3,2 | < 1 | 1 Fase x 1,5 $mm^2$<br>1 Neutro x 1,5 $mm^2$<br>1 Protec. x 1,5 $mm^2$ | 6 |
| Alumbrado laboratorio | 348 | 1,68 | 12 | < 1 | 1 Fase x 1,5 $mm^2$<br>1 Neutro x 1,5 $mm^2$<br>1 Protec. x 1,5 $mm^2$ | 6 |
| Congelador | 200 | 0,36 | 12 | < 1 | 3 Fases x 1,5 $mm^2$<br>1 Neutro x 1,5 $mm^2$<br>1 Protec. x 1,5 $mm^2$ | 6 |
| Ordenador | 200 | 0,36 | 7,5 | < 1 | 3 Fases x 1,5 $mm^2$<br>1 Neutro x 1,5 $mm^2$<br>1 Protec. x 1,5 $mm^2$ | 6 |
| Tomas de corriente | 2.500 | 4,51 | 12 | 0,36 | 3 Fases x 1,5 $mm^2$<br>1 Neutro x 1,5 $mm^2$<br>1 Protec. x 1,5 $mm^2$ | 6 |
| Exterior | | | | | | 80 |
| Alumbrado | 8.505 | 41,09 | 175 | | 1 Fases x 50 $mm^2$<br>1 Neutro x 50 $mm^2$<br>1 Protec. x 25 $mm^2$ | 63 |
| Bomba hidráulica | 3.000 | 4,81 | 175 | | 3 Fases x 2,5 $mm^2$<br>1 Neutro x 2,5 $mm^2$<br>1 Protec. x 2,5 $mm^2$ | 10 |
| Clasificadora de peces | 500 | 0,8 | 175 | | 3 Fases x 1,5 $mm^2$<br>1 Neutro x 1,5 $mm^2$<br>1 Protec. x 1,5 $mm^2$ | 6 |
| Equipo distribución de alimento | 500 | 0,8 | 175 | | 3 Fases x 1,5 $mm^2$<br>1 Neutro x 1,5 $mm^2$<br>1 Protec. x 1,5 $mm^2$ | 6 |
| Tomas de corriente | 1.000 | 1,6 | 175 | | 3 Fases x 1,5 $mm^2$<br>1 Neutro x 1,5 $mm^2$<br>1 Protec. x 1,5 $mm^2$ | 6 |

(*) PIA → $I_f = 1,45 * I_n$; Intensidades PIA´s: 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 y 125 A

escuela politécnica superior de huesca

**TRABAJO DE FIN DE CARRERA DE**

**INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TÍTULO**

# Proyecto de piscifactoría de trucha arcoíris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

# Anejo VIII – Estudio de Impacto Ambiental


| | |
|---|---|
| **AUTOR:** | **Miguel Ángel Márquez Lapuente** |
| **ENSEÑANZA:** | **Ingeniería Agrónoma** |
| **DIRECTOR:** | **Juan Escós Quílez** |
| **FECHA:** | **Octubre 2016** |

**1. NECESIDAD DE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)..... 4**

**2. UBICACIÓN. CARACERISTICAS DEL PROYECTO E INSTALACIONES..... 6**

**3. ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS. ..... 7**

3.1. Antecedentes. ..... 7

3.1.1 Características agroclimáticas. ..... 7

3.1.2 Paisaje. ..... 7

3.1.3 Características socio-económicas. ..... 7

3.2. Análisis de la situación de la parcela de proyecto..... 8

3.3. Decisión técnica constructiva. Manejo. ..... 8

**4. INVENTARIO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DE LAS INTERACCIONES ECOLÓGICAS O AMBIENTALES CLAVES. ..... 10**

4.1 Inventario ambiental..... 10

4.2 Descripción de las interacciones ecológicas o ambientales claves. ..... 10

4.3 Fase de ejecución del proyecto. ..... 11

4.3.1 Aspectos ambientales afectados por la actividad..... 11

4.3.2 Incidencias de la actividad sobre las relaciones sociales y las condiciones de sosiego público. ..... 12

4.4 Periodo de explotación del proyecto. ..... 12

4.4.1 Efectos de la actividad sobre los aspectos ambientales. ..... 13

4.4.2 Incidencias de la actividad sobre las relaciones sociales y las condiciones de sosiego público. ..... 13

**5. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS Y REPERCUSIONES. ..... 14**

5.1 Valoración de los Efectos en Periodo de ejecución del proyecto. ..... 16

5.1.1 Movimiento de tierras. ..... 16

5.1.2 Emisión de polvo, ruido y humo. ..... 16

5.1.3 Infiltración de residuos enel cauce del río y la zona freática. ..... 17

5.1.4 Modificación de la conformación y del uso del terreno. ..... 17

5.2 Estudio de impacto de la actividad tras fases constructiva. ..... 18

5.2.1 Emisiones al aire no sistemáticas..... 18

5.2.2 Emisiones difusas. ..... 18

5.2.3 Ruido..... 21

5.2.4 Efectos sobre las aguas. ..... 22

5.2.5 Efecto Modificación de la conformación y del uso del terreno. ..... 22

5.3 Estudio de impacto visual, sobre el paisaje. ..... 23

**6. ESTABLECIMIENTO DE MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS ..... 24**

6.1 Para el movimiento de tierras. ..... 24

6.2 Para la emisión de polvos, ruido y humos. ..... 24

6.3 Para el potencial de infiltración de residuos en el cauce del río y la capa freática por inadecuación en su tratamiento. ..... 24

6.4 Para la emisión de olores desapacibles inherentes a la actividad. ..... 25

6.5 Para la modificación de la conformación y del uso del terreno. ..... 25

**7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL. ..... 26**

7.1 Para la potencial infiltración de residuos en el cauce del río y la capa freática en su tratamiento. ..... 26

7.2 Para la emisión de olores desapacibles inherentes a la actividad. ..... 26

**8. CONCLUSIÓN. ..... 27**

# 1. NECESIDAD DE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

Todas las actividades que realiza el hombre sobre el medio, sean del tipo que sean, producen distintos efectos que lo modifican, con diferentes grados de intensidad.

Por este motivo se hace necesario la protección y conservación del medio ambiente con criterios racionales de sostenibilidad que garanticen la convivencia del medio y su uso.

La LEY 11/2014, de 4 de Diciembre, de protección ambiental de Aragón, enmarca y define las obligaciones legales que deben cumplir las actividades a nivel de protección medioambiental.

En el artículo 14 y siguientes se definen los distintos niveles de protección, para los cuales se aclara los correspondientes documentos que deben acompañar a las nuevas actividades o a las ya existentes:

- Artículo 14. —Informe de sostenibilidad ambiental.

- Artículo 24. —Proyectos sometidos a evaluación de impacto, que deben acompañar conforme el artículo 27, un Estudio de impacto ambiental. (EIA)

- Artículo 36. —Proyectos sometidos a evaluación ambiental en zonas ambientalmente sensibles.

- Artículo 40. —Instalaciones sometidas a autorización ambiental integrada.(AAI)

- Artículo 60. —Actividades sometidas a licencia ambiental.

En el ANEXO II, se recogen los Proyectos de ganadería intensiva que requieren Evaluación de Impacto ambiental (EIA) cuando superan las siguientes capacidades:

- 40.000 plazas para gallinas.
- 55.000 plazas para pollos.
- 25.000 plazas para pavos.
- 40.000 plazas para patos u ocas.
- 1.000 plazas para avestruces.
- 200.000 plazas para perdices.
- 600.000 plazas para codornices.
- 2.000 plazas para cerdos de engorde.
- 750 plazas para cerdas de cría.

- 2.000 plazas para ganado ovino y caprino.
- 300 plazas para ganado vacuno de leche.
- 600 plazas para vacuno de cebo.
- 20.000 plazas para conejos.

En el apartado 9.3, del Anexo VI se recogen el conjunto de actividades que requieren Autorización Ambiental Integrada (AAI), siempre que las instalaciones destinadas a la cría intensiva de aves de corral o de cerdos superen:

- 40.000 emplazamientos si se trata de gallinas ponedoras.
- 75.000 pollos de engorde.
- 40.000 patos u ocas.
- 25.000 pavos.
- 1.000 avestruces.
- 200.000 perdices.
- 600.000 codornices.
- 2.000 emplazamientos para cerdos de cría (de más de 30 kg).
- 750 emplazamientos para cerdas.

Si bien la cría de truchas en intensivo no queda incluida en la reglamentación de dichos apartados, parece obvio que debe someterse a E.I.A. debido a la fuerte actividad que se desarrolla sobre el cauce del río. El artículo 42, en su punto 2.b. explica la necesidad de someter a evaluación ambiental cualquier proyecto que "*se desarrolle en un espacio natural protegido o en su zona periférica de protección…*", como es este el caso.

El presente proyecto es de ganadería piscícola, por lo que no se determina la necesidad de AAI, y por tanto se engloba en las actividades que reúnen los requisitos para la redacción y tramitación de EIA.

En este documento se desarrolla el contenido del EIA, de acuerdo a la Ley 11/2014 de 4 de Diciembre, de protección ambiental de Aragón, siguiendo lo dispuesto en el artículo 27, *Estudio de impacto ambiental*, y en cumplimiento del Real Decreto 94/2009 (que modifica al Real Decreto 324/ 2002) y a las Directrices Ganaderas aprobadas por el Real Decreto 94/2009.

# 2. UBICACIÓN. CARACERISTICAS DEL PROYECTO E INSTALACIONES.

El proyecto se redacta para la puesta en marcha de una explotación piscícola de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) con una producción anual de 292 Tm.

En el proyecto se recogen las necesidades constructivas, tanto de las naves principales e instalaciones auxiliares, el amueblamiento y el sistema de manejo.

Las truchas se alojarán, en sus fases iniciales de huevos y alevines, en una nave con estructura prefabricada de hormigón. Las dimensiones son de 36 metros de largo por 14 de ancho, con una altura en fachada de 3 metros. El cerramiento es a dos aguas, con pendiente del 30%.

Las cubiertas se construirán con correas de hormigón prefabricado, de 1 m de separación. Y para el cerramiento de la cubierta se empleará panel de chapa tipo sándwich con espuma de poliuretano como aislante.

El sistema de cerramiento será de hormigón prefabricado con 5 cm de espuma de poliestireno como aislante, y con un espesor final de 16 cm.

Las siguientes fases de crianza de los peces serán en piscinas, de dimensiones diferentes para cada fase de crecimiento. Dichas dimensiones están descritas en el Anejo “Cálculos constructivos de las piscinas”. Todas las piscinas serán de superficie rectangular, con paredes de hormigón armado. Tendrán una entrada de agua vía canal de hormigón y la salida de agua será por tuberías de PVC. Las dimensiones de canales y tuberías esta especificada en el Anejo “Dimensionamiento de las canalizaciones”.

Para los residuos se proyecta una serie de 6 balsas que servirán de balsas de decantación y de filtro verde tipo FMF en el que se utilizará la planta *Typha Dominguensis* como agente filtrante. Las dimensiones serán 113 metros de longitud por 55 de anchura para cada balsa, y 3 metros de profundidad para la primera balsa, y 1,75 para el resto.

Las instalaciones contaran con una nave “multiusos” donde se ubicarán el almacén, la oficina, el laboratorio y los aseos. Estará, al igual que la nave de incubación y alevinaje, prefabricada en hormigón, con unas dimensiones de 14 metros de ancho por 12 metros de longitud, y 3 metros de altura en fachada.

La explotación contará con una bomba de 3 KW de potencia que suministrará el caudal necesario a la instalación, desde el río Gállego, mediante una toma de agua única a fin de interferir lo menos posible en el ecosistema de la ribera

.

# 3. ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.

## 3.1. Antecedentes.

Las características del medio natural, paisaje y socioeconómico, que definen la zona del estudio se desarrollan en los siguientes apartados.

### 3.1.1 Características agroclimáticas.

Un clima mediterráneo continental propio de zonas áridas o semidesérticas, con escasas precipitaciones (809 mm al año), siendo la primavera algo más lluviosa que el otoño y el invierno más que el verano.

El viento dominante es el de NW, el cierzo, siendo también frecuentes en la zona los del SE y E. La temperatura media anual es de 10,7 º C, siendo julio el mes más cálido con 17,2º C y enero el más frío con 2,1º C de media.

La parcela objeto de estudio es esencialmente llana, no supera el 1% de pendiente. Se sitúa en la zona llamada Ribera de Biescas, a altitud de unos 860 m de altitud s.n.m., en la ribera oeste del rio Gállego, una vez pasado el término municipal de Biescas.

### 3.1.2 Paisaje.

La parcela se sitúa adyacente a una zona de ribera, cuyo valor de conservación en relación a la flora y fauna está determinado por la legislación, como zona LIC (lugar de interés comunitario), situado en la comarca del Alto Gállego. La afección sobre la misma, es mínima, ya que se ha tenido en cuenta en la realización del propio proyecto. La zona LIC protege a la nutria (*Lutra Lutra*) y a la madrilla *(Parachondrostoma miegii*), ambos animales no se verán afectados por la explotación, ya que solo se hará una toma de agua y se establecerán medidas para evitar el escape de los peces de la explotación al medio natural. No presenta vegetación arbórea ni arbustiva de relevancia, si bien se protege el ecosistema formado por el conjunto formado por la propia vegetación.

### 3.1.3 Características socio-económicas.

En lo que respecta al factor socio económico, la población activa dedicada a la agricultura y ganadería de la comarca de Alto Gállego esta envejecida.

Sólo el 11,3 % de los empresarios tienen hasta 34 años, el 38,15 % de los empresarios tienen entre 35 a 54 años, mientras el 28,37 % tienen 65 o más años. Los porcentajes de grupos de edad son del mismo orden de magnitud que los provinciales.

Este proyecto puede ayudar a fijar a población joven a un núcleo envejecido como es Biescas, por lo que se considera beneficioso para susodicho término municipal.

## 3.2. Análisis de la situación de la parcela de proyecto.

El primer punto a tener en cuenta a la hora de realizar el proyecto de la explotación ganadera, es la disponibilidad de terrenos y la ubicación de estos.

La propiedad estará colindante a la Ribera de Biescas, introduciéndose en ella solo en los puntos de toma de agua y de reentrada de agua. La zona designada para ubicar la explotación esta sensiblemente antropizada, siendo marcada su diferencia con la zona protegida de la Ribera.

La ubicación de la nueva explotación se revisa en relación a las posibles afecciones a figuras de especial protección, comprobando que la parcela:

1. No se encuentra en zonas reconocida como Parques Nacionales.

2. No se ubica en humedales incluidos dentro de la lista RAMSAR.

3. No se encuentra en reservas de la biosfera, siendo las más cercanas las de Ordesa-Viñamala a unos 50 km.

4. El parque natural de la Sierra y los Cañones de Guara está a 80 km al sur.

5. La zona LIC “Ribera de Biescas” se encuentra colindante con la explotación, en su lado este.

6. La ZEPA Viñamala está a cinco kilómetros al norte. No se encuentran en las proximidades otros LICs ni ZEPAs.

7. No afecta a PORNs, ENPs, ni MUPs

8. La parcela de la nueva explotación no está atravesada por vías pecuarias.

9. En la parcela no están cartografiados yacimientos arqueológicos catalogados.

## 3.3. Decisión técnica constructiva. Manejo.

La distribución de la ganadería se hace según lo descrito en el Anejo “Manejo”. La explotación, con capacidad para sostener la crianza de 2.000.000 de huevos, se dividirá por fases de crecimiento de los peces, primero en la nave de incubación y alevinaje y luego en piscinas, de dimensiones variables según la cantidad de individuos y la densidad recomendada en cada fase del ciclo vital. De esta manera, se obtiene un manejo óptimo de las truchas, otorgándoles además un alto nivel de bienestar animal. LA disposición de las piscinas también obedece a los diferentes niveles de calidad de agua exigidos para cada una de las fases de cría de los peces.

Tras todas las instalaciones productivas, se instalan unas balsas de decantación con filtro verde con el fin de que el agua revierta en el río con los parámetros de calidad exigidos por la legislación vigente, minimizando por tanto los efectos de la explotación sobre el medio ambiente de la zona.

# 4. INVENTARIO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DE LAS INTERACCIONES ECOLÓGICAS O AMBIENTALES CLAVES.

Para iniciar la evaluación de los efectos del proyecto es necesario elaborar un inventario de elementos del medio que pueden verse afectados. La parcela en la que se ubica el proyecto se enmarca en una zona de cultivo de secano.

## 4.1. Inventario ambiental.

Flora: la parcela elegida se caracteriza principalmente por ser un terreno de rambla, con escasa vegetación arbustiva o arbórea, sin presencia de vegetación catalogada como protegible. No existen zonas boscosas en la parcela, aunque sí en sus alrededores. El impacto sobre la vegetación arbustiva del cauce fluvial colindante es mínima, limitándose a los punto de toma y reentrada de agua.

Fauna: la fauna de las inmediaciones de la parcela de proyecto, es la propia de una zona de ribera de montaña, con presencia de especies protegidas como la nutria y la madrilla. Además, existe presencia de trucha arcoíris, garzas reales, milanos reales, así como se han avistado con relativa frecuencia en la zona buitres leonados, quebrantahuesos, águila reales, cernícalos comunes, zorros y jabalíes. La parcela no se encuentra incluida en zonas ZEPA, ni LIC, ni afecta a ninguna de las especies protegidas por la legislación.

Bienes materiales, en la parcela y sus inmediaciones no se sitúan yacimientos arqueológicos, paleontológicos ni minerales conocidos.

Paisaje: el paisaje en el que se enmarca el proyecto es eminentemente agrícola, debido a su continuo uso durante siglos para estos fines. La parcela es una superficie inculta en toda su superficie, y no presenta una morfología protegida, a nivel geológico ni morfológico.

## 4.2. Descripción de las interacciones ecológicas o ambientales claves.

Tras la fase de *diseño*, para el análisis de los impactos ambientales, se consideran dos fases bien diferenciadas:

- Fase de ejecución.

- Fase de explotación.

La ejecución del proyecto contempla la construcción de dos naves y un total de 55 piscinas, y sus instalaciones auxiliares (mayormente canalizaciones de aguas), así como el vallado perimetral de la explotación, para lo cual se ha previsto una serie de acciones.

Los impactos de la actividad, se estudian en relación a los diferentes elementos integrantes del medio ambiente, así como la incidencia de la misma sobre las relaciones sociales y las condiciones de bienestar público.

## 4.3. Fase de ejecución del proyecto.

La fase de ejecución del proyecto conlleva las operaciones de:

- Excavaciones y movimientos de tierras,
- Trabajos de hormigonado,
- Construcción de naves, piscinas y canalizaciones,
- Transporte de materiales,
- Construcción del sistema de depuración de aguas,
- Empleo de maquinaria pesada,
- Transporte a vertedero.

Estas actividades que producen emisiones de:

- Polvo,
- Humos y
- Contaminación acústica.

### 4.3.1 Aspectos ambientales afectados por la actividad.

La actividad de ejecución de las obras de construcción de la explotación afecta medioambientalmente sobre diferentes aspectos en varios niveles:

- La población humana afectada son los constructores de las infraestructuras y el propietario de la explotación.
- La fauna afectada, principalmente debido a la emisión de ruido y a la presencia humana, son las aves y pequeños mamíferos del entorno.

• La flora presente en el área afectada no sufre modificación perceptible.

• La vegetación presente en el área afectada no sufre modificación perceptible.

• El suelo afectado es aquel en cuyo horizonte superficial y subsuperficial se establecen la nave, piscinas y demás infraestructuras proyectadas para la explotación.

• El aire afectado es el de la ubicación de la explotación.

• El paisaje afectado es el espacio abierto en que se materializan las edificaciones e infraestructuras de la explotación.

De todo lo expuesto anteriormente la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área afectada *no sufren modificaciones perceptibles*.

No obstante lo anterior y de acuerdo a las Orden de 27 de mayo de 2005, del Departamento de Agricultura y Alimentación, por la que se determina el procedimiento sobre las solicitudes de puesta en cultivo de terrenos de uso forestal, el cambio de uso de la superficie de Pasto Arbustivo, sobre la que se ubicarán las nuevas construcciones se debe someter a autorización de cambio de uso, sí bien no ofrece afección a especies de flora objeto de protección, ni implica desaparición de masas forestal o pasto arbolado, por lo tanto este estudio sirve al mismo tiempo como trámite para la obtención de autorización de cambio de uso.

### 4.3.2 Incidencias de la actividad sobre las relaciones sociales y las condiciones de sosiego público.

Las interrelaciones tanto humanas, como sociales y las condiciones de sosiego público afectadas por las correspondientes incidencias de la actividad son, respectivamente, las siguientes.

• El empleo en tanto que intervienen trabajadores del comercio, del transporte y de la construcción.

• Las emisiones de ruido, polvo y humo, a tolerar por los transeúntes habitantes de la zona.

## 4.4. Periodo de explotación del proyecto.

Durante el periodo de explotación del proyecto, a causa de la misma, se puede producir la alteración hidrológica por inadecuación en el tratamiento de los residuos, se produce la emisión de olores indeseables, inherentes a la actividad y se modifican la

conformación y el uso del terreno.

### 4.4.1 Efectos de la actividad sobre los aspectos ambientales.

Los aspectos ambientales afectados por los correspondientes efectos de la actividad son, respectivamente, los siguientes.

• La explotación humana afectada son los trabajadores de la explotación.

• La fauna afectada es la correspondiente a las especies que transitan habitualmente por la zona, así como a ciertas especies - insectos y pequeños roedores, cuya proliferación puede resultar favorecida por el filtro verde.

• El suelo afectado es aquel sobre el que se asienta la explotación.

• El agua afectada es la del cauce del río Gállego que, en caso de funcionar ineficientemente los sistemas de filtración, por salida de residuos incontrolados de la actividad, puede verse sometida a procesos de contaminación.

• El aire afectado es el local y el de las inmediaciones de la explotación, que, por efecto del viento, puede trasladarse a otras zonas causando molestias por su olor.

• El paisaje afectado es el espacio sobre cuya visibilidad conjunta la explotación supone una modificación significativa.

• La estructura y función de los ecosistemas presentes en el área afectada no se modifican de forma apreciable.

### 4.4.2 Incidencias de la actividad sobre las relaciones sociales y las condiciones de sosiego público.

Las relaciones sociales y las condiciones de sosiego público afectadas por las correspondientes incidencias de la actividad son, respectivamente, las siguientes.

• El empleo, en tanto que se diversifican las actividades habituales del municipio.

• La molestia inherente a la emisión de olores desapacibles, tanto para los transeúntes habituales de la zona, como para los puntos habitados eventualmente sometidos, por efecto del viento, a su aparición.

# 5. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS Y REPERCUSIONES.

La granja prevista se ubica en la zona llamada "Ribera de Biescas", en las inmediaciones de dicho núcleo urbano, perteneciente a la comarca del Alto Gállego, eminentemente agro-ganadera y turística. La vinculación de la población con las explotaciones ganaderas es directa, por este motivo se entiende que la actividad proyectada es ampliamente aceptada.

La actividad ganadera supone una fuente económica de la población, y es por tanto un factor fijador de población. Hasta fechas recientes la principal fuente de riqueza ganadera se venía desempeñando alrededor de las explotaciones de porcino, vacuno y ovino, por lo que la nueva orientación hacia las granjas de cría de trucha (iniciada ya hace pocos años con la puesta de la piscifactoría de Soto de Oliván), supone un elemento diversificador, y por tanto deviene en una fortaleza, tanto para el núcleo de Biescas como para la comarca.

El objeto de la identificación, tipificación, y valoración es establecer las medidas preventivas y de reducción de los efectos.

La sistemática empleada para la identificación de los posibles impactos conlleva el análisis de las interacciones posibles entre las *acciones* del desempeño de la *actividad* y de los *efectos* producidos en los aspectos *ambientales* característicos de la zona, ya sea en la fase de ejecución como en la fase de explotación del proyecto.

La evaluación de los *impactos ambientales*, se realiza en base a la valoración cualitativa estimada de los *efectos* producidos por la actividad, y para ello se emplean un conjunto de indicadores, que se organizan jerárquicamente en relación a su importancia.

Los distintos EFECTOS sobre el medio ambiente, se cuantifican determinado el valor de cada uno de los indicadores previstos:

 Naturaleza: se refiere al carácter perjudicial (-) o beneficioso (+) de las acciones sobre el factor considerado.

 Persistencia: se refiere al tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición, y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.

- Fugaz (menos de año); Temporal (entre y 10 años) o Permanente (superior a 10 años)

 Sinergia: contempla el reforzamiento de un impacto, cuando la manifestación de varias acciones que actúan simultáneamente sobre un mismo factor, es superior a la que cabría esperar en el caso de que las acciones actuaran de manera independiente

no simultánea.

- Sin sinergismo (simple); Acumulativo (Sinérgico)

 Mediatización: hace referencia a la relación causa-efecto, es decir, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción.

- Indirecto (secundario); Directo

 Reversibilidad: indica la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales una vez que la acción deje de actuar sobre el medio.

 Estabilidad: posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto por medio de la intervención humana, es decir, por la introducción de medidas correctoras.

 Periodicidad: regularidad de manifestación del efecto.

 Intensidad: hace referencia al grado de incidencia de las acciones sobre el factor considerado.

| **Indicador** | **Valores** |
|---|---|
| Naturaleza | Positivo / Negativo |
| Persistencia | Temporal / Permanente |
| Sinergia | Simple/ Acumulativo / Sinérgico |
| Mediatización | Directo / Indirecto |
| Reversibilidad | Reversible / Irreversible |
| Estabilidad | Recuperable / Irrecuperable |
| Periodicidad | Periódico / Irregular |
| Intensidad | Continuo / Discontinuo |

Del mismo modo se valoran los indicadores del Impacto ambiental, determinando:

| **Indicador** | **Valores** |
|---|---|
| Incidencia | Compatible/ Moderado /Severo o crítico |

Como ya se ha indicado al inicio de este apartado se diferencia claramente entre los impactos en fase de ejecución y de explotación, a continuación se procede a la evaluación de los impactos ambientales más relevantes.

## 5.1 Valoración de los Efectos en Periodo de ejecución del proyecto.

### 5.1.1 Movimiento de tierras.

Los trabajos de construcción de las naves, piscinas y canalizaciones implican descarga, movimiento de tierras, el tránsito de camiones y de maquinaria, que provocan un aumento de los niveles de polvo y gases en la atmósfera durante la fase de construcción.

**EFECTO: Movimiento de tierras.**

| **Indicador** | **Valoración** |
|---|---|
| Naturaleza | Negativo |
| Persistencia | Permanente |
| Sinergia | Simple |
| Mediatización | Directo |
| Reversibilidad | Irreversible |
| Estabilidad | Irrecuperable |
| Periodicidad | Periódico |
| Intensidad | Discontinuo |
| **Incidencia del impacto ambiental** | **COMPATIBLE** |

### 5.1.2 Emisión de polvo, ruido y humo.

Los impactos de los movimientos de tierras pueden provocar nubes de polvo que no son de importancia, pero hay que considerar que son más notables en periodos de sequía, con el fin de corregir estas afecciones a la atmósfera se proyectarán medidas correctoras, como la aplicación de riegos periódicos en caso de que fuera necesario, para evitar la dispersión de polvo y partículas, entre otras.

En cuanto a los gases desprendidos por los vehículos, éstos deberán estar convenientemente revisados, de manera que se garantice el cumplimiento de la normativa en vigor en cuanto a la emisión de estos.

El aumento de los niveles sonoros se debe a las acciones que se realizan durante las obras: tráfico de camiones, funcionamiento de los motores de los vehículos destinados al transporte de material y al movimiento de maquinaria de obras, así como a las labores propias de construcción, que implican movimientos de tierra, descarga y movimiento de material. No obstante, debe observarse que estas fuentes generadoras de ruido se limitarán sólo a la fase de construcción, finalizando la afección a medida que se vaya terminando la obra. Por tanto, se trata de un impacto de carácter puntual y reversible.

**EFECTO: Emisión de polvo, ruido y humo.**

| Indicador | Valoración |
|---|---|
| Naturaleza | Negativo |
| Persistencia | Temporal |
| Sinergia | Simple |
| Mediatización | Directo |
| Reversibilidad | Reversible |
| Estabilidad | Recuperable |
| Periodicidad | Periódico |
| Intensidad | Discontinuo |
| **Incidencia del impacto ambiental** | **COMPATIBLE** |

### 5.1.3 Infiltración de residuos en el cauce del río y la zona freática.

Se valora la posibilidad de que algún tipo de residuo de la construcción pueda ser arrastrado hacia el río Gállego, o infiltrado a los cauces subsuperficiales, como puede ser entre otros, aceites y hormigón.

En particular, la mezcla de hormigón con agua es altamente destructiva, pues eleva el pH del medio acuático, convirtiéndolo en inhóspito para cualquier forma de vida. Para evitar esto último, se implementarán las correspondientes medidas preventivas y correctoras respecto a la gestión de residuos y adicionalmente se recogerán las aguas pluviales en la zona de obras para que sean vertidas a los cauces.

**EFECTO: Potencia de infiltración de residuos en el cauce del río y la zona freática por inadecuación en su tratamiento.**

| Indicador | Valoración |
|---|---|
| Naturaleza | Negativo |
| Persistencia | Temporal |
| Sinergia | Sinérgico |
| Mediatización | Indirecto |
| Reversibilidad | Reversible |
| Estabilidad | Recuperable |
| Periodicidad | Irregular |
| Intensidad | Discontinuo |
| **Incidencia del impacto ambiental** | **MODERADO** |

### 5.1.4 Modificación de la conformación y del uso del terreno.

La alteración más importante de este factor en la fase de construcción, se debe al acondicionamiento del espacio inter-naves y la ejecución de unas bases de hormigón para la construcción de las piscinas y el sistema de depuración de aguas (destrucción de horizontes superficiales y compactación en las zonas habilitadas para los accesos

y maquinaria).

De este modo la ocupación prevista del suelo será permanente. No obstante la ocupación de nuevos terrenos, una vez acabada la fase de construcción, va a ser mínima o incluso nula. Además, durante las obras, se producirán asimismo impactos como la compactación del suelo al paso de la maquinaria.

**EFECTO: Modificación de la conformación y del uso del terreno.**

| Indicador | Valoración |
|---|---|
| Naturaleza | Negativo |
| Persistencia | Permanente |
| Sinergia | Sinérgico |
| Mediatización | Directo |
| Reversibilidad | Irreversible |
| Estabilidad | Irrecuperable |
| Periodicidad | Periódico |
| Intensidad | Continuo |
| **Incidencia del impacto Ambiental** | **MODERADO** |

## 5.2 Estudio de impacto de la actividad tras fases constructiva.

### 5.2.1 Emisiones al aire no sistemáticas.

No existen.

### 5.2.2 Emisiones difusas.

El único foco existente en las instalaciones de proyectadas es una bomba para la circulación del agua por el canal principal de agua limpia, tratándose, por tanto, de un Foco de Contaminación sistemática.

Los residuos producidos por la ganadería no pasarán del agua y además serán filtrados en la balsa de decantación/filtro verde. Por tanto no va a haber problema de emisiones de gas por parte de la ganadería a explotar.

En las emisiones de gas son determinantes los factores de:

- diseño y
- mantenimiento.

De igual manera interviene en su emisión la gestión integral en los procesos de:

- almacenamiento,

- tratamiento y

- reutilización agrícola de los residuos animales. Así, las principales emisiones al aire son:

| **Emisión al aire** | **Punto de producción** |
|---|---|
| Amoniaco | Almacenamiento y aplicación en campo de os residuos de la balsa de decantación |
| Metano | Alojamiento animales, almacenamiento y tratamiento de estiércol |
| Óxido nitroso | Energía usada para iluminación, ventilación y transporte |
| Dióxido de carbono | Alojamiento y aplicación de residuos de la balsa de decantación |
| Olor | Almacenamiento y aplicación en campo de los residus de la balsa de decantación |
| Polvo | Preparación y almacenamiento de pienso, almacenamiento y aplicación de residuos de la balsa de decantación |

Amoniaco.

Es tomado por las eneas del filtro verde, así como otros compuestos inorgánicos del nitrógeno, y usado para su propio crecimiento, con lo que no supone ningún problema.

Óxido nitroso

La desnitrificación es el proceso natural que ocurre en el suelo, cuando no hay oxígeno, léase suelo encharcados, por la acción de los microorganismos anaerobios que reducen el nitrógeno a $N_2O$ y $N_2$.

El proceso de desnitrificación ocurre tanto sobre el propio nitrógeno del suelo como por la aplicación de compuestos nitrogenados

$$NO_3^- \longleftrightarrow NO_2^- \longleftrightarrow NO \longleftrightarrow N_2O\ (g) \longleftrightarrow N_2\ (g)$$

En las instalaciones ganaderas y durante el almacenamiento de los residuos de la balsa de decantación, también se produce desnitrificación, pero en menor cantidad que durante la aplicación en la tierra. No obstante, en esta explotación no hace falta almacenar el estiércol de los peces, pues es utilizado por las plantas del filtro verde y los residuos que se almacenan en la balsa de decantación serán llevados al campo para su aplicación, inmediatamente después de terminada la limpieza de la propia balsa de decantación.

El óxido nitroso también contribuye al calentamiento global. Además es responsable

de la destrucción del ozono estratosférico. Puede permanecer en la atmósfera durante 150 años.

Metano por gestión de los residuos orgánicos.

El metano tiene origen en los procesos anaerobios:

- del tracto digestivo de los animales

- y durante el almacenamiento de los residuos del sistema de depuración.

La producción de metano está directamente relacionada con el contenido en fibra de la dieta por lo que los niveles de producción de metanos en explotaciones piscícolas son menores y se consideran como fuentes de baja producción de metano.

Como se ha comentado anteriormente, en esta explotación no se almacenará estiércol, por lo que no existirá producción de metano debido a desechos orgánicos de la ganadería.

Polvo.

El polvo, por sí mismo no genera impacto sobre el medio ambiente que rodea las granjas, pero puede causar alguna molestia durante épocas secas o ventosas, porque el polvo contribuye al transporte de olor, pero como el ambiente en el que se sitúa la explotación de proyecto no se encuentra en zonas de alta densidad ganadera y menos de la misma especie, no se constituirá como vector de transmisión de enfermedades.

En las instalaciones proyectadas el polvo afecta a las vías respiratorias a los operarios.

Olor.

El olor es el impacto más identificable por la población próxima a la explotación ganadera y que en consecuencia puede generar sensibilización. El olor es una cuestión subjetiva, en función del tipo de compuesto que lo genera y de la capacidad del sistema olfativo de detectarlo.

El amoniaco, el ácido sulfhídrico y otros compuestos orgánicos volátiles generados en el intestino grueso acción de bacterias anaeróbicas sobre los carbohidratos, proteínas y ácidos grasos, son los causantes en mayor medida del impacto más perceptible.

En el caso de la explotación de proyecto, si bien se sitúa cerca de un núcleo urbano, el olor que provoca no supone ningún problema, porque es mínimo y considerablemente inferior al que pueda producir cualquier explotación ganadera de animales terrestres..

**EFECTO: Emisión de olores desapacibles inherentes a la actividad.**

| Indicador | Valoración |
|---|---|
| Naturaleza | Negativo |
| Persistencia | Temporal |
| Sinergia | Simple |
| Mediatización | Directo |
| Reversibilidad | Reversible |
| Estabilidad | Recuperable |
| Periodicidad | Irregular |
| Intensidad | Discontinuo |
| **Incidencia del impacto ambiental** | **COMPATIBLE** |

### 5.2.3 Ruido

Al igual que el olor, el ruido es un problema local. El ruido de la explotación de proyecto se caracteriza por ser ruido uniforme, constante y de reducida intensidad.

En nuestra explotación el ruido se origina por el empleo de las maquinas e instalaciones propias del manejo, y del fluir del agua.

Por la distancia de la explotación a núcleos urbanos y cualquier otra explotación, así como la nimiedad de los ruidos, la incidencia es imperceptible.

En lo referente a las vibraciones, no existe ningún equipo que genere vibraciones que puedan ser transmitidas al terreno, puesto que en el proceso productivo no interviene maquinaria que funcione por impactos.

**EFECTO: Emisión de polvo, ruido y humo.**

| Indicador | Valoración |
|---|---|
| Naturaleza | Negativo |
| Persistencia | Temporal |
| Sinergia | Simple |
| Mediatización | Directo |
| Reversibilidad | Reversible |
| Estabilidad | Recuperable |
| Periodicidad | Periódico |
| Intensidad | Discontinuo |
| **Incidencia del impacto Ambiental** | **COMPATIBLE** |

### 5.2.4 Efectos sobre las aguas.

En funcionamiento, la explotación piscícola produce de vertidos de aguas procedentes del agua residual de las piscinas y de limpieza y sanitarias, que serán enviadas al sistema de depuración proyectado, antes de reintroducirla en el cauce del río.

La calidad de las aguas del cauce del río Gállego no se verá afectada, ya que para evitar esto se construye el sistema de depuración de la explotación. Todas las aguas que pasen por la instalación (residuales, de limpieza, etc.) pasarán por la balsa de decantación/filtro verde, por lo que nos aseguramos de que no haya vertidos de residuos al río. La temperatura con la que el agua vuelve al río, será la misma, al estar en constate flujo y movimiento.

La incidencia de la bomba en el río será, pero escasa, ya que se ubicará en el fondo del cauce, a fin de interrumpir lo mínimo posible la actividad de los organismo propios del río.

No habrá problema de infiltración de compuestos orgánicos al nivel freático, ya que las piscinas tendrán paredes impermeables de hormigón y el sistema de depuración tendrá igualmente paredes impermeables, así como las canalizaciones.

**EFECTO: Potencia de infiltración de residuos en el cauce y la zona freática por inadecuación en su tratamiento.**

| Indicador | Valoración |
|---|---|
| Naturaleza | Negativo |
| Persistencia | Permanente |
| Sinergia | Sinérgico |
| Mediatización | Directo |
| Reversibilidad | Reversible |
| Estabilidad | Recuperable |
| Periodicidad | Regular |
| Intensidad | Discontinuo |
| **Incidencia del impacto ambiental** | **MODERADO** |

### 5.2.5 Efecto Modificación de la conformación y del uso del terreno.

En fase de funcionamiento, la única alteración será por ocupación del suelo y la producirán las propias naves, piscinas y canalizaciones, que ocuparán de manera definitiva una superficie de 76.492,5 $m^2$.

**EFECTO: Modificación de la conformación y del uso del terreno.**

| Indicador | Valoración |
|---|---|
| Naturaleza | Negativo |

| | |
|---|---|
| Persistencia | Permanente |
| Sinergia | Sinérgico |
| Mediatización | Directo |
| Reversibilidad | Irreversible |
| Estabilidad | Irrecuperable |
| Periodicidad | Periódico |
| Intensidad | Continuo |
| **Incidencia del impacto ambiental** | **MODERADO** |

## 5.3 Estudio de impacto visual, sobre el paisaje.

La explotación proyectada se sitúa en una zona de fisiografía irregular y con vegetación herbácea y arbustiva dispersa.

La parcela prevista para la ubicación de la explotación no se ubica en zonas clasificadas como espacios naturales protegidos, aunque si en las inmediaciones de una zona LIC. No se trata de una zona con cualidades paisajísticas ni pictóricas peculiares ni únicas. En la zona, no se encuentran edificaciones de uso agrícola ni ganaderos.

Por este motivo el impacto visual de la actividad del proyecto es compatible.

# 6. ESTABLECIMIENTO DE MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS

Identificados y valorados los impactos ambientales significativos, se procede a establecer las medidas previstas para suprimirlos, atenuarlos o, en su defecto, compensarlos, en la medida de lo posible, mediante acciones de restauración, o de la misma naturaleza y efecto contrario a la acción emprendida.

Las medidas protectoras y correctoras establecidas, en función de los diferentes impactos considerados, son las siguientes:

## 6.1 Para el movimiento de tierras.

• Ceñirse estrictamente a los movimientos de tierras imprescindibles para la realización del proyecto.

• Adecentar y restablecer en lo factible las zonas de vertedero.

## 6.2 Para la emisión de polvos, ruido y humos.

• Cumplimentar atentamente los programas de mantenimiento y conservación de los equipos y maquinaria empleados.

• Transportar áridos y tierras correctamente tapados e intentar, si es posible, utilizar itinerarios que no incluyan vías principales.

• Regar las obras en caso de época excepcionalmente seca, a fin de levantar la menor cantidad de polvo posible.

## 6.3 Para el potencial de infiltración de residuos en el cauce del río y la capa freática por inadecuación en su tratamiento.

• Verificar periódicamente el correcto funcionamiento del sistema de depuración, de modo que se asegure la imposibilidad del vertido de aguas contaminadas al cauce del río Gállego.

• Encauzar los residuos fluidos de forma canalizada hasta el sistema de depuración.

• Soslayar vertidos incontrolados fuera de la las canalizaciones.

• Tomar las medidas necesarias para evitar fuga de aguas residuales en momentos de crecida del río.

## 6.4 Para la emisión de olores desapacibles inherentes a la actividad.

• Ubicar la actividad suficientemente alejada de viviendas.

• Ventilar convenientemente las naves.

• Establecer una pantalla vegetal en la dirección de los vientos dominantes.

• Efectuar el transporte de residuos sólidos del sistema de depuración (balsa de decantación) en momentos de tránsito reducido y de viento inexistente o de baja intensidad.

## 6.5 Para la modificación de la conformación y del uso del terreno.

• Ubicar la actividad apartada de trayectos con tráfico elevado.

• Diseñar los acabados de las obras en consonancia con el entorno.

# 7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.

## 7.1 Para la potencial infiltración de residuos en el cauce del río y la capa freática en su tratamiento.

• Cada semana, se tomará una muestra de agua del tramo de canal que une el fin del sistema de depuración con la toma de reentrada del agua al cauce del río Gállego.

• Verificar, antes de utilizarlas, que no han sido contaminadas durante su recogida y/o transporte al laboratorio.

• Los trabajadores verificarán visualmente, cada vez que recorran la zona, que no existen fugas en el sistema de depuración, ni en ninguno de los tramaos de las canalizaciones destinadas al agua residual.

## 7.2 Para la emisión de olores desapacibles inherentes a la actividad.

• Mensualmente, verificar el correcto funcionamiento del sistema de ventilación de las naves.

• En los periodos de actividad vegetal, controlar y mantener, semanalmente, el normal desarrollo de la vegetación del filtro verde.

• Efectuar el transporte de residuos en momentos de tránsito reducido y viento de poca fuerza.

# 8. CONCLUSIÓN.

La valoración conjunta final de los impactos de todos los factores que ejercen efectos medioambientales aporta conclusión integradora y sintética de la incidencia ambiental de la actividad proyectada, que permite calificarla como de IMPACTO AMBIENTAL COMPATIBLE CON SU ENTORNO.

escuela politécnica superior de huesca

**TRABAJO DE FIN DE CARRERA DE**

**INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TÍTULO**

# Proyecto de piscifactoría de trucha arcoíris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

## Anejo IX – Estudio de mercado y análisis de negocio


| | |
|---|---|
| **AUTOR:** | **Miguel Ángel Márquez Lapuente** |
| **ENSEÑANZA:** | **Ingeniería Agrónoma** |
| **DIRECTOR:** | **Juan Escós Quílez** |
| **FECHA:** | **Octubre 2016** |

**ESTUDIO DE MERCADO Y ANÁLISIS DE NEGOCIO** ..... 3

**ANÁLISIS DAFO (O FODA)** ..... 5

**ANÁLISIS V.A.N. (VALOR ACTUAL NETO)** ..... 11

**ANÁLISIS T.I.R. (TASA INTERNA DE RETORNO)** ..... 16

**REUNIONES CON AGENTES GUBERNAMENTALES Y SOCIALES** ..... 18

# ESTUDIO DE MERCADO Y ANÁLISIS DE NEGOCIO

El objetivo primario del presente estudio de mercado es identificar las fortalezas y debilidades asociadas al proyecto propuesto y luego tomar una determinación en cuanto a si es o no una limitación singular o la suma de cualquier serie de limitaciones las que aconsejan la descalificación de la propuesta de proyecto a falta de un nuevo examen, o si existe un mercado para llevar a cabo la propuesta.

Las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas se evalúan normalmente con un análisis DAFO, para que nos ayuden en esta determinación. Pero antes de eso, es necesario conocer resumidamente el sector acuícola, en términos de cifras y tendencias del mercado.

## Breve resumen de la situación actual del mercado acuícola

España es el Estado miembro de la UE con un mayor volumen de producción en acuicultura, con 264.162 Tm en 2012 (21,0% del total de la UE), seguido por Francia con 205.210 Tm (el 16,3%) y el Reino Unido con 203.036 (16,1%). Sin embargo, cuando se considera el valor de la producción, el Reino Unido es el principal Estado miembro productor con 853 millones de euros (22,5% del valor total), seguido por Francia con 704 millones de euros (18,6%) y Grecia con 623 millones de euros España ocupa la quinta posición con 395 millones (10,4%) (MAGRAMA).

En 2012 se encontraban en funcionamiento en España un total de 5.132 establecimientos de acuicultura, de los cuales 179 lo eran de acuicultura continental (agua dulce). A pesar de un repunte en 2012, las estadísticas evidencian una constante reducción en los últimos años del número de establecimientos con actividad, pasando de los 5 306 establecimientos de acuicultura con producción en 2003, a los 5 132 actuales (MAGRAMA, 2014).

Los productos acuáticos (acuicultura + pesca) supusieron en 2013 el 4,0% de la cesta de la compra de las familias españolas (1 218 kg/litros/uds) y el 13,1% de su valor (9.083 millones de euros) Este consumo supuso un crecimiento del 0,3% sobre 2012 (MAGRAMA, 2014).

- En el caso de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss)*, la producción estimada en España en 2012 en base a las estadísticas oficiales de MAGRAMA revisadas por ESACUA, fue de 16.732 toneladas, una cifra prácticamente idéntica a la del año anterior. En 2012, Castilla y León, encabezó la cría de trucha arco iris en España, con 5 780,37 toneladas (dato MAGRAMA) seguida de Galicia, con 4 375 toneladas (dato ATRUGAL/ESACUA). Entre ambas comunidades se reparten el 60% de la producción española, seguidas de Andalucía, Cataluña, La Rioja, Castilla la Mancha, Asturias y Aragón, que suman el 37% de la producción. Las comunidades que actualmente tienen una menor producción son Cantabria, Navarra y País Vasco. En general, todas las Comunidades han aumentado su producción con respecto al año anterior, con las excepciones de Asturias y Cataluña, y en menor medida, Aragón.

Durante el año 2015 el precio medio en primera venta de trucha blanca, tamaño ración, producida en España ha sido de 2,68 euros/Kg, lo que supone un tímido aumento del 1,82% con respecto al año anterior.

El precio medio de venta al público (PVP) de trucha en España, en 2015, fue de 5,74 euros/kg, un 11,6% superior al de 2012 (5,14 euros/kg). El PVP de trucha fue en 2015 un 215% superior al de su primera venta, lo que en valor absoluto suponen 3,06 euros más por cada kilo.

Según los datos del Panel de Consumo de la Dirección General de la Industria Alimentaria (MAGRAMA), en los hogares españoles se consumieron 15.380 kilos de trucha en 2013, un 5% más que en 2012. El valor de ese pescado en punto de venta al público fue de 86 millones de euros, un 6,7% más que en el año previo. Tampoco se debe olvidar que una parte de la producción española de trucha es exportada. En 2013 se exportaron desde España 7.290 toneladas de trucha en distintas presentaciones, lo que supuso un aumento del 1,64% con respecto al año anterior y representa aproximadamente el 10% de todas las exportaciones de trucha de los países de la UE.

## ANÁLISIS DAFO (O FODA)

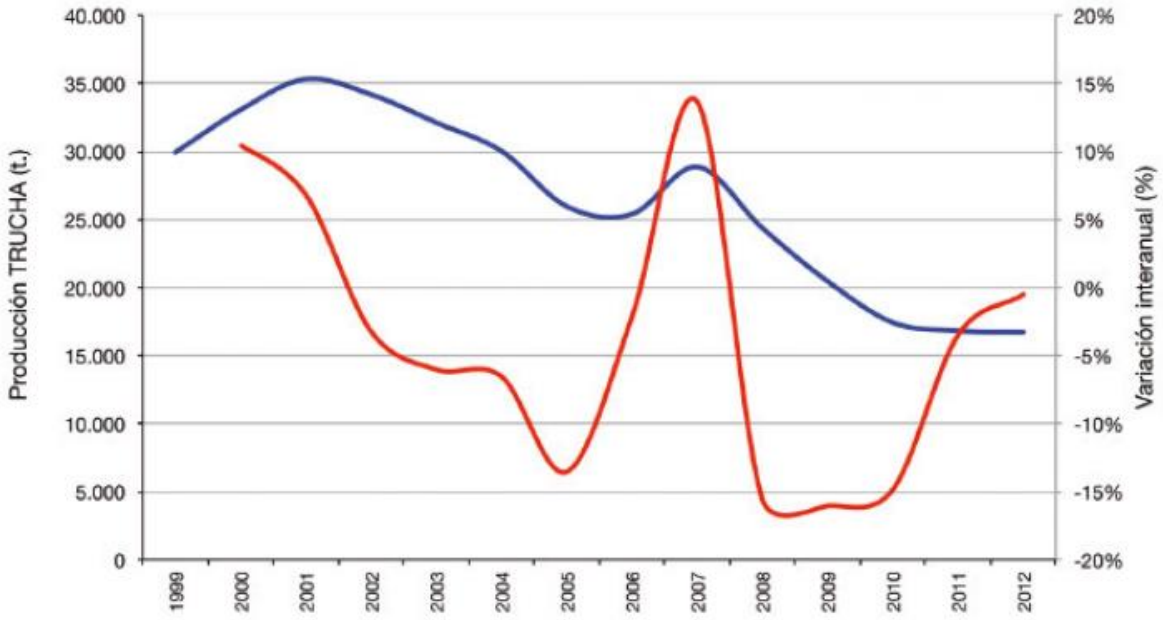
Una de las ventajas de este modelo de análisis es que puede ser aplicado en cualquier situación de gestión, tipo de empresa (independientemente de su tamaño y actividad) o área de negocio. Esto es muy útil, ya que una piscifactoría es un tipo de empresa muy especial, con unas características muy diferentes a las de otros negocios.

El primer paso que debemos dar es describir la situación actual de la empresa, identificar las estrategias, los cambios que se producen en el mercado y nuestras capacidades y limitaciones. Esto nos servirá de base para hacer un análisis histórico y proyectivo.

**El análisis interno**

Consiste en detectar las fortalezas y debilidades de la empresa que originen ventajas o desventajas competitivas. Para llevarlo a cabo se estudian los siguientes factores:

- **Producción.** Capacidad de producción, costes de fabricación, calidad e innovación tecnológica.




Evolución de la producción Acuícola de trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss) en España (1999-2012). Se muestra la tasa de variación interanual.

- **Marketing.** Línea y gama de productos, imagen, posicionamiento y cuota en el mercado, precios, publicidad, distribución, equipo de ventas, promociones y servicio al cliente.

- **Organización.** Estructura, proceso de dirección y control y cultura de la empresa.

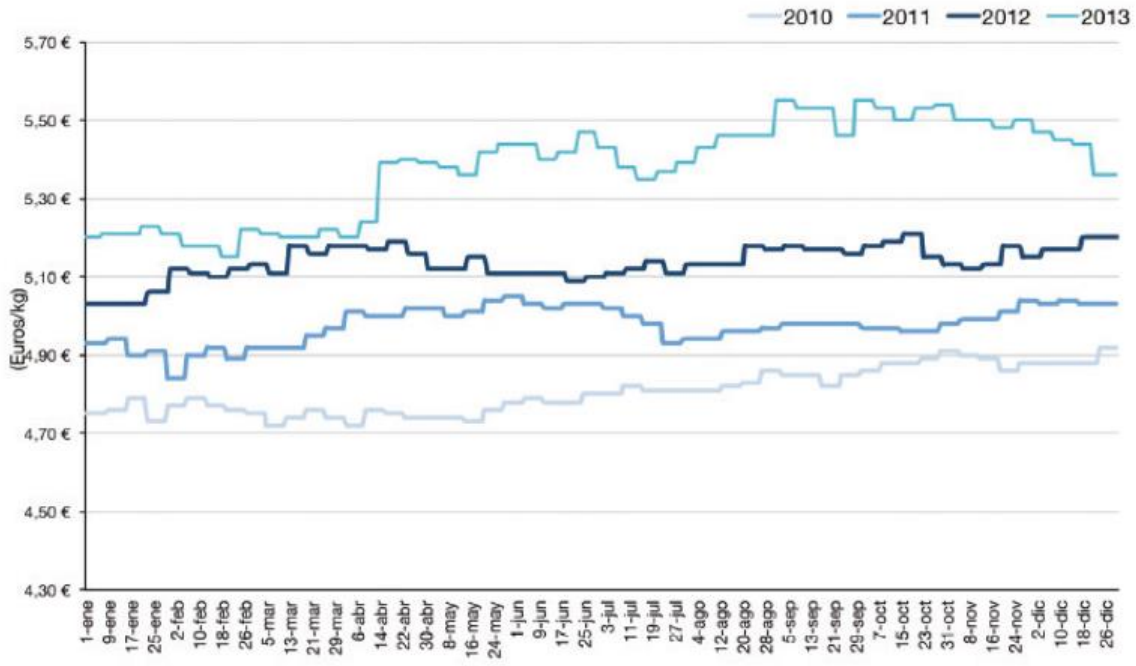
- **Personal.** Selección, formación, motivación, remuneración y rotación.

- **Finanzas.** Recursos financieros disponibles, nivel de endeudamiento, rentabilidad y liquidez. Investigación y Desarrollo. Nuevos productos, patentes y ausencia de innovación.

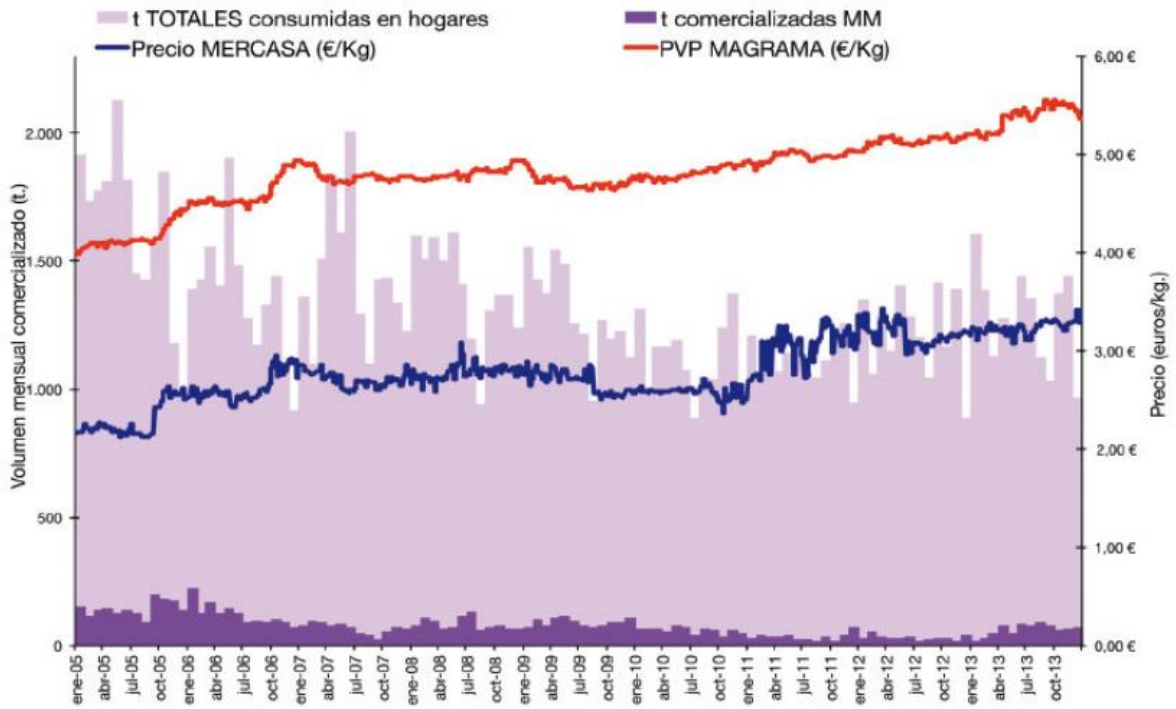
**El análisis externo**

Se trata de identificar y analizar las amenazas y oportunidades de nuestro mercado. Abarca diversas áreas:

- **Mercado.** Definir nuestro target y sus características. También los aspectos generales (tamaño y segmento de mercado, evolución de la demanda, deseos del consumidor), y otros de comportamiento (tipos de compra, conducta a la hora de comprar).
- **Sector.** Detectar las tendencias del mercado para averiguar posibles oportunidades de éxito, estudiando las empresas, fabricantes, proveedores, distribuidores y clientes.




Evolución de los precios medios (euros/kg) de comercialización de trucha entre 2010 y 2013 (fuente: MAGRAMA).




Evolución del consumo de trucha en hogares y de la comercialización de trucha en MercaMadrid entre 2005 y 2013. Se indica el volumen comercializado (t.) y el precio de venta a los clientes de mercas (euros/kg). Adicionalmente se muestra el precio medio de venta al público (PVP) de trucha (euros/kg). Todos los valores de precio son nominales, es decir, no han sido ajustados con las variaciones del IPC (fuente: MAGRAMA).

- **Competencia.** Identificar y evaluar a la competencia actual y potencial. Analizar sus productos, precios, distribución, publicidad, etc.
- **Entorno.** Son los factores que no podemos controlar, como los económicos, políticos, legales, sociológicos, tecnológicos, etc.

## DEFINIR LA ESTRATEGIA

El DAFO ayuda a plantearnos las acciones que deberíamos poner en marcha para aprovechar las oportunidades detectadas y eliminar o preparar a la empresa contra las amenazas, teniendo conciencia de nuestras debilidades y fortalezas.

Fijados los objetivos –que deben ser jerarquizados, cuantificados, reales y consistentes–, elegiremos la estrategia para llegar a ellos mediante acciones de marketing. Repasemos las posibles estrategias con ejemplos:

- **Defensiva.** La empresa deberá estar preparada para enfrentarse a las amenazas. Si el producto ya no se considera líder, resalta lo que lo diferencia de la competencia. Cuando baje la cuota de mercado, busca clientes que te sean más rentables y protégelos.

- **Ofensiva.** La empresa debe adoptar estrategias de crecimiento. Cuando tus fortalezas son reconocidas por los clientes, puedes atacar a la competencia para exaltar tus ventajas (por ejemplo: el 83% prefiere x). Cuando el mercado está maduro, puedes tratar de robar clientes lanzando nuevos modelos.

- **Supervivencia.** Te enfrentas a amenazas externas sin las fuerzas internas necesarias para luchar contra la competencia. Deja las cosas como están hasta que se asienten los cambios que se producen (por ejemplo: observa la internetización del entorno antes de lanzarte a la red).

- **Reorientación.** Se te abren oportunidades que puedes aprovechar, pero careces de la preparación adecuada. Cambia de política o de productos porque los actuales no están dando los resultados deseados.

## ANALISIS DAFO DE LA PISCIFACTORÍA

Como la empresa quiere establecerse con la construcción de la instalación y aún no ha sido creada, los puntos en lo que se fija el siguiente análisis se refieren a aquellos que resultan importantes en la construcción e implantación de la susodicha empresa (es decir, no hay puntos acerca del funcionamiento de la propia).

### ANALISIS INTERNO

**FORTALEZAS:** Capacidades, recursos, posiciones alcanzadas y, consecuentemente, ventajas competitivas que deben y pueden servir para explotar oportunidades.

- Peces a cultivar perfectamente adaptados al medio en que se encuentra la granja
- Alto valor nutritivo del producto. Buena percepción del producto
- Elevado consumo per cápita de productos piscícolas en el país (así se constata en la siguiente figura)

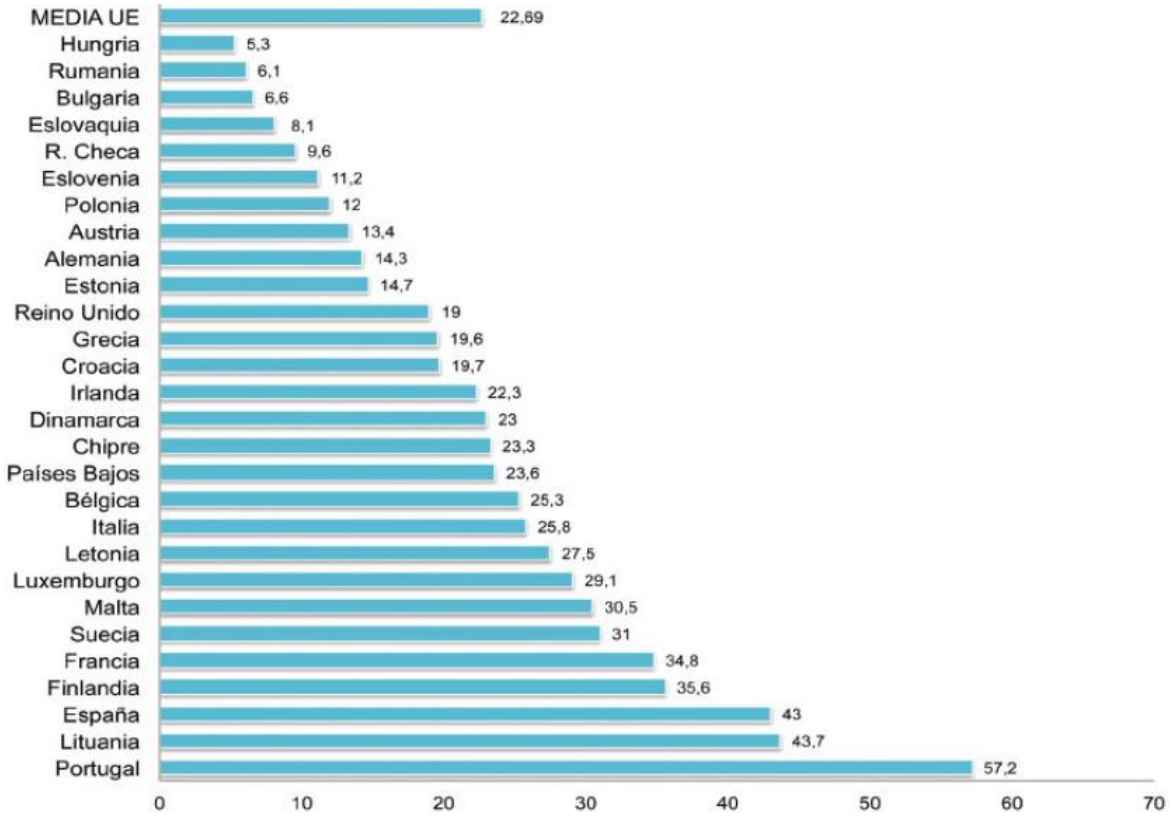


Figura 1: Consumo de productos acuáticos (en kg de peso vivo/habitante/año) en los Estados miembros de la UE en 2010 (Comisión Europea).

- Características del agua y climáticas perfectas para un cultivo óptimo de estas especies
- Ahorro de costes al hacer el ciclo vital completo de la trucha
- Capacidad de atracción en el mercado cercano al venderlo como producto de la zona (imagen como una actividad tradicional)
- Instalaciones en entornos rurales que ayudan a su dinamización (desarrollo rural)
- Adecuados sistemas de garantías y de control sanitario
- Capacidad de incorporar valor añadido
- Acceso a distintas fuentes de agua (por si algún verano cierran las compuertas del embalse de Búbal)
- Dirección estratégica clara al vender un producto muy concreto.

**DEBILIDADES:** Aspectos que limitan o reducen la capacidad de desarrollo efectivo estratégico del sector y constituyen una amenaza para el desarrollo del mismo. Deben, por tanto, ser controladas y superadas.

- Elevado coste de puesta en marcha de la granja (altos costes de la instalación).
- Dificultad de encontrar mano de obra especializada.
- Dispersión organizativa del sector.
- Marcada diferencia entre el precio de origen y el precio final al consumidor.
- Escasez de productos certificados, marcas registradas, etc.
- Bajo consumo de la población infantil e inmigrante.

- Escasez de utilización de mecanismos de intervención en el mercado e inexistencia de los mismos en acuicultura.
- Distancia con los grandes mercados.

**ANÁLISIS EXTERNO**

**OPORTUNIDADES:** Factores generados por el entorno que puedan suponer una ventaja competitiva para el sector, o bien representar una posibilidad para mejorar su rentabilidad o aumentar sus beneficios, desde el punto de vista económico, social, medioambiental, etc. Previsiones oficiales favorables en cuanto a crecimiento de la economía, nueva normativa comunitaria o nacional orientada a apoyar con subvenciones, la actividad del sector, evolución positiva en las tendencias de hábitos del consumidor, problemas en otros sectores de la competencia, posibilidades reales de penetración en nuevos mercados, etc.

- Déficit comercial creciente de nuestra balanza comercial pesquera, en especial con respecto al pescado blanco
- Actual prioridad por incrementar la calidad del producto
- Potenciación de mecanismos que mejoren la formación de precios en origen
- Pesca extractiva en descenso, posibilidad de establecer una estrategia diferenciadora respecto a esta
- Posibilidad de implantación de marca colectiva, denominación geográfica, marca de calidad, etc.
- Posibilidad de desarrollar una acuicultura ecológica y/o vinculada al desarrollo local
- Integración de explotaciones y cooperativismo para acceder a otros mercados
- Posibilidad de acceso a ayudas de la U.E. (FEP)

**AMENAZAS:** Fuerzas del entorno que pueden impedir la implantación de la estrategia o reducir su efectividad, incrementando los riesgos de la misma o los recursos que se requieren para su implantación. Puede reducir el nivel de consecución de los objetivos planificados. Proyecciones pesimistas sobre la demanda en el sector pesca o subsectores, nueva legislación medioambiental, laboral, de acceso a recursos, financiera, etc., que obligará a hacer fuertes inversiones, inseguridad de acceso a recursos o reducción de las posibilidades de capturas; previsible aparición de nuevos competidores en el mercado, etc.

- Aumento de los cánones ambientales.
- La acuicultura sufre una burocracia desproporcionada en comparación con otras actividades ganaderas. Existe una gran complejidad y lentitud en los trámites a la hora de solicitar licencias o permisos para pequeñas reparaciones. Esta situación a veces provoca situaciones de riesgo para el medio ambiente y las personas.
- La acuicultura no está suficientemente representada en los Organismos de cuenca
- Riesgos sanitarios crecientes. Aparición de nuevas epizootias.
- Fuertes cánones de ocupación del terreno y de uso de aguas y otros diversos.
- En caso de no cooperar con la piscifactoría cercana, este sería un fuerte competidor ya establecido en el lugar.

# ANÁLISIS V.A.N. (VALOR ACTUAL NETO)

Por Valor Actual Neto de una inversión se entiende la suma de los valores actualizados de todos los flujos netos de caja esperados del proyecto, deducido el valor de la inversión inicial.

Como su nombre indica, trata de determinar el valor que actualmente (ahora) tiene la inversión sobre la base de los importes que se percibirán en unos plazos determinados.

Se calcula sobre los flujos de caja que generará la inversión:

- El V.A.N. es el valor monetario que resulta de restar a la inversión inicial la suma de los flujos de caja esperados, ajustados con cierta tasa de descuento. Dicho de otro modo: consiste en situar a valor presente los flujos de caja futuros que va a generar el proyecto, descontados a un cierto tipo de interés (la tasa de descuento), y compararlos con el importe inicial de la inversión.

- Es el sistema más usado y, junto al TIR, dan una idea bastante clara y fiable de la facilidad/rentabilidad del proyecto de inversión.

Los datos esenciales para calcular el V.A.N. y el T.I.R. son:

- 1º.- El **importe de la inversión**: se incluirá el valor total de la inversión o desembolso inicial

- 2º.- Conocer (calcular) el **Flujo Neto de Caja** que dicha inversión producirá (dinero neto que dicha inversión generará cada año o periodo). Este es un aspecto vital del análisis, los flujos de caja deberían ser correctamente previstos, periodificados y netos.

- 3º.- Definir adecuadamente la **Tasa de Descuento** (porcentaje que deseamos aplicar para ajustar el valor al presente). Normalmente se utiliza el coste del capital de la empresa, también se puede usar el CAPM u otro método similar para definir una tasa de corte a partir de la cual la inversión no es considerada.

**La Tasa de Descuento**

- La definición de esta tasa es esencial para el correcto cálculo del V.A.N. Es un porcentaje anual que minusvalora los flujos de caja al objeto de visualizar el valor posible de la nuestra inversión o desembolso inicial a un plazo determinado.
- Podemos visualizarla como un tipo de interés anual con el que corregiremos los flujos de caja futuros para observar si “nos sale a cuenta” dicha inversión.

- La Tasa de Descuento es una herramienta que nos servirá para introducir cualquier variable que pueda afectar al a inversión, tanto en sentido negativo como positivo: inflación, fiscalidad, riesgo, etc.
- Como se calcula
- Aunque puede aplicarse con los criterios objetivos o subjetivos que se deseen, lo habitual es que se aplique el coste del capital de la empresa o, sobre todo desde la perspectiva del inversor, se utilicen métodos de "rentabilidad exigible".

**Cálculo del Flujo Neto de Caja**

Lo fundamental es determinar los fondos netos que proporcionará la inversión

- Debe determinarse el cash flow que proporcionará la inversión: cobros menos pagos

Si se trata de un nuevo negocio serán la totalidad de los flujos de caja. Si se trata de una inversión, por ejemplo, en una nueva máquina, deberá calcularse sobre los flujos adicionales de fondos que dicha inversión reportará. Naturalmente, si dicha inversión se financia con un préstamos, el fuljo de caja deberá tener en cuenta los movimientos (pago de intereses y amortización del capital) que dicha financiación generará.

- Dichos flujos de caja deben ser netos (habiendo descontado los impuestos aplicables)
- Deben estar periodificados adecuadamente (normalmente por años).

No deben ser acumulados, deben reflejar el saldo netos del período (normalmente el año).

Como se calcula

$$VAN = -\mathrm{A} + \frac{Q1}{(1+k)^1} + \frac{Q2}{(1+k)^2} + \cdots .. + \frac{Qn}{(1+k)^n}$$

O expresado de otro modo:

[Flujo Año 1÷ (1 + tasa 1) ^1] + [Flujo Año 2÷ (1 + tasa 2) ^2] +…+ [Fn÷ (1+r) ^n] – Inversión

En definitiva, se calcula el cash flow descontado acumulado y se le resta la inversión o desembolso inicial. En este caso (es lo más habitual) la tasa será única para todos los años pero podría haber una tasa distinta para período.

En términos generales:

- Si el V.A.N es negativo la inversión debería descartarse

- Si el V.A.N. es positivo la inversión puede ser interesante

El V.A.N. es un dato muy interesante y si está bien calculado, es una valiosa referencia en el análisis de opciones de inversión y negocio. No obstante, es preciso recordar que la toma de decisiones de inversión no puede basarse en un solo dato o ratio. Un V.A.N. interesante es un buen punto de partida, pero deberá contrastarse con otros datos, análisis como la T.I.R. antes de llegar a conclusiones definitivas. Lo mismo debe decirse en el caso de que el V.A.N. sea poco atractivo.

Ventajas del V.A.N.:

- Es un modelo sencillo de llevar a la práctica
- Ofrece un valor actual fácilmente comprensible
- Es flexible y permite introducir en el criterio cualquier variable que pueda afectar a la inversión.

Desventajas del V.A.N.:

- Hay que tener especial cuidado en la determinación de la tasa de descuento
- Cuando las tasas de descuento son distintas para cada periodo el cálculo se complica notablemente.

## Cálculo del VAN de la instalación

Pasamos por tanto, a calcular el VAN de la instalación según lo explicado anteriormente. Para ello, vamos a utilizar los siguientes datos:

- Coste de la inversión: 3.707.885,84 € (2.686,095,22 € sin contar porcentajes de impuestos ni beneficios industriales)

- Flujo neto de caja: este resulta de restar a los ingresos, los egresos.

  En los ingresos, contaremos el dinero obtenido por la venta a mayorista de la producción de la instalación. Teniendo en cuenta el precio de venta del año 2015, 2,68 €/kg, y la producción estimada en 292 Tm, los ingresos anuales por venta de producción ascienden a 782.560 €.

  Entre los egresos, se consideran tres flujos negativos: el gasto en piensos, que es el mayor de los gastos de la instalación, los salarios de los trabajadores, y un porcentaje anual para gastos de mantenimiento y reposición de materiales en la explotación.
    - En lo concerniente a los gastos de pienso, se calcula un gasto anual de 419.065,3 €, contabilizando los gastos de todos los piensos para todas las fases de crecimiento de los peces.

- Respecto al gasto en salario de los trabajadores, estima este gasto en 77.605,3 €
- Por último, el gasto en mantenimiento y reposición, que estimamos en un 0,5% del coste de la instalación (sin impuestos) anual, y que resulta en 13.419,05 €

Por tanto, el flujo neto de caja queda de la siguiente manera:

Fn= 782.560 – (419.065,3 + 77.605,3 + 13.419,05) = 272.472,25 €

- En cuanto a la tasa de descuento, la fijamos en el estándar de 4,5% anual

- Finalmente, establecemos una vida útil para la instalación de 25 años (si bien, las instalaciones piscícolas pueden durar perfectamente más de 30 años)

Con todos estos datos, hallamos mediante una hoja de Excel, el VAN anual:

| Flujo de Caja | Flujo | Ingresos | Egresos | Efectivo Neto | VAN |
|---|---|---|---|---|---|
| **Año** | | | | - 3.707.885,67€ | |
| 1 | f1 | 782.560,00 € | 510087,75 | 272.472,25 € | 260.738,99 € |
| 2 | f2 | 782560 | 510087,75 | 272.472,25 € | 249.511,00 € |
| 3 | f3 | 782560 | 510087,75 | 272.472,25 € | 238.766,50 € |
| 4 | f4 | 782560 | 510087,75 | 272.472,25 € | 228.484,69 € |
| 5 | f5 | 782560 | 510087,75 | 272.472,25 € | 218.645,64 € |
| 6 | f6 | 782560 | 510087,75 | 272.472,25 € | 209.230,28 € |
| 7 | f7 | 782560 | 510087,75 | 272.472,25 € | 200.220,36 € |
| 8 | f8 | 782560 | 510087,75 | 272.472,25 € | 191.598,43 € |
| 9 | f9 | 770880 | 510087,75 | 260.792,25 € | 175.488,26 € |
| 10 | f10 | 782560 | 510087,75 | 272.472,25 € | 175.452,42 € |
| 11 | f11 | 782560 | 510087,75 | 272.472,25 € | 167.897,05 € |
| 12 | f12 | 782560 | 510087,75 | 272.472,25 € | 160.667,04 € |
| 13 | f13 | 782560 | 510087,75 | 272.472,25 € | 153.748,36 € |
| 14 | f14 | 782560 | 510087,75 | 272.472,25 € | 147.127,62 € |
| 15 | f15 | 782560 | 510087,75 | 272.472,25 € | 140.791,98 € |
| 16 | f16 | 782560 | 510087,75 | 272.472,25 € | 134.729,17 € |
| 17 | f17 | 782560 | 510087,75 | 272.472,25 € | 128.927,43 € |
| 18 | f18 | 782560 | 510087,75 | 272.472,25 € | 123.375,53 € |
| 19 | f19 | 782560 | 510087,75 | 272.472,25 € | 118.062,71 € |
| 20 | f20 | 782560 | 510087,75 | 272.472,25 € | 112.978,67 € |
| 21 | f21 | 782560 | 510087,75 | 272.472,25 € | 108.113,56 € |
| 22 | f22 | 782560 | 510087,75 | 272.472,25 € | 103.457,95 € |
| 23 | f23 | 782560 | 510087,75 | 272.472,25 € | 99.002,83 € |
| 24 | f24 | 782560 | 510087,75 | 272.472,25 € | 94.739,55 € |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 25 | f25 | 782560 | 510087,75 | 272.472,25 € | 90.659,85 € |

Ya con los VAN anuales calculados, hacemos uso de la fórmula citada anteriormente para calcular el VAN de la instalación, cuya vida útil se cifra, como se ha dicho anteriormente, en 25 años. Podemos resumir la fórmula de la siguiente manera:

VAN= Suma de los VAN anuales – coste de inversión

$$\text{VAN}=-3.707.885{,}84+\frac{272.472{,}25}{(1+0{,}045)^{1}}+\frac{272.472{,}25}{(1+0{,}045)^{2}}+\frac{272.472{,}25}{(1+0{,}045)^{3}}+..+\frac{272.472{,}25}{(1+0{,}045)^{25}}$$

**VAN= 324.360,67 €**

Que el VAN sea positivo es uno de los indicadores de la rentabilidad de esta explotación.

# ANÁLISIS T.I.R. (TASA INTERNA DE RETORNO)

Es un indicador de rentabilidad de un proyecto, la tasa (porcentaje) de rendimiento anual acumulado que genera una inversión. Su formulación busca una tasa de rendimiento interno que iguale los flujos netos de caja con la inversión inicial. Sele definirse como la tasa de descuento que iguala el V.A.N, a cero y suele presentarse como complemento al V.A.N.

Como se calcula

$$-\mathrm{A}+\frac{Q1}{(1+k)^1}+\frac{Q2}{(1+k)^2}+\cdots..+\frac{Qn}{(1+k)^n}=0$$

Dónde: A es la inversión, k es la tasa y Q los distintos flujos de fondo.

En términos generales, las inversiones más interesantes son aquellas que proporcionan mayor T.I.R.:

- Si la T.I.R. es inferior a la tasa de descuento de la empresa, la inversión debería ser desestimada
- Si la T.I.R. es superior a la tasa de descuento de la empresa, la inversión es factible

El análisis T.I.R. presenta más dificultades y es menos fiable que el V.A.N., por eso suele usarse como complementario a este.

Ventas del T.I.R.:

- Mide la rentabilidad en términos porcentuales y, en consecuencia, es un ratio fácilmente comprensible.
- Es tan flexible como el V.A.N.

Desventajas:

- Ofrece una tasa de rentabilidad igual para todo el proyecto lo que siempre es realista
- Al tratarse de la resolución de un polinomio con exponente no pueden aparecer soluciones con escaso sentido económico.

## Cálculo del TIR de la instalación

Haremos uso de los mismos datos que los utilizados para el VAN, pues ambos índices económicos se hallan con susodichos datos. Por tanto, esta vez sólo tenemos que sustituir los valores en la formula, e igualar esta a cero. De este modo, forzando el VAN a 0, obtenemos la tasa de rentabilidad del proyecto.

$$-3.707.885{,}67 + \frac{272.472{,}25}{(1+0{,}045)^1} + \frac{272.472{,}25}{(1+0{,}045)^2} + \frac{272.472{,}25}{(1+0{,}045)^3} + \ \ldots + \frac{272.472{,}25}{(1+0{,}045)^{25}} = 0$$

La tasa TIR para este proyecto es del 5,33%. Nuevamente, igual que en caso del VAN, sale una tasa mayor que 0, lo que implica que esta instalación es rentable.

**Tanto el VAN como el TIR, por tanto, avalan la rentabilidad de este proyecto.**

# REUNIONES CON AGENTES GUBERNAMENTALES Y SOCIALES

**Reuniones con personal de la Administración**

Otro de los aspectos relevantes antes de empezar las obras de la futura instalación es el entablar conversaciones con los agentes gubernamentales y sociales de la zona.

Las reuniones se llevaran a cabo con frecuencia con ciertos funcionarios de la Administración y otros actores clave en nuestro intento de determinar el nivel de apoyo al cultivo de peces propuesto. Pueden esperar recibir a medida que seguimos para recopilar la información necesaria para nuestro estudio. Pueden sernos de ayuda informándonos a que tipos de ayudas/subvenciones podemos optar con el proyecto.

Además, es importante estar siempre en contacto con estos agentes, debido a la anómala tardanza en piscicultura en recibir las autorizaciones para la actividad piscícola.

**Reuniones con los stakeholders**

Stakeholder es un término inglés utilizado por primera vez por R. E. Freeman, para referirse a «quienes son afectados o pueden ser afectados por las actividades de una empresa».

El término stakeholders también se conoce como “multistakeholders” o “constotiencies”, por la similitud que existe en los ciudadanos con respecto a los asuntos del estado. Su significado se refiere a que en las organizaciones participan diversos grupos responsables además de sus propietarios. Dichos grupos son todas las personas, organizaciones y empresas que tienen interés en una empresa u organización dada. Ejemplos de stakeholders de una compañía serían: los empleados, los clientes, los proveedores de bienes y servicios, los proveedores de capital, la comunidad, y la sociedad.

Estos grupos son los públicos interesados o el entorno interesado ("stakeholders"), que deben ser considerados como un elemento esencial en la planificación estratégica de los negocios.

En el entorno de la actividad de esta piscifactoría, los skateholders lo formarán:

- Los agricultores y ganaderos de la zona, por verse afectadas en mayor o menor medida sus explotaciones (sobre todo en lo que respecta al uso del agua).
- La población local, a la cual será importante convencer de que la piscifactoría supondrá un impulso para su localidad y de que además supondrá un impacto mínimo para su entorno.

- La empresa piscícola ya asentada en la pedanía, con la que será esencial hablar acerca de la posibilidad de proponer una marca conjunta, cooperativismo, etc. que sirva para dar un valor añadido a los productos piscícolas de la zona.

- Los posibles empleados de la granja, a los que se les deberá ofrecer un trabajo digno, en términos de un salario acorde con el trabajo y las horas de este; los medios de seguridad necesarios para que realicen sus tareas sin peligro; unas vacaciones acordes con la dureza del trabajo que llevarán a cabo; y en general, apoyo de todo tipo que necesiten para que hagan su trabajo con dedicación y de forma lo más óptima posible.

- Los accionistas y/o entidades a las que se les puede pedir un crédito. Habrá que hacer valer el proyecto, enfatizando en este caso la rentabilidad de dicho, haciendo hincapié en las fortalezas de la empresa y las oportunidades del sector de mercado que se pretende abracar.

# Bibliografía


- Asociación Empresarial de Productores de Cultivos Marinos de España (APROMAR), Asociación Española de Productores de Acuicultura Continental (ESACUA), Organización de Productores Piscicultores (OPP), 2014. *La acuicultura en España*. Fundación OESA

- http://www.magrama.gob.es/es/pesca/temas/acuicultura/produccion-de-acuicultura/default.aspx (consultada los días 11 y 12 de julio de 2015)

escuela politécnica superior de huesca

**TRABAJO DE FIN DE CARRERA DE**

**INGENRÍA AGRÓNOMA**

**TÍTULO**

# Proyecto de piscifactoría de trucha Arcoíris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

# Anejo XII - Presupuesto


| | |
|---|---|
| **AUTOR:** | **Miguel Ángel Márquez Lapuente** |
| **ENSEÑANZA:** | **Ingeniería Agrónoma** |
| **DIRECTOR:** | **Juan Escós Quílez** |
| **FECHA:** | **Octubre 2016** |

MEDICIONES ..... 3
CUADRO DE PRECIOS 1 ..... 20
CUADRO DE DESCOMPUESTOS ..... 39
PRESUPUESTO Y MEDICIONES ..... 65
RESUMEN DE PRESUPUESTO ..... 86

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD |
|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPITULO 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS** | |
| 1.000 | M2 LIMPIEZA Y DESBROCE | |
| | | 11.473,88 |
| 131 | M3 EXCAVACIÓN ZAPATAS Y ZANJAS | |
| | | 107.747,35 |
| 1.004 | M2 NIVELAC. Y COMPAC.MECÁN. SIN APORTE | |
| | | 4.370,70 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | | CANTIDAD |
|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPITULO 2 RED HORIZONTAL DE SANEAMIENTO Y ACOMETIDAS A PISCINAS** | | |
| 2.001 | MI | TUBERIA PVC 40 mm. i/SOLERA | |
| | | | 5,00 |
| 2.002 | MI | TUBERÍA PVC 75 mm.i/SOLERA | |
| | | | 39,00 |
| 2.003 | MI | TUBERÍA PVC 90 mm.i/SOLERA | |
| | | | 16,00 |
| 2.004 | MI | TUBERÍA PVC 110 mm.i/SOLERA | |
| | | | 29,00 |
| 2.005 | MI | TUBERÍA PVC 140 mm.i/SOLERA | |
| | | | 50,00 |
| 2.006 | MI | TUBERÍA PVC 160 mm.i/SOLERA | |
| | | | 600,00 |
| 2.010 | Ud | ARQUETA 38X26X71 cm TAPA FUND | |
| | | | 20,00 |
| 2.012 | Ud | ARQUETA 51X38X71 cm TAPA FUND | |
| | | | 40,00 |
| D03DA201 | Ud | ARQUETA SIFONICA 38X26X50 cm | |
| | | | 2,00 |
| UROTFS07 | Ud | FOSA SÉPTICA 1.245 L | |
| | | | 1,00 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD |
|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPITULO 3 CIMENTACIÓN** | |
| 3.001 | M3 HORMIGÓN LIMP. H-100P/20/IIa CEN | |
| | | 4.859,61 |
| D04AA0018 | Kg ACERO CORRUGADO B 400-S | |
| | | 591.908,04 |
| D04GC102 | M3 HOR.HA-25/P/20/ IIa ZAP.V.M.CENT | |
| | | 13.252,71 |
| D04PM303 | M2 SOL.H-150/20 ARM.7kg. 10cm | |
| | | 100,80 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD |
|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPITULO 4 ESTRUCTURAS DE ACERO** | |
| D05AA001 | Kg ACERO S-275 EN ESTRUCTURAS | |
| | | 21.651,37 |
| D04AK109 | Ud PLACA CIMEN. 20X20X0.9 cm.C/PERNOS | |
| | | 20,00 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD |
|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPITULO 5 CERRAMIENTOS Y TABIQUERIA** | |
| D23KN010 | M2 VALLA ALAMBRE ONDULADO A40 | |
| | | 1.139,00 |
| D07DC101 | M2 FAB.LADR PERFORADO 7cm.1/2pie | |
| | | 661,90 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD |
|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPITULO 6 CUBIERTA** | |
| D08NE101 | M2 CUB.PANEL NERV.30 (LAC+AISL+GALV) | |
| | | 751,35 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD |
|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPÍTULO 7 REVESTIMIENTOS Y PINTURAS** | |
| **7.002** | **M2 PINTURA EPOXI S/HORMIGÓN** | |
| | | 672,00 |
| **D35AM030** | **M2 PINTURA ANTIHUMEDAD** | |
| | | 597,42 |
| **D13AA210** | **M2 ENLUCIDO MORTERO FINO VERTICALES** | |
| | | 597,42 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD |
|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPÍTULO 8 FALSOS TECHOS Y AISLAMIENTOS** | |
| 10.001 | M2 FALSO TECHO ESCAY. S/PERFILERÍA | |
| | | 672,00 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD |
|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPÍTULO 9 APARATOS SANITARIOS Y MATERIAL DE VESTUARIOS** | |
| 9.001 | Ud INODORO BLANCO TANQUE BAJO | |
| | | 1,00 |
| 9.002 | Ud LAV.MERIDIAN COLOR GRIF.MONODI | |
| | | 6,00 |
| 9.003 | Ud PLATO DUCHA RINCON 75X75 BLA | |
| | | 1,00 |
| 9.004 | Ud FREGADERO ACERO 1 SENO 80X50 | |
| | | 1,00 |
| 9.005 | Ud TAQUILLAS GUARDAROPA | |
| | | 4,00 |
| 9.007 | Ud PAPELERA | |
| | | 4,00 |
| 9.008 | Ud BANCO | |
| | | 1,00 |
| 9009 | Ud SECAMANOS ELECTRICO CON CELULA | |
| | | 2,00 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD |
|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPÍTULO 10 CARPINTERIA,CERRAJERIA Y VIDRIERA** | |
| 8001 | M2 PUERTA ENTRADA LISA PINTAR | |
| | | 15,00 |
| D20CA310 | M2 PUERTA PASO LISA PINO OREGON | |
| | | 13,80 |
| D23AN605 | M2 PUERTA METALICA MOD. VERJA 2HOJA | |
| | | 13,50 |
| D24WJ7709 | M2 VENTANA MADERA PINO FIJO | |
| | | 9,36 |
| D24WAA2011 | M2 VENTANA DE ALUMINIO | |
| | | 9,18 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD |
|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPÍTULO 11 MOBILIARIO** | |
| E006 | MESA DE OFICINA | |
| | | 1,00 |
| P124010016 | SILLA DE OFICINA FAST ERGO | |
| | | 2,00 |
| P124010018 | SILLA DE OFICINA ARIAL | |
| | | 1,00 |
| E008 | SILLAS DE LABORATORIO | |
| | | 2,00 |
| E009 | MESA LABORATORIO | |
| | | 1,00 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD |
|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPÍTULO 12 RED VERTICAL DE SANEAMIENTO** | |
| **13.001** | **ML CANALÓN CHAPA+AISLAMIENTO** | |
| | | 96,00 |
| **13.002** | **ML BAJANTE PVC 80mm** | |
| | | 24,80 |
| **13.003** | **MI BAJANTE PVC 100mm** | |
| | | 24,80 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD |
|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPÍTULO 13 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA** | |
| **14004** | **Ud CONTADOR DE AGUA FRÍA** | |
| | | 1,00 |
| **14010** | **Ud LLAVE DE ESFERA 1/2"** | |
| | | 3,00 |
| **2.000** | **MI TUBERÍA PVC 16 mm.i/SOLERA** | |
| | | 82,00 |
| **900010** | **Ud CALENTADOR DE AGUA** | |
| | | 1,00 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD |
|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPÍTULO 14 INSTALACIÓN ELÉCTRICA** | |
| D27AC001 | Ud GASTOS TRAMITA.-CONTRATA/KW | |
| | | 1,00 |
| 12.001 | Ud CAJA GRAL. PROTECCIÓN 400A(TRIF) | |
| | | 1,00 |
| 12.002 | MI LÍNEA REPARTIDORA (SUB) | |
| | | 20,00 |
| 12.003 | Ud CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN | |
| | | 1,00 |
| 12.0001 | MI LINEA DISTRIBUCIÓN MONO 2X50+50 | |
| | | 175,00 |
| 12.0004 | MI LINEA DISTRIBUCIÓN MONO 2X4+4 | |
| | | 36,00 |
| 12.0006 | MI LINEA DISTRIBUCIÓN MONO 2X1.5+1.5 | |
| | | 34,40 |
| 12.000c | Ud CUADRO AUXILIAR DE ALUMBRADO | |
| | | 5,00 |
| 12.007 | MI LÍNEA DISTRIBUIDORA TRIF.3.5X01,5+1,5 | |
| | | 609,00 |
| 12.009 | MI LÍNEA DISTRIBUIDORA TRIF.3.5X2.5+2,5 | |
| | | 175,00 |
| 12.00C1 | Ud CUADRO AUXILIAR DE FUERZA | |
| | | 6,00 |
| E010 | Ud INTERRUPT. DIFERENCIAL AUTOM. MAGNETOTÉRMICO 32A 300mA | |
| | | 1,00 |
| E011 | Ud INTERRUPT. DIFERENCIAL AUTOM. MAGNETOTÉRMICO 32A II 30mA | |
| | | 1,00 |
| E012 | Ud INTERRUPT. DIFERENCIAL AUTOM. MAGNETOTÉRMICO 16A IV 300mA | |
| | | 1,00 |
| E013 | Ud INTERRUPT. DIFERENCIAL AUTOM. MAGNETOTÉRMICO 16A II 30mA | |
| | | 9,00 |
| E014 | Ud INTERRUPT. DIFERENCIAL AUTOM. MAGNETOTÉRMICO 80A IV 300mA | |
| | | 1,00 |
| E015 | Ud INTERRUPT. DIFERENCIAL AUTOM. MAGNETOTÉRMICO 63A II 30mA | |
| | | 1,00 |
| E016 | Ud P.I.A. 32A 4P | |
| | | 1,00 |
| E017 | Ud P.I.A. 32A 2P | |
| | | 1,00 |
| E018 | Ud P.I.A. 6A 4P | |
| | | 9,00 |
| E019 | Ud P.I.A. 6A 2P | |
| | | 4,00 |
| E020 | Ud P.I.A. 16 A 4P | |
| | | 1,00 |
| E021 | Ud P.I.A. 80A 4P | |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD |
|---|---|---|
| **E022** | **Ud P.I.A. 63A 2P** | |
| | | 1,00 |
| **E023** | **Ud P.I.A. 10A 4P** | |
| | | 1,00 |
| **12.016** | **MI INTERRUPTOR BJC** | |
| | | 20,00 |
| **12.017** | **Ud ENCHUFE 10/16A BJC** | |
| | | 5,00 |
| **12.019** | **Ud LUMINARIAS SUSP. FLUORESCENTE L36/11, 36W** | |
| | | 107,00 |
| **12.020** | **Ud LUMINARIAS COLGANTES EXTERIOR QPAR-38 E27 1X150W** | |
| | | 35,00 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD |
|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPÍTULO 15 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS** | |
| **17.001** | **Ud EXTINTOR POL. ABC 25 kg.EF 21A-113B** | |
| | | 4,00 |
| **17.002** | **Ud HIDRANTE** | |
| | | 1,00 |
| **D34AI010** | **Ud BOCA INCEN.EQUIP.45mm./15m** | |
| | | 1,00 |
| **D34MA010** | **Ud SEÑAL LUMINISC. EVACUAC.** | |
| | | 10,00 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD |
|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPÍTULO 16 MAQUINARIA E INSTALACIONES ESP.** | |
| 007 | UD PESADORA | |
| | | 2,00 |
| 034 | UD CARRETILLA ELEVADORA | |
| | | 1,00 |
| E005 | Ud GRÚA HORQUILLA | |
| | | 1,00 |
| 035 | UD TRANSPALETA MANUAL | |
| | | 1,00 |
| 039 | UD BALANZA DE PRECISIÓN TW6 | |
| | | 2,00 |
| 043 | Ud CLASIFICADORA DE HUEVOS | |
| | | 1,00 |
| 044 | Ud ORDENADOR | |
| | | 1,00 |
| 045 | Ud IMPRESORA | |
| | | 1,00 |
| 046 | Ud CONGELADOR DE MUESTRAS | |
| | | 1,00 |
| 047 | Ud CLASIFICADOR DE PECES | |
| | | 1,00 |
| 048 | Ud EQUIPO DISTRIBUIDOR DE ALIMENTOS | |
| | | 56,00 |
| 049 | Ud BOMBA DE AGUA | |
| | | 1,00 |
| E002 | Ud MEDIDOR PARÁMETROS DE AGUA | |
| | | 12,00 |
| E003 | Ud ELEVADORA DE PECES | |
| | | 1,00 |
| E004 | Ud HIROLIMPIADORA A PRESIÓN | |
| | | 3,00 |
| E024 | Ud INCUBADORAS CALIFORNIANAS | |
| | | 115,00 |

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPITULO 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS** | | | |
| 1.000 | M2 | **LIMPIEZA Y DESBROCE** | 3,31 |
| | | M2. Limpieza y desbroce mecánico del terreno, retirado de las zonas previstas para la edifica-ción, arboles, malezas, tocones, maderas, escombros, basuras o cualquier tipo de material exis-tente, incluso carga y transporte a vertedero. | |
| | | TRES EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS | |
| 131 | M3 | **EXCAVACIÓN ZAPATAS Y ZANJAS** | 3,63 |
| | | m3. Excavación de zapatas y zanjas para cimentación y saneamiento, en todo tipo de terreno, con medios mecánicos, incluso p/p de disposición de los medios de seguridad y protección re-glamentarios, limpieza, limpieza del lugar de trabajo, aplomado de paredes y refino de fondos de zapatas mediante medios manuales y carga y transporte de las tierras sobrantes a vertedero. | |
| | | TRES EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS | |
| 1.004 | M2 | **NIVELAC. Y COMPAC.MECÁN. SIN APORTE** | 1,73 |
| | | m3. Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 30 cm. de espesor, i/aporte de las mismas, regado y p.p. de costes indirectos. | |
| | | UN EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS | |

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPITULO 2 RED HORIZONTAL DE SANEAMIENTO Y ACOMETIDAS A PISCINAS** | | | |
| 2.001 | MI | **TUBERIA PVC 40 mm. i/SOLERA**<br>MI. Tubería de PVC sanitaria serie C, de 40 mm de diámetro interior y 3.2 mm. de espesor PN 4, unión por adhesivo, colocada sobre solera de hormigón HM-20 N/mm2, y cama de arena, i/ p.p. de piezas especiales según NTE-ISS-49, UNE 53114, ISO-DIS-3633.<br>DIECISIETE EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS | 17,23 |
| 2.002 | MI | **TUBERÍA PVC 75 mm.i/SOLERA**<br>Tubo PVC UNE-EN 1452 75mm PN 4 pegar c/Aenor de Adequa. Cumple las especificaciones de la norma UNE-EN 1452. Es necesario el uso de limpiador y de adhesivo para realizar la unión entre tubos<br>DIECINUEVE EUROS con DIEZ CÉNTIMOS | 19,10 |
| 2.003 | MI | **TUBERÍA PVC 90 mm.i/SOLERA**<br>Tubo PVC UNE-EN 1452 90mm PN 4pegar c/Aenor de Adequa. Cumple las especificaciones de la norma UNE-EN 1452. Es necesario el uso de limpiador y de adhesivo para realizar la unión entre tubos.<br>VEINTE EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS | 20,74 |
| 2.004 | MI | **TUBERÍA PVC 110 mm.i/SOLERA**<br>Tubo PVC UNE-EN 1452 110mm PN 4 pegar c/Aenor de Adequa. Cumple las especificacio-nes de la norma UNE-EN 1452. Es necesario el uso de limpiador y de adhesivo para realizar la unión entre tubos.<br>VEINTIUN EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS | 21,39 |
| 2.005 | MI | **TUBERÍA PVC 140 mm.i/SOLERA**<br>Tubo PVC UNE-EN 1452 140mm PN 4pegar c/Aenor de Adequa. Cumple las especificaciones de la norma UNE-EN 1452. Es necesario el uso de limpiador y de adhesivo para realizar la unión entre tubos.<br>VEINTICINCO EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS | 25,58 |
| 2.006 | MI | **TUBERÍA PVC 160 mm.i/SOLERA**<br>Tubo PVC UNE-EN 1452 140mm PN 4pegar c/Aenor de Adequa. Cumple las especificaciones de la norma UNE-EN 1452. Es necesario el uso de limpiador y de adhesivo para realizar la unión entre tubos.<br>VEINTISIETE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS | 27,70 |
| 2.010 | Ud | **ARQUETA 38X26X71 cm TAPA FUND**<br>Arqueta de registro de 38x26 cm.de dimensiones interiores y profundidad media de 71 cm.forma-da por solera y paredes de hormigón HA-25/p/20/IIa y 15 cm de espesor, armado con mallazo metálico electrosoldado de 150x150x5 mm.y con tapa de hierro fundido reforzado de D20 cm, con marco del mismo material recibido con hormigón a la arqueta, recreciendo de la solera con hormigón, pintado de marco y tapa con resina epoxi,etc.<br>CINCUENTA Y CUATRO EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS | 54,90 |
| 2.012 | Ud | **ARQUETA 51X38X71 cm TAPA FUND**<br>Arqueta de registro de 51x38 cm.de dimensiones interiores y profundidad media de 71 cm.forma-da por solera y paredes de hormigón HA-25/p/20/IIa y 15 cm de espesor, armado con mallazo metálico electrosoldado de 150x150x5 mm.y con tapa de hierro fundido reforzado de D20 cm, con marco del mismo material recibido con hormigón a la arqueta, recreciendo de la solera con hormigón, pintado de marco y tapa con resina epoxi,etc.<br>VEINTICUATRO EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS | 24,72 |
| D03DA201 | Ud | **ARQUETA SIFONICA 38X26X50 cm**<br>Ud. Arqueta sifónica de 38x38x50 cms. realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie de es-pesor, recibido con mortero de cemento 1/6, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormi-gón HM-20 N/mm2, tapa de hormigón armado y sifón de PVC, según NTE-ISS-52.<br>NOVENTA EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS | 90,91 |
| UROTFS07 | Ud | **FOSA SÉPTICA 1.245 L**<br>Fosa séptica de SALVADOR ESCODA. Número de usuarios 6, capacidad 1245 l, dimensiones longitud 2130 mm, Ø 850 mm y tubería 110 mm. ref. CC10202ación.<br>MIL DOSCIENTOS CINCO EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS | 1.205,67 |

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO CAPITULO 3 CIMENTACIÓN

**3.001** **M3HORMIGÓN LIMP. H-100P/20/IIa CEN** **49,84**

M3. Hormigón en masa H-100/P/20/IIa N/mm2, con tamaño máximo del árido de 20mm, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con pluma-grua, vibrado y colocación. Según EHE.

CUARENTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

**D04AA0018** **Kg** **ACERO CORRUGADO B 400-S** **1,20**

Kg. Acero corrugado B 400-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.

UN EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

**D04GC102** **M3** **HOR.HA-25/P/20/ IIa ZAP.V.M.CENT** **75,95**

M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/20/ IIa N/mm2, con tamaño máximo del árido de 20mm., elaborado en central en relleno de zapatas de cimentación, i/vertido por medios manua-les, vibrado y colocación. Según EHE.

SETENTA Y CINCO EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

**D04PM303** **M2** **SOL.H-150/20 ARM.7kg. 10cm** **70,44**

M2. Solera de 10 cm. de espesor, realizada con hormigón H-150 Kg/cm2. Tmáx. del árido 20 mm. elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con acero corrugado B-400 S con una cuantía (7 Kg/m2), p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según EH-91.

SETENTA EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPITULO 4 ESTRUCTURAS DE ACERO** | | | |
| **D05AA001** | **Kg** | **ACERO S-275 EN ESTRUCTURAS** | **1,96** |
| | | KG. Acero laminado A-42b, en perfiles para vigas, pilares y correas, unidas entre sí mediante soldadura con electrodo básico i/p.p. despuntes y dos manos de imprimación con pintura de mi-nio de plomo totalmente montado, según NTE-EAS/EAV y NBE/EA-95. | |
| | | UN EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS | |
| **D04AK109** | **Ud** | **PLACA CIMEN. 20X20X0.9 cm.C/PERNOS** | **45,97** |
| | | UD. Placa de anclaje de acero A-42b en perfíl plano en cimentación de dimensiones 20x20x0.9 cm., con cuatro patillas de redondo corrugado de 8 mm. de diámetro con longitud total de 0,3 m., roscadas, i/taladro central, angular de sujección y perno de acero, totalmente colocada. | |
| | | CUARENTA Y CINCO EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS | |

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPITULO 5 CERRAMIENTOS Y TABIQUERIA** | | | |
| **D23KN010** | **M2** | **VALLA ALAMBRE ONDULADO A40** | **13,66** |
| | | M2. Valla de alambre ondulado tipo A 40 de Teminsa ó similar recercada con tubo metálico rec-tangular de 25X25X1,5 mm. y postes intermedios cada 2 m. de tubo de 60X60X1,5 mm. ambos galvanizados por inmersión, totalmente montada, i/recibido con mortero de cemento y arena de río 1/4, tensores, grupillas y accesorios. | |
| | | TRECE EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS | |
| **D07DC101** | **M2** | **FAB.LADR PERFORADO 7cm.1/2pie** | **17,25** |
| | | M2. Fábrica de 1/2 pie de espesor de ladrillo perforado de 24x12x7 cm., sentado con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río 1/6 (M-40) para posterior terminación, i/p.p. de rotu-ras, replanteo, aplomado y nivelación según NTE-FFL y MV-201. | |
| | | DIECISIETE EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS | |

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPITULO 6 CUBIERTA** | | | |
| D08NE101 | M2 | CUB.PANEL NERV.30 (LAC+AISL+GALV) | 36,03 |

M2. Cubierta completa formada por panel de 30 mm. de espesor total conformado con doble cha-pa de acero de 0.5 mm. de espesor perfil nervado tipo de Aceralia o similar, lacado al exterior y galvanizado el interior, con relleno intermedio de espuma de poliuretano; panel anclado a la es-tructura mediante ganchos o tornillos autorroscantes, i/p.p. de tapajuntas, remates, piezas espe-ciales de cualquier tipo, medios auxiliares, según NTE/QTG-7.

TREINTA Y SEIS EUROS con TRES CÉNTIMOS

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPÍTULO 7 REVESTIMIENTOS Y PINTURAS** | | | |
| **7.002** | **M2** | **PINTURA EPOXI S/HORMIGÓN** | **17,17** |
| | | m2. Pintura plastica de resinas epoxi de Procolor o similar, dos capas sobre suelos de hormi-gón, i/lijado o limpieza, mano de imprimación especial epoxi, diluida, emplastecido de golpes con masilla especial y lijado de parches. | |
| | | DIECISIETE EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS | |
| **D35AM030** | **M2** | **PINTURA ANTIHUMEDAD** | **9,01** |
| | | M2. Pintura impermeable antihumedad Dique Procolor o similar dos manos aplicadas con rodillo, sobre paramentos verticales, color blanco para interiores. | |
| | | NUEVE EUROS con UN CÉNTIMOS | |
| **D13AA210** | **M2** | **ENLUCIDO MORTERO FINO VERTICALES** | **2,66** |
| | | M2. Enlucido de yeso fino YF de 3 mm. de espesor en superficies verticales, i/formación de rin-cones y otros remates, distribución de material en planta y costes indirectos, s/NTE/RPG-12. | |
| | | DOS EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS | |

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPÍTULO 8 FALSOS TECHOS Y AISLAMIENTOS** | | | |
| 10.001 | M2 | **FALSO TECHO ESCAY. S/PERFILERÍA** | 13,56 |
| | | m2. Falcho techo tipo desmontable de placas de escayola aligerada con panel tipo ASTRONG fi-surado de 60x60 cm. sobre perfilería semi-oculta, incluso p.p. de perfilería semi-oculta en perfil "U" o "Z", perfil angular para remates y accesorios de fijación, todo ello instalado, i/ cualquier tipo de medio auxiliar, según NTE-RTP. | |
| | | TRECE EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS | |

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO CAPÍTULO 9 APARATOS SANITARIOS Y MATERIAL DE VESTUARIOS

**9.001** **Ud** **INODORO BLANCO TANQUE BAJO** **145,75**

Ud. Inodoro de roca, modelo Gala, de tanque bajo en blanco, con asiento pintado en blanco y mecanismos, llave de escuadra 1/2" cromada, latiguillo flexible de 20 cm. empalme simple PVC de 110 mm. totalmente instalado.

CIENTO CUARENTA Y CINCO EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS

**9.002** **Ud** **LAV.MERIDIAN COLOR GRIF.MONODI** **130,39**

Ud. Lavabo de roca modelo Gala, de 65x53 cm. con pedestal en color blanco con grifería de roca Modelo Monodin cromada o similar, válvula de desagüe de 40 mm. llaves de escuadra de 1/2 ", cromada y sifón individual de PVC 40 mm. y latiguillo flexible de 20 cm. totalmente instalado.

CIENTO TREINTA EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS

**9.003** **Ud** **PLATO DUCHA RINCON 75X75 BLA** **226,95**

Ud. Plato de ducha de roca modelo Gala de rincón de 75x75 cm. en porcelana blanca, con grifería baño-ducha-teléfono de Gala modelo Monodin cromada o similar y válvula de desagüe sifonica con salida de 100 mm. totalmente insatalada.

DOSCIENTOS VEINTISEIS EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

**9.004** **Ud** **FREGADERO ACERO 1 SENO 80X50** **102,53**

Ud. Fregadero de un seno de acero inoxidable de 80x50 cm.con grifería monomando de Gala modelo Monodin para encastrar en encimera, con válvula desagüe 40 mm. sifón individual PVC 40m. llave de escuadra 1/2" cromada y latiguillo flexible 20 cm. totalmente instalado.

CIENTO DOS EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

**9.005** **Ud** **TAQUILLAS GUARDAROPA** **83,01**

Ud. Taquilla metálica para una persona "Mecalux" color, medidas 1.80x0.60x0.30 m. totalmente montada e instalada en vestuarios.

OCHENTA Y TRES EUROS con UN CÉNTIMOS

**9.007** **Ud** **PAPELERA** **3,15**

Ud. Papelera de plástico duro, color blanco, de dimensiones 20x15 cm de diámetro, con dispositivo abrir-cerrar.

TRES EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

**9.008** **Ud** **BANCO** **25,00**

Ud. Bancos de madera de dimensiones 3x0.70x0.50 m. con unión.

VEINTICINCO EUROS

**9009** **Ud** **SECAMANOS ELECTRICO CON CELULA** **162,71**

UD. Suministro e instalación de secamanos eléctrico de Mediclinics modelo A-89 o similar, con carcasa de alumnio acabado en epoxi blanco y sensor automático, incluso p.p. de conexionado eléctrico.

CIENTO SESENTA Y DOS EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPÍTULO 10 CARPINTERIA,CERRAJERIA Y VIDRIERA** | | | |
| 8001 | M2 | **PUERTA ENTRADA LISA PINTAR** | 98,45 |
| | | M2. Puerta de entrada con hoja lisa para pintar, canteada en todo su contorno, de 30 mm. de grueso, cerco de pino 70x60 mm., tapajuntas ambas caras pino macizo 70x15 mm., pernios la-tón antipalanca, cerradura "Tesa" ó similar, y mirilla óptica gran ángulo. | |
| | | NOVENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS | |
| D20CA310 | M2 | **PUERTA PASO LISA PINO OREGON** | 118,10 |
| | | M2. Puerta paso hoja lisa pino Oregón canteada 35 mm. de grueso, y cerco de 7x3,5 cm. en pi-no Oregón,fijada sobre precerco de pino de 7x3,5 cm., con tapajuntas de 7x1,5 cm.en pino Ore-gón para barnizar en su color, i/herrajes de colgar y de seguridad latonados. | |
| | | CIENTO DIECIOCHO EUROS con DIEZ CÉNTIMOS | |
| D23AN605 | M2 | **PUERTA METALICA MOD. VERJA 2HOJA** | 39,23 |
| | | M2. Puerta metálica abatible, tipo verja, formada por dos hojas y marco de tubo rectangular con pestaña de sección según dimensiones, guarnecido con rejillón electrosoldado, trama rectangular de retícula 150x50/D=5 mm, provistas con dispositivo de cierre para candado, i/ acabado con imprimación antioxidante, totalmente colocada. | |
| | | TREINTA Y NUEVE EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS | |
| D24WJ7709 | M2 | **VENTANA MADERA PINO FIJO** | 13,71 |
| | | M2 Carpinteria de madera para ventanas de dintel curvo en pino Soria 1º de 1 hoja practicable y tapajuntas 7x1.5cm de pino Valsain para barnizar, acristalamiento 4-6-4 tipo climalit, cerco, i/he-rrajes de colgar y seguridad e latón. | |
| | | TRECE EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS | |
| D24WAA2011 | M2 | **VENTANA DE ALUMINIO** | 190,75 |
| | | Ventana de aluminio corredera, ah Silver 60, 270 cm x120 cm, color estandar | |
| | | CIENTO NOVENTA EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS | |

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPÍTULO 11 MOBILIARIO** | | | |
| **E006** | | **MESA DE OFICINA** | **222,30** |
| | | Mesa de madera acabado aspecto madera, de longitud 150 cm. y anchura 50 cm, con dos cajo-nes de madera y pomos de madera | |
| | | DOSCIENTOS VEINTIDOS EUROS con TREINTA CÉNTIMOS | |
| **P124010016** | | **SILLA DE OFICINA FAST ERGO** | **77,40** |
| | | Exterior en inyección plástica de polipropileno, 100% reciclable. Respaldo en espuma flexible de poliuretano de alta densidad con forma ergonómica. Regulable en altura. Exterior de asiento en inyección plástica de polipropileno color negro, 100% reciclable. Interior en espuma flexible de poliuretano de alta densidad (dura) de 30 kg/m3 con forma ergonómica. Elevación mediante columna de gas negra. Base de nylon de 60 cm de diámetro.Ruedas dobles engomadas | |
| | | SETENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS | |
| **P124010018** | | **SILLA DE OFICINA ARIAL** | **99,90** |
| | | Silla tipo Arial con ajuste de altura, material de alta calidad, tejido transpirable. Respaldo alto y cómodo con soporte lumbar, mecanismo de inclinación ajustable al peso corporal. Homologada para uso de 4 horas/día Base de diseño aluminio cromado | |
| | | NOVENTA Y NUEVE EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS | |
| **E008** | | **SILLAS DE LABORATORIO** | **58,00** |
| | | CINCUENTA Y OCHO EUROS | |
| **E009** | | **MESA LABORATORIO** | **208,21** |
| | | Mesa metálica, con acabado blanco, de 20 cm de longitud por 50 cm de anchura. Patas de metal cromado, huecas. | |
| | | DOSCIENTOS OCHO EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS | |

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPÍTULO 12 RED VERTICAL DE SANEAMIENTO** | | | |
| 13.001 | ML | **CANALÓN CHAPA+AISLAMIENTO** | 16,11 |
| | | ml. de canalón doble formado por doble chapa galvanizada de 1 mm. de espesor y 1.500 mm. de dllo, aislamiento rígido intermedio, incluso parte proporcional de tapas, juntas y boquillas com-pletamente colocado. | |
| | | DIECISEIS EUROS con ONCE CÉNTIMOS | |
| 13.002 | ML | **BAJANTE PVC 80mm** | **16,74** |
| | | ml. tubería de PVC de 80 mm., UNE 53.114 ISO-DIS-3633 para evacuación interior de aguas pluviales, i/codos, tes y demás accesorios, totalmente instalada. | |
| | | DIECISEIS EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS | |
| 13.003 | MI | **BAJANTE PVC 100mm** | **16,74** |
| | | ml. tubería de PVC de 100 mm., UNE 53.114 ISO-DIS-3633 para evacuación interior de aguas pluviales, i/codos, tes y demás accesorios, totalmente instalada. | |
| | | DIECISEIS EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS | |

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO CAPÍTULO 13 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

**14004** **Ud** **CONTADOR DE AGUA FRÍA** **25,44**

Ud. Suministro e instalación de contador de agua fría de 3" en armario o centralizador, incluso.p. de llaves de esfera, grifo de prueba de latón de 1/2", válvula antirretorno y piezas especiales totalmente montado y en perfecto funcionamiento.

VEINTICINCO EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

**14010** **Ud** **LLAVE DE ESFERA 1/2"** **3,58**

Ud. llave de esfera de 1/2" de latón especial s/DIN 17660.

TRES EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

**2.000** **MI** **TUBERÍA PVC 16 mm.i/SOLERA** **17,16**

Tuberia de PVC de 16 mm de diametro interior, incluso lecho de hormigon y parte proporcional piezas especiales, en albañales.

DIECISIETE EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

**900010** **Ud** **CALENTADOR DE AGUA** **130,00**

Calentador de agua instantáneo de 4KW de Potencia, a 230 V, electrónico, compacto, con sistema de calentamiento por hilo para suministro de agua al lavabo y ducha. La potencia calorífica se controla elctrónicamente para ganrantizar que no sobrepasa la temperatura de salida

CIENTO TREINTA EUROS

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPÍTULO 14 INSTALACIÓN ELÉCTRICA** | | | |
| D27AC001 | Ud | GASTOS TRAMITA.-CONTRATA/KW | 41,80 |
| | | UD. Gastos tramitación contratación por Kw. con la Compañía para el suministro al edificio des-de sus redes de distribución, incluído derechos de acometida, enganche y verificación en la con-tratación de la póliza de abono. | |
| | | CUARENTA Y UN EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS | |
| 12.001 | Ud | CAJA GRAL. PROTECCIÓN 400A(TRIF) | 80,38 |
| | | Ud. Caja general de protecció de 400A incluidos bases contracircuitos y fusibles calibrados de 400A para protección de la línea repartidora situada en fachada o nicho mural. | |
| | | OCHENTA EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS | |
| 12.002 | Ml | LÍNEA REPARTIDORA (SUB) | 5,16 |
| | | Ml. Línea repartidora , subteranea, aislada 0.6/1 kv. de 3.5x120 mm2. de conductor de cobre ba-jo tubo fibrocemento, incluido tendido del conductor en su interior asi como p/p de tubo de PVC corrugado de d=13 cm. y terminales correspondientes. | |
| | | CINCO EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS | |
| 12.003 | Ud | CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN | 160,00 |
| | | Ud. Cuadro general de distribución de fuerza y alumbrado, para industrias, compuesta de mag-netotérmicos contra cortocrcuitos y sobrecargas de corte omnipolar de circuitos secundarios. Inte-rruptor diferencial de 300A, interruptores difernciales individuales y magnetotérmicos por circuito, incluso transporte, conexionado y puesta en marcha. | |
| | | CIENTO SESENTA EUROS | |
| 12.0001 | Ml | LINEA DISTRIBUCIÓN MONO 2X50+50 | 4,34 |
| | | Ml. Línea repartidora, aislada 0.6/1kv. de 2x35mm2 de conductor de cobre grapeada en pares mediante abrazaderas plastificadas y tacos de PVC de d=8mm. incluido éstos, así como termi-nales correspondientes. | |
| | | CUATRO EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS | |
| 12.0004 | Ml | LINEA DISTRIBUCIÓN MONO 2X4+4 | 10,12 |
| | | Ml. Línea repartidora, aislada 0.6/1kv. de 2x4mm2 de conductor de cobre grapeada en pares mediante abrazaderas plastificadas y tacos de PVC de d=8mm. incluido éstos, así como termi-nales correspondientes. | |
| | | DIEZ EUROS con DOCE CÉNTIMOS | |
| 12.0006 | Ml | LINEA DISTRIBUCIÓN MONO 2X1.5+1.5 | 10,12 |
| | | Ml. Línea repartidora, aislada 0.6/1kv. de 2x1.5mm2 de conductor de cobre grapeada en pares mediante abrazaderas plastificadas y tacos de PVC de d=8mm. incluido éstos, así como termi-nales correspondientes. | |
| | | DIEZ EUROS con DOCE CÉNTIMOS | |
| 12.000c | Ud | CUADRO AUXILIAR DE ALUMBRADO | 101,35 |
| | | Ud. Cuadro auxiliar de distribución ABB electrificación mínima (3Kw), formado por una caja do-ble aislamiento con puerta y de empotrar con 12 elementos, incluído regleta Omega, embarrado de protección I IGA de 25 A (I+N), interruptor diferencial de 25/2p/30m A, y dos PIAS de corte omnipolar de 10 y 15 A (I+N) respectivamente, así como puentes o "peines" de cableado, total-mente conexionado y rotulado. | |
| | | CIENTO UN EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS | |
| 12.007 | Ml | LÍNEA DISTRIBUIDORA TRIF.3.5X01,5+1,5 | 9,68 |
| | | Ml. Línea repartidora, aislada 0.6/1kv. de 3.5X0.5mm2 de conductor de cobre grapeada en pares mediante abrazaderas plastificadas y tacos de PVC de d=8mm. incluido éstos, así como termi-nales correspondientes. | |
| | | NUEVE EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS | |
| 12.009 | Ml | LÍNEA DISTRIBUIDORA TRIF.3.5X2.5+2,5 | 10,12 |
| | | Ml. Línea repartidora, aislada 0.6/1kv. de 3.5x2.5mm2 de conductor de cobre grapeada en pares mediante abrazaderas plastificadas y tacos de PVC de d=8mm. incluido éstos, así como termi-nales correspondientes. | |
| | | DIEZ EUROS con DOCE CÉNTIMOS | |
| 12.00C1 | Ud | CUADRO AUXILIAR DE FUERZA | 101,35 |
| | | Ud. Cuadro auxiliar de distribución ABB electrificación mínima (3Kw), formado por una caja do-ble aislamiento con puerta y de empotrar con 12 elementos, incluído regleta Omega, embarrado de protección I IGA de 25 A (I+N), interruptor diferencial de 25/2p/30m A, y dos PIAS de corte omnipolar de 10 y 15 A (I+N) respectivamente, así como puentes o "peines" de cableado, total-mente conexionado y rotulado. | |
| | | CIENTO UN EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS | |

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|
| E010 | Ud | **INTERRUPT. DIFERENCIAL AUTOM. MAGNETOTÉRMICO 32A 300mA** | 68,45 |
| | | Interruptor diferencial trifásico ID K 4P 32A 300 mA AC Schneider Electric Número de polos: 4 P. Corriente asignada nominal: 32A. Corriente diferencial asignada: 300 mA. Tipo de protección diferencial: AC. Tensión asignada de empleo en alterna: 230/400. Frecuencia asignada: 50 Hz. Tipo de conexión: Jaula con tornillo. | |
| | | SESENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS | |
| E011 | Ud | **INTERRUPT. DIFERENCIAL AUTOM. MAGNETOTÉRMICO 32A II 30mA** | 14,40 |
| | | Interruptor diferencial trifásico ID K 2P 32A 30 mA AC Schneider Electric Número de polos: 2 P. Corriente asignada nominal: 32A. Corriente diferencial asignada: 30 mA. Tipo de protección dife-rencial: AC. Tensión asignada de empleo en alterna: 230/400. Frecuencia asignada: 50 Hz. Tipo de conexión: Jaula con tornillo. | |
| | | CATORCE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS | |
| E012 | Ud | **INTERRUPT. DIFERENCIAL AUTOM. MAGNETOTÉRMICO 16A IV 300mA** | 52,26 |
| | | Interruptor diferencial trifásico ID K 4P 16A 300 mA AC Schneider Electric Número de polos: 4 P. Corriente asignada nominal: 16A. Corriente diferencial asignada: 300 mA. Tipo de protección diferencial: AC. Tensión asignada de empleo en alterna: 230/400. Frecuencia asignada: 50 Hz. Tipo de conexión: Jaula con tornillo. | |
| | | CINCUENTA Y DOS EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS | |
| E013 | Ud | **INTERRUPT. DIFERENCIAL AUTOM. MAGNETOTÉRMICO 16A II 30mA** | 18,15 |
| | | Interruptor diferencial trifásico ID K 2P 16A 30 mA AC Schneider Electric Número de polos: 2 P. Corriente asignada nominal: 16A. Corriente diferencial asignada: 30 mA. Tipo de protección dife-rencial: AC. Tensión asignada de empleo en alterna: 230/400. Frecuencia asignada: 50 Hz. Tipo de conexión: Jaula con tornillo. | |
| | | DIECIOCHO EUROS con QUINCE CÉNTIMOS | |
| E014 | Ud | **INTERRUPT. DIFERENCIAL AUTOM. MAGNETOTÉRMICO 80A IV 300mA** | 147,68 |
| | | Interruptor diferencial trifásico ID K 4P 80A 300 mA AC Schneider Electric Número de polos: 4 P. Corriente asignada nominal: 80A. Corriente diferencial asignada: 300 mA. Tipo de protección diferencial: AC. Tensión asignada de empleo en alterna: 230/400. Frecuencia asignada: 50 Hz. Tipo de conexión: Jaula con tornillo. | |
| | | CIENTO CUARENTA Y SIETE EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS | |
| E015 | Ud | **INTERRUPT. DIFERENCIAL AUTOM. MAGNETOTÉRMICO 63A II 30mA** | 44,43 |
| | | Interruptor diferencial trifásico ID K 2P 63A 30 mA AC Schneider Electric Número de polos: 2 P. Corriente asignada nominal: 63A. Corriente diferencial asignada: 30 mA. Tipo de protección dife-rencial: AC. Tensión asignada de empleo en alterna: 230/400. Frecuencia asignada: 50 Hz. Tipo de conexión: Jaula con tornillo. | |
| | | CUARENTA Y CUATRO EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS | |
| E016 | Ud | **P.I.A. 32A 4P** | 73,18 |
| | | Interruptor Automático PIA tetrapolar de 32A, para mando y protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Tensión de empleo: 230/400V. CA. Con curva de disparo C: el disparo magnético se produce entre 5 y 10 In. Certificado por AENOR conforme a la Norma UNE-EN 60.898. | |
| | | SETENTA Y TRES EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS | |
| E017 | Ud | **P.I.A. 32A 2P** | 27,94 |
| | | Interruptor Automático PIA bipolar de 32A, para mando y protección contra sobrecargas y corto-circuitos. Tensión de empleo: 400V. CA. Con curva de disparo C: el disparo magnético se produce entre 5 y 10 In. Certificado por AENOR conforme a la Norma UNE-EN 60.898. | |
| | | VEINTISIETE EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS | |
| E018 | Ud | **P.I.A. 6A 4P** | 15,10 |
| | | Interruptor Automático PIA tetrapolar de 6A, para mando y protección contra sobrecargas y corto-circuitos. Tensión de empleo: 230/400V. CA. Con curva de disparo C: el disparo magnético se produce entre 5 y 10 In. Certificado por AENOR conforme a la Norma UNE-EN 60.898. | |
| | | QUINCE EUROS con DIEZ CÉNTIMOS | |
| E019 | Ud | **P.I.A. 6A 2P** | 7,11 |
| | | Interruptor Automático PIA bipolar de 6A, para mando y protección contra sobrecargas y cortocir-cuitos. Tensión de empleo: 400V. CA. Con curva de disparo C: el disparo magnético se produ-ce entre 5 y 10 In. Certificado por AENOR conforme a la Norma UNE-EN 60.898. | |

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|
| E020 | Ud | **P.I.A. 16 A 4P** | 65,80 |
| | | Interruptor Automático PIA tetrapolar de 16A, para mando y protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Tensión de empleo: 230/400V. CA. Con curva de disparo C: el disparo magnético se produce entre 5 y 10 In. Certificado por AENOR conforme a la Norma UNE-EN 60.898. | |
| | | SESENTA Y CINCO EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS | |
| E021 | Ud | **P.I.A. 80A 4P** | 337,74 |
| | | Interruptor Automático PIA tetrapolar de 80A, para mando y protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Tensión de empleo: 230/440V. CA. Con curva de disparo C: el disparo magnético se produce entre 7 y 10 In. Certificado por AENOR conforme a la Norma UNE-EN 60.898. | |
| | | TRESCIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS | |
| E022 | Ud | **P.I.A. 63A 2P** | 102,94 |
| | | Interruptor Automático PIA bipolar de 63A, para mando y protección contra sobrecargas y corto-circuitos. Tensión de empleo:400V. CA. Con curva de disparo C: el disparo magnético se pro-duce entre 5 y 10 In. Certificado por AENOR conforme a la Norma UNE-EN 60.898. | |
| | | CIENTO DOS EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS | |
| E023 | Ud | **P.I.A. 10A 4P** | 65,05 |
| | | Interruptor Automático PIA tetrapolar de 10A, para mando y protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Tensión de empleo: 230/400V. CA. Con curva de disparo C: el disparo magnético se produce entre 5 y 10 In. Certificado por AENOR conforme a la Norma UNE-EN 60.898. | |
| | | SESENTA Y CINCO EUROS con CINCO CÉNTIMOS | |
| 12.016 | MI | **INTERRUPTOR BJC** | 20,88 |
| | | Ud. Punto de luz sencillo, instalado con cable V-750 de 1x1.5 mm2, bajo tubo corrugado de PVC flexible de d=13 mm. con mecanismo interruptor sencillo BJC, de la serie Ibiza, o equiva-lente, para un elemento, incluso cajas de derivación y pequeño. Totalmente enstalaso según NTE/IEB-43,48 y Reaglamento Elect´otécnico de Baja Tensión. | |
| | | VEINTE EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS | |
| 12.017 | Ud | **ENCHUFE 10/16A BJC** | 72,12 |
| | | Ud. Toma de corriente 10/16A, para enlace monofásico, instalado con cable V-750 de 1x1.5 mm2. bajo tubo corrugadode PVC flexible de d=13 mm. con mecanismo enchufe 10/16 A sencillo BJC, de la serie Ibiza Sl o equivalente, caon caja empotrada de 60mm. marco BJC serie Ibiza, o equivalente, para un elemento. Incluso cajas de derivacion y pequeños material eléctrico. Totalmente instalado según NTE/IEB-43 48, y Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. | |
| | | SETENTA Y DOS EUROS con DOCE CÉNTIMOS | |
| 12.019 | Ud | **LUMINARIAS SUSP. FLUORESCENTE L36/11, 36W** | 247,00 |
| | | Ud. Luminaria de vapor de mercurio de alta presión, suspendida en cualquier tipo d techo registrable, termoesmaltada en color blanco. Componente óptico formado por lamas de aluminio termo-esmaltado en blanco. Cableado interiormente con cable termorresistente. Incluso pequeño mate-rial de montaje. Según la NTE/IEI-9 y Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión | |
| | | DOSCIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS | |
| 12.020 | Ud | **LUMINARIAS COLGANTES EXTERIOR QPAR-38 E27 1X150W** | 223,80 |
| | | Ud. Luminaria suspendida en cualquier tipo de techo registrable, para lámparas fluorescentes de 2x65 W, de Luminlux, modelo TDL, de 5200 lumens, de longitud 1500mm y D=35mm, en chapa de acero, termoesmaltada en color blanco. Componente óptico formado por lamas de aluminio termoesmaltado en blanco. Cableado interiormente con cable termorresistente. Incluso pequeño material de montaje. Según la NTE/IEI-9 y Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. | |
| | | DOSCIENTOS VEINTITRES EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS | |

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPÍTULO 15 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS** | | | |
| 17.001 | Ud | **EXTINTOR POL. ABC 25 kg.EF 21A-113B**<br>Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado. Certifi-cado por AENOR.<br>CIENTO SESENTA Y OCHO EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS | 168,58 |
| 17.002 | Ud | **HIDRANTE**<br>Ud. Hidrante subterraneo en hierro fundido, entrada de 100mm. cierre central con dos salidas de 70mm. con tapones y cadena de sujección según normas UNE23-407, certificado por AENOR, i/cerco, tapa de hierro fundido y llave, totalmente instalada.<br>MIL QUINIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS | 1.595,59 |
| D34AI010 | Ud | **BOCA INCEN.EQUIP.45mm./15m**<br>Ud. Boca de incendios equipada BIE formada por cabina de chapa de acero de 650x500x160mm., pintada en rojo, marco en acero inoxidable con cerradura, rótulo rompase en caso de incendio, devanadera circular cromada, lanza de tres efectos con racor, válvula de 1 1/2" de latón con racor, 15m de manguera sintética de 45mm. y manómetro de 0 a 16 kg/cm2, según norma UNE 23402, certificado AENOR, totalmente instalada.<br>DOSCIENTOS NOVENTA Y UN EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS | 291,38 |
| D34MA010 | Ud | **SEÑAL LUMINISC. EVACUAC.**<br>Ud. Señal luminiscente para indicación de la evacuación (salida, salida emergencia, direcciona-les, no salida....) de 297x148mm en pvc rígido de 2mm de espesor, totalmente montada.<br>DIEZ EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS | 10,18 |

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO CAPÍTULO 16 MAQUINARIA E INSTALACIONES ESP.

**007** **UD** **PESADORA** **3.550,00**

Ud. pesadora de peces en continuo, basada en tres tolvines construidos en acero inoxidable. Cuenta con equipo electronico de pesaje universal, ajuste de la cantidad. Indicadores de parame-tros, llave de bloque de teclas, botonera impermeable, impresora alfanumérica de 24 caracteres. Cabecera de ticket de 5 lineas programable. Memorización y repetición del ultimo ticket.

TRES MIL QUINIENTOS CINCUENTA EUROS

**034** **UD** **CARRETILLA ELEVADORA** **8.650,00**

Ud. Carretilla elevadora de 3 ruedas, con capacidad de girar 360 grados. Tiene unas dimensio-nes de 2.69 x 0.988 x 1.95 m, con una capacidad nominal de 1500 kg y peso en funcionamiento en vacio de 2835 kg y elevación de 0.15m.

OCHO MIL SEISCIENTOS CINCUENTA EUROS

**E005** **Ud** **GRÚA HORQUILLA** **2.499,00**

Grúa horquillas, con equilibrado automático del peso, para transportar todos los productos paleti-zables, farbricada en acero granallado y decapado.
.Datos técnicos:
– Carga mínima 20 – 25% de la carga nominal
– Horquillas desplazables lateralmente
– Centro de gravedad de la carga 500 mm
– Longitud de horquilla 1000 mm

DOS MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS

**035** **UD** **TRANSPALETA MANUAL** **2.460,00**

Ud. Transpaleta manual de 2.69 x 0.9

DOS MIL CUATROCIENTOS SESENTA EUROS

**039** **UD** **BALANZA DE PRECISIÓN TW6** **650,00**

Ud. Balanza de precisión TW6 de alcance máx. de 3kg y resolución de 1g, con dimensiones de 0.229*0.229m y display fluorescente.

SEISCIENTOS CINCUENTA EUROS

**043** **Ud** **CLASIFICADORA DE HUEVOS** **11.455,90**

Clasificadora de huevos de peces con capacidad hasta 100.000 huevos /hora. Equipado con 4 discos de orificios de 5,5-6,5 and 8,5mm.

ONCE MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

**044** **Ud** **ORDENADOR** **455,31**

Ordenador de sbremesa Intel i-5, con sistema Windows

CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS

**045** **Ud** **IMPRESORA** **34,95**

TREINTA Y CUATRO EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

**046** **Ud** **CONGELADOR DE MUESTRAS** **455,90**

Refrigerador bajo mostrador acero inox NICD080, 60 x 60 x 85 cm. Cpacidad para 150 litros. Potencia de 200 W/0,7 A. Peso de 44 Kg. Rango de temperatura: -3ºC - +8ºC, con una puerta meciza con aislante de 3,25 cm.

CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

**047** **Ud** **CLASIFICADOR DE PECES** **9.540,00**

Clasificadoras de peces vivos de alta precisión (a partir de 0,5 g). Permiten la clasificación de peces vivos de distintas especies del modo más idóneo, sin daños en tegumento o escamas, favoreciendo la reducción del canibalismo, la homogeneidad de lotes y el crecimiento del cultivo. Diseñadas para ser acopladas a bomba de extracción de peces y contador electrónico de peces (Fichas Técnicas Nº 512 y 511). Sus cintas clasificadoras y sistema de rodillos, continuamente irrigados por agua, aseguran el paso suave de los peces por la máquina. Construidas con materiales de primera calidad, garantizando el buen estado de la máquina durante años y un mantenimiento mínimo. Incluyen un sistema especial de elevación y aporte de agua. Permiten el posicionamiento correcto de los peces durante el transporte a través de la máquina. El sistema de salida permite al operario mantener agua en el fondo de la estructura continuamente. Máquinasmuy lige-ras y fácilmente manejables.

NUEVE MIL QUINIENTOS CUARENTA EUROS

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|
| 048 | Ud | **EQUIPO DISTRIBUIDOR DE ALIMENTOS** | 300,00 |
| | | Equipo de distribución automática de alimentos, 400W, trifásico, poerado electrónicamente desde puerto remoto. Programador temproizador accionado remotamente o manulamente. Resistente a la intemperie y válido para todo tipo de piensos | |
| | | TRESCIENTOS EUROS | |
| 049 | Ud | **BOMBA DE AGUA** | 1.054,00 |
| | | Bomba de 3 KW de potencia, para elevaciñon de agua. Trifásica 230/400 V. Protección motor IP 55, aislamiento clase F. Presión máx. trabajo 8 bar. Funcionamiento contínuo. Temp. -10 a 85°C versión CEA-CA. | |
| | | MIL CINCUENTA Y CUATRO EUROS | |
| E002 | Ud | **MEDIDOR PARÁMETROS DE AGUA** | 285,00 |
| | | Medidor para medir pH, redox, salinidad, conductividad, oxígeno y temperatura / tarjeta de me-moria SD (hasta 16 GB) / valores se almacenan en formato Excel / gran pantalla / interfaz RS-232 y software opcional para la transmisión de datos en tiempo real | |
| | | DOSCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS | |
| E003 | Ud | **ELEVADORA DE PECES** | 3.125,50 |
| | | Elevadora de peces, apto para menejar truchas desde 0,5 g a 3kg. cn capacidad e elevar hasta 8 Tm/h y manjeable por un solo operario | |
| | | TRES MIL CIENTO VEINTICINCO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS | |
| E004 | Ud | **HIROLIMPIADORA A PRESIÓN** | 630,00 |
| | | Hidrolimpiadora de agua fría de uso industrial con manguera de PVC y manómetro de baño de glicerina, modelo KHL2515F, con presión maxima de 250 bar, capacidad de vertido de 900l/h y 8.500 W de potencia total | |
| | | SEISCIENTOS TREINTA EUROS | |
| E024 | Ud | **INCUBADORAS CALIFORNIANAS** | 25,95 |
| | | Incubadora tipo californiana, metálica de acero inoxidable, de 4 pisos. Diámtero de agujeros de las placas de fondo 0,1 m. | |
| | | VEINTICINCO EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS | |

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPITULO 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS** | | | | | | |
| **1.000** | | **M2** | **LIMPIEZA Y DESBROCE** | | | |
| | | | M2. Limpieza y desbroce mecánico del terreno, retirado de las zonas previstas para la edificación, arboles, malezas, tocones, maderas, escombros, basuras o cualquier tipo de material existente, incluso carga y transporte a vertedero. | | | |
| UO1AAO11 | 0,240 | Hr | Peón ordinario | 11,00 | 2,64 | |
| A03CF0051 | 0,009 | Hr | CAMIÓN BASCULANTE 5/6 Tm | 36,00 | 0,32 | |
| A03CA005 | 0,010 | Hr | CARGADORA S/NEUMATICOS C=1.30 m3 | 25,00 | 0,25 | |
| %0100000 | 3,000 | % | Costes indirectos | 3,20 | 0,10 | |
| | | | TOTAL PARTIDA ..... | | | **3,31** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **131** | | **M3** | **EXCAVACIÓN ZAPATAS Y ZANJAS** | | | |
| | | | m3. Excavación de zapatas y zanjas para cimentación y saneamiento, en todo tipo de terreno, con medios mecánicos, incluso p/p de disposición de los medios de seguridad y protección reglamentarios, limpieza, limpieza del lugar de trabajo, aplomado de paredes y refino de fondos de zapatas mediante medios manuales y carga y transporte de las tierras sobrantes a vertedero. | | | |
| UO1AAO11 | 0,240 | Hr | Peón ordinario | 11,00 | 2,64 | |
| A03CF005 | 0,012 | Hr | RETROEXCAVADORA S/NEUMÁTICA 117 CV | 33,06 | 0,40 | |
| A03CF0051 | 0,009 | Hr | CAMIÓN BASCULANTE 5/6 Tm | 36,00 | 0,32 | |
| %010000 | 8,000 | % | Costes indirectos | 3,40 | 0,27 | |
| | | | TOTAL PARTIDA ..... | | | **3,63** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1.004** | | **M2** | **NIVELAC. Y COMPAC.MECÁN. SIN APORTE** | | | |
| | | | m3. Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 30 cm. de espesor, i/aporte de las mismas, regado y p.p. de costes indirectos. | | | |
| UO4PY001 | 0,400 | m3 | AGUA | 0,60 | 0,24 | |
| A03CI010 | 0,010 | Hr | MOTONIVELADORA C/ESCARIF. 110 CV | 45,65 | 0,46 | |
| A03FB010 | 0,030 | Hr | RODILLO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO | 32,58 | 0,98 | |
| %0100000 | 3,000 | % | Costes indirectos | 1,70 | 0,05 | |
| | | | TOTAL PARTIDA ..... | | | **1,73** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|

## CAPÍTULO CAPITULO 2 RED HORIZONTAL DE SANEAMIENTO Y ACOMETIDAS A PISCINAS

**2.001** **Ml** **TUBERIA PVC 40 mm. i/SOLERA**

Ml. Tubería de PVC sanitaria serie C, de 40 mm de diámetro interior y 3.2 mm. de espesor PN 4, unión por adhesivo, colocada sobre solera de hormigón HM-20 N/mm2, y cama de arena, i/ p.p. de piezas especiales según NTE-ISS-49, UNE 53114, ISO-DIS-3633.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| U01FE033 | 1,000 | Ml | M.obra de PVC tubo s/solera | 12,00 | 12,00 |
| U05AG003 | 1,050 | Ml | Tubería PVC sanitario D=40 | 1,93 | 2,03 |
| U05AG040 | 0,012 | Kg | Pegamento PVC | 15,02 | 0,18 |
| A02AA510 | 0,030 | m3 | HORMIGÓN H-200/40 elab.obra | 60,30 | 1,81 |
| U04AA001 | 0,060 | m3 | Arena de río (0-5mm) | 11,87 | 0,71 |
| %0100000 | 3,000 | % | Costes indirectos | 16,70 | 0,50 |

TOTAL PARTIDA ..... **17,23**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISIETE EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS

**2.002** **Ml** **TUBERÍA PVC 75 mm.i/SOLERA**

Tubo PVC UNE-EN 1452 75mm PN 4 pegar c/Aenor de Adequa. Cumple las especificaciones de la norma UNE-EN 1452. Es necesario el uso de limpiador y de adhesivo para realizar la unión entre tubos

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| U01FE033 | 1,000 | Ml | M.obra de PVC tubo s/solera | 12,00 | 12,00 |
| U05AF004 | 1,000 | Ml | Tubería PVC saneamiento 75 mm PN 6 | 3,87 | 3,87 |
| U05AG040 | 0,010 | Kg | Pegamento PVC | 15,02 | 0,15 |
| A02AA510 | 0,030 | m3 | HORMIGÓN H-200/40 elab.obra | 60,30 | 1,81 |
| U04AA001 | 0,060 | m3 | Arena de río (0-5mm) | 11,87 | 0,71 |
| %0100000 | 3,000 | % | Costes indirectos | 18,50 | 0,56 |

**TOTAL PARTIDA** ..... **19,10**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECINUEVE EUROS con DIEZ CÉNTIMOS

**2.003** **Ml** **TUBERÍA PVC 90 mm.i/SOLERA**

Tubo PVC UNE-EN 1452 90mm PN 4pegar c/Aenor de Adequa. Cumple las especificaciones de la norma UNE-EN 1452. Es necesario el uso de limpiador y de adhesivo para realizar la unión entre tubos.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| U01FE033 | 1,000 | Ml | M.obra de PVC tubo s/solera | 12,00 | 12,00 |
| U05AG005 | 1,000 | Ml | Tubería PVC saneamiento 90 mm PN 6 | 5,47 | 5,47 |
| U05AG040 | 0,010 | Kg | Pegamento PVC | 15,02 | 0,15 |
| A02AA510 | 0,030 | m3 | HORMIGÓN H-200/40 elab.obra | 60,30 | 1,81 |
| U04AA001 | 0,060 | m3 | Arena de río (0-5mm) | 11,87 | 0,71 |
| %0100000 | 3,000 | % | Costes indirectos | 20,10 | 0,60 |

TOTAL PARTIDA ..... **20,74**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

**2.004** **Ml** **TUBERÍA PVC 110 mm.i/SOLERA**

Tubo PVC UNE-EN 1452 110mm PN 4 pegar c/Aenor de Adequa. Cumple las especificaciones de la norma UNE-EN 1452. Es necesario el uso de limpiador y de adhesivo para realizar la unión entre tubos.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| U01FE033 | 1,000 | Ml | M.obra de PVC tubo s/solera | 12,00 | 12,00 |
| U05AG001 | 1,000 | Ml | Tubería PVC saneamiento 110 mm. PN 6 c/Aenor | 6,10 | 6,10 |
| U05AG040 | 0,010 | Kg | Pegamento PVC | 15,02 | 0,15 |
| A02AA510 | 0,030 | m3 | HORMIGÓN H-200/40 elab.obra | 60,30 | 1,81 |
| U04AA001 | 0,060 | m3 | Arena de río (0-5mm) | 11,87 | 0,71 |
| %0100000 | 3,000 | % | Costes indirectos | 20,80 | 0,62 |

TOTAL PARTIDA ..... **21,39**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS

**2.005** **Ml** **TUBERÍA PVC 140 mm.i/SOLERA**

Tubo PVC UNE-EN 1452 140mm PN 4pegar c/Aenor de Adequa. Cumple las especificaciones de la norma UNE-EN 1452. Es necesario el uso de limpiador y de adhesivo para realizar la unión entre tubos.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| U01FE033 | 1,000 | Ml | M.obra de PVC tubo s/solera | 12,00 | 12,00 |
| U05AG006 | 1,000 | Ml | Tubería saneamiento PVC 140 mm. PN 6 c/Aenor | 10,17 | 10,17 |
| U05AG040 | 0,010 | Kg | Pegamento PVC | 15,02 | 0,15 |
| A02AA510 | 0,030 | m3 | HORMIGÓN H-200/40 elab.obra | 60,30 | 1,81 |
| U04AA001 | 0,060 | m3 | Arena de río (0-5mm) | 11,87 | 0,71 |
| %0100000 | 3,000 | % | Costes indirectos | 24,80 | 0,74 |

TOTAL PARTIDA ..... **25,58**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **2.006** | | **Ml** | **TUBERÍA PVC 160 mm.i/SOLERA** | | | |
| | | | Tubo PVC UNE-EN 1452 140mm PN 4pegar c/Aenor de Adequa. Cumple las especificaciones de la norma UNE-EN 1452. Es necesario el uso de limpiador y de adhesivo para realizar la unión entre tubos. | | | |
| U01FE033 | 1,000 | Ml | M.obra de PVC tubo s/solera | 12,00 | 12,00 | |
| U05AG007 | 1,000 | Ml | Tubería de PVC saneamiento 160 mm PN 6 c/Aenor | 12,93 | 12,93 | |
| U05AG040 | 0,010 | Kg | Pegamento PVC | 15,02 | 0,15 | |
| A02AA510 | 0,030 | m3 | HORMIGÓN H-200/40 elab.obra | 60,30 | 1,81 | |
| %0100000 | 3,000 | % | Costes indirectos | 26,90 | 0,81 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **27,70** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISIETE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **2.010** | | **Ud** | **ARQUETA 38X26X71 cm TAPA FUND** | | | |
| | | | Arqueta de registro de 38x26 cm.de dimensiones interiores y profundidad media de 71 cm.formada por solera y paredes de hormigón HA-25/p/20/lla y 15 cm de espesor, armado con mallazo metálico electrosoldado de 150x150x5 mm.y con tapa de hierro fundido reforzado de D20 cm, con marco del mismo material recibido con hormigón a la arqueta, recreciendo de la solera con hormigón, pintado de marco y tapa con resina epoxi,etc. | | | |
| u01 | 1,000 | m3 | ARENA DE TIERRA | 10,00 | 10,00 | |
| OGENO01.0003 | 1,500 | Hr | OFICIAL DE PRIMERA | 19,86 | 29,79 | |
| U01AA011 | 0,750 | Hr | Peón ordinario | 11,00 | 8,25 | |
| A02AA510 | 0,067 | m3 | HORMIGÓN H-200/40 elab.obra | 60,30 | 4,04 | |
| A01JF006 | 0,022 | M3 | MORTERO CEMENTO 1/6 M-40 | 55,45 | 1,22 | |
| %0100000 | 3,000 | % | Costes indirectos | 53,30 | 1,60 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **54,90** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y CUATRO EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **2.012** | | **Ud** | **ARQUETA 51X38X71 cm TAPA FUND** | | | |
| | | | Arqueta de registro de 51x38 cm.de dimensiones interiores y profundidad media de 71 cm.formada por solera y paredes de hormigón HA-25/p/20/lla y 15 cm de espesor, armado con mallazo metálico electrosoldado de 150x150x5 mm.y con tapa de hierro fundido reforzado de D20 cm, con marco del mismo material recibido con hormigón a la arqueta, recreciendo de la solera con hormigón, pintado de marco y tapa con resina epoxi,etc. | | | |
| U04AA001 | 1,000 | m3 | Arena de río (0-5mm) | 11,87 | 11,87 | |
| OGENO01.0003 | 0,180 | Hr | OFICIAL DE PRIMERA | 19,86 | 3,57 | |
| U01AA011 | 0,300 | Hr | Peón ordinario | 11,00 | 3,30 | |
| A02AA510 | 0,067 | m3 | HORMIGÓN H-200/40 elab.obra | 60,30 | 4,04 | |
| A01JF006 | 0,022 | M3 | MORTERO CEMENTO 1/6 M-40 | 55,45 | 1,22 | |
| %0100000 | 3,000 | % | Costes indirectos | 24,00 | 0,72 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **24,72** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICUATRO EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **D03DA201** | | **Ud** | **ARQUETA SIFONICA 38X26X50 cm** | | | |
| | | | Ud. Arqueta sifónica de 38x38x50 cms. realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento 1/6, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormigón HM-20 N/mm2, tapa de hormigón armado y sifón de PVC, según NTE-ISS-52. | | | |
| U01AA007 | 2,200 | Hr | Oficial de primera | 12,10 | 26,62 | |
| OGENO01.0003 | 2,200 | Hr | OFICIAL DE PRIMERA | 19,86 | 43,69 | |
| A02AA510 | 0,101 | m3 | HORMIGÓN H-200/40 elab.obra | 60,30 | 6,09 | |
| A01JF006 | 0,025 | M3 | MORTERO CEMENTO 1/6 M-40 | 55,45 | 1,39 | |
| A01JF002 | 0,012 | M3 | MORTERO CEMENTO 1/2 | 77,73 | 0,93 | |
| U05AG011 | 1,000 | Ud | Codo PVC 87,5° D=110 | 3,50 | 3,50 | |
| U06GD010 | 1,200 | Kg | Acero corru.elabor.y colocado | 0,63 | 0,76 | |
| U10DA001 | 48,000 | Ud | Ladrillo cerámico 24x12x7 | 0,11 | 5,28 | |
| %0100000 | 3,000 | % | Costes indirectos | 88,30 | 2,65 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **90,91** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **UROTFS07** | | **Ud** | **FOSA SÉPTICA 1.245 L** | | | |
| | | | Fosa séptica de SALVADOR ESCODA. Número de usuarios 6, capacidad 1245 l, dimensiones longitud 2130 mm, Ø 850 mm y tubería 110 mm. ref. CC10202ación. | | | |
| OGENO01.0003 | 2,500 | Hr | OFICIAL DE PRIMERA | 19,86 | 49,65 | |
| OGENO01.0006 | 2,500 | H | Peón especialzado | 17,00 | 42,50 | |
| MGENM05.0037 | 0,180 | H | Retroexcavadora neumáticos 75 CV | 29,60 | 5,33 | |
| PROT06071014 | 0,500 | M3 | Arena de río 0/6 mm | 17,27 | 8,64 | |
| PROT122010008 | 1,000 | U | Fosa séptica 1.245 L 6 usuarios | 850,10 | 850,10 | |
| PROT124010001 | 2,000 | U | Arqueta RPA 500 | 96,50 | 193,00 | |
| PGENP01.1389 | 0,800 | M3 | Hormigón HM-20/P/40/I central | 70,56 | 56,45 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **1.205,67** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL DOSCIENTOS CINCO EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPITULO 3 CIMENTACIÓN** | | | | | | |
| **3.001** | | **M3** | **HORMIGÓN LIMP. H-100P/20/IIa CEN** | | | |
| | | | M3. Hormigón en masa H-100/P/20/IIa N/mm2, con tamaño máximo del árido de 20mm, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con pluma-grua, vibrado y colocación. Según EHE. | | | |
| HL001 | 0,500 | Hr | Peón ordinario | 11,00 | 5,50 | |
| HL003 | 1,000 | m3 | Horm.H-100/P/40/IIa | 44,34 | 44,34 | |
| 010000 | 0,092 | % | Costes indirectos | 0,01 | 0,00 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **49,84** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS | | | | | | |
| **D04AA0018** | | **Kg** | **ACERO CORRUGADO B 400-S** | | | |
| | | | Kg. Acero corrugado B 400-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes. | | | |
| U01FA201 | 0,020 | H. | Oficial 1ª ferralla | 13,31 | 0,27 | |
| U01FA204 | 0,020 | H. | Ayudante ferralla | 12,74 | 0,25 | |
| U06AA001 | 0,020 | 6 | Alambre atar 1,3 mm. | 0,88 | 0,02 | |
| U06GA001 | 1,050 | Kg | Acero corrugado B 400-S | 0,62 | 0,65 | |
| P124010028 | 0,012 | % | Medios auxiliares | 1,00 | 0,01 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **1,20** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con VEINTE CÉNTIMOS | | | | | | |
| **D04GC102** | | **M3** | **HOR.HA-25/P/20/ IIa ZAP.V.M.CENT** | | | |
| | | | M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/20/ IIa N/mm2, con tamaño máximo del árido de 20mm., elaborado en central en relleno de zapatas de cimentación, i/vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según EHE. | | | |
| U01AA011 | 1,550 | Hr | Peón ordinario | 11,00 | 17,05 | |
| A02FA733 | 1,000 | M3 | HORM. HA-25/P/20/ IIa CENTRAL | 58,90 | 58,90 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **75,95** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y CINCO EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS | | | | | | |
| **D04PM303** | | **M2** | **SOL.H-150/20 ARM.7kg. 10cm** | | | |
| | | | M2. Solera de 10 cm. de espesor, realizada con hormigón H-150 Kg/cm2. Tmáx. del árido 20 mm. elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con acero corrugado B-400 S con una cuantía (7 Kg/m2), p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según EH-91. | | | |
| U01AA007 | 0,150 | Hr | Oficial de primera | 12,10 | 1,82 | |
| U01AA011 | 0,150 | Hr | Peón ordinario | 11,00 | 1,65 | |
| A02AA301 | 1,000 | M3 | HORMIGON H-150/20 elab. obra | 58,34 | 58,34 | |
| D04AA001 | 7,000 | Kg | ACERO CORRUGADO B 400-S | 0,94 | 6,58 | |
| %0100000 | 3,000 | % | Costes indirectos | 68,40 | 2,05 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **70,44** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS | | | | | | |

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPITULO 4 ESTRUCTURAS DE ACERO** | | | | | | | |
| **D05AA001** | | | **Kg** | **ACERO S-275 EN ESTRUCTURAS** | | | |
| | | | | KG. Acero laminado A-42b, en perfiles para vigas, pilares y correas, unidas entre sí mediante soldadura con electrodo básico i/p.p. despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo totalmente montado, según NTE-EAS/EAV y NBE/EA-95. | | | |
| P124010025 | | 0,020 | h | Oficial 1ª montador de estructura metálica | 18,10 | 0,36 | |
| P124010026 | | 0,010 | h | Ayudante montador de estructura metálica | 16,94 | 0,17 | |
| P124010027 | | 0,020 | h | Euipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica | 3,09 | 0,06 | |
| P124010023 | | 1,000 | Kg | Perfil de acero S275JR para aplicaciones etrsucturales | 1,22 | 1,22 | |
| P124010024 | | 0,010 | l | Imprimación de secado rapido | 4,80 | 0,05 | |
| %0300001 | | 1,860 | % | Medios auxiliares | 1,90 | 0,04 | |
| %0300002 | * | 3,000 | % | costes indirectos (s/total) | 1,90 | 0,06 | |
| | | | | TOTAL PARTIDA ..... | | | **1,96** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **D04AK109** | | | **Ud** | **PLACA CIMEN. 20X20X0.9 cm.C/PERNOS** | | | |
| | | | | UD. Placa de anclaje de acero A-42b en perfíl plano en cimentación de dimensiones 20x20x0.9 cm., con cuatro patillas de redondo corrugado de 8 mm. de diámetro con longitud total de 0,3 m., roscadas, i/taladro central, angular de sujección y perno de acero, totalmente colocada. | | | |
| U01FA201 | | 0,225 | H. | Oficial 1ª ferralla | 13,31 | 2,99 | |
| U01FA204 | | 0,425 | H. | Ayudante ferralla | 12,74 | 5,41 | |
| D04AA0018 | | 4,560 | Kg | ACERO CORRUGADO B 400-S | 1,20 | 5,47 | |
| U06OA0018 | | 24,000 | Kg | Pletina dimensiones | 0,56 | 13,44 | |
| U06JA0018 | | 1,400 | Kg | Acero laminado A-42b | 0,54 | 0,76 | |
| U06XW2058 | | 12,000 | Ud | Pernos diametro | 1,38 | 16,56 | |
| %0100000 | | 3,000 | % | Costes indirectos | 44,60 | 1,34 | |
| | | | | TOTAL PARTIDA ..... | | | **45,97** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y CINCO EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPITULO 5 CERRAMIENTOS Y TABIQUERIA** | | | | | | | |
| **D23KN010** | | | **M2** | **VALLA ALAMBRE ONDULADO A40** | | | |
| | | | | M2. Valla de alambre ondulado tipo A 40 de Teminsa ó similar recercada con tubo metálico rectangular de 25X25X1,5 mm. y postes intermedios cada 2 m. de tubo de 60X60X1,5 mm. ambos galvanizados por inmersión, totalmente montada, i/recibido con mortero de cemento y arena de río 1/4, tensores, grupillas y accesorios. | | |
| U01FX001 | | 0,300 | H. | Oficial cerrajería | 12,38 | 3,71 | |
| U01FX003 | | 0,300 | H. | Ayudante cerrajería | 11,36 | 3,41 | |
| U22XL025 | | 0,250 | Ml | Tubo metálico cuad. 60x60x1,5 | 2,27 | 0,57 | |
| U22XL003 | | 3,000 | Ml | Tubo metálico cuad. 25x25x1,5 | 0,80 | 2,40 | |
| U22KN010 | | 1,000 | M2 | Valla alambre ondul. tipo A40/17 | 2,86 | 2,86 | |
| A01JF004 | | 0,005 | M3 | MORTERO CEMENTO 1/4 M-80 | 61,73 | 0,31 | |
| %0100000 | | 3,000 | % | Costes indirectos | 13,30 | 0,40 | |
| | | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **13,66** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **D07DC101** | | | **M2** | **FAB.LADR PERFORADO 7cm.1/2pie** | | | |
| | | | | M2. Fábrica de 1/2 pie de espesor de ladrillo perforado de 24x12x7 cm., sentado con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río 1/6 (M-40) para posterior terminación, i/p.p. de roturas, replanteo, aplomado y nivelación según NTE-FFL y MV-201. | | |
| U01FL005 | | 1,000 | M2 | M.o.coloc.ladr.macizo 1/2 p. | 9,48 | 9,48 | |
| U10DA001 | | 52,000 | Ud | Ladrillo cerámico 24x12x7 | 0,11 | 5,72 | |
| A01JF006 | | 0,028 | M3 | MORTERO CEMENTO 1/6 M-40 | 55,45 | 1,55 | |
| %0300002 | * | 3,000 | % | costes indirectos (s/total) | 16,80 | 0,50 | |
| | | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **17,25** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISIETE EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPITULO 6 CUBIERTA** | | | | | | |
| **D08NE101** | | **M2** | **CUB.PANEL NERV.30 (LAC+AISL+GALV)** | | | |
| | | | M2. Cubierta completa formada por panel de 30 mm. de espesor total conformado con doble chapa de acero de 0.5 mm. de espesor perfil nervado tipo de Aceralia o similar, lacado al exterior y galvanizado el interior, con relleno intermedio de espuma de poliuretano; panel anclado a la estructura mediante ganchos o tornillos autorroscantes, i/p.p. de tapajuntas, remates, piezas especiales de cualquier tipo, medios auxiliares, según NTE/QTG-7. | | | |
| U01FO343 | 1,000 | M2 | M.o.coloc.cub.panel ch+aisl+ch | 3,55 | 3,55 | |
| U12NI030 | 1,010 | M2 | Panel lac/galv. 30mm Aceralia T. | 28,16 | 28,44 | |
| U12CZ015 | 2,500 | Ud | Torn.autorrosc.corr.met y mad. | 0,15 | 0,38 | |
| U12NC520 | 0,400 | Ml | Remat.prel. 0,7mm desar=333mm | 3,28 | 1,31 | |
| U12NC540 | 0,200 | Ml | Remat.prel. 0,7mm desar=666mm | 6,52 | 1,30 | |
| %0400006 | 3,000 | % | Costes indirectos...(s/total) | 35,00 | 1,05 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **36,03** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y SEIS EUROS con TRES CÉNTIMOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPÍTULO 7 REVESTIMIENTOS Y PINTURAS** | | | | | | |
| **7.002** | | **M2** | **PINTURA EPOXI S/HORMIGÓN** | | | |
| | | | m2. Pintura plastica de resinas epoxi de Procolor o similar, dos capas sobre suelos de hormigón, i/lijado o limpieza, mano de imprimación especial epoxi, diluida, emplastecido de golpes con masilla especial y lijado de parches. | | | |
| U01AA012 | 0,360 | Hr | Oficial de primera pintor | 15,00 | 5,40 | |
| U01AA013 | 0,360 | Hr | Ayudante de pintor | 10,80 | 3,89 | |
| U04AA002 | 0,250 | Lt | Imprimación esmalte Epoxi | 3,17 | 0,79 | |
| U04AA003 | 0,250 | Lt | Pasta endurecida | 6,27 | 1,57 | |
| U04AA004 | 0,550 | Lt | Esmalte Epoxi blanco | 9,12 | 5,02 | |
| %0100000 | 3,000 | % | Costes indirectos | 16,70 | 0,50 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **17,17** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISIETE EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS | | | | | | |
| **D35AM030** | | **M2** | **PINTURA ANTIHUMEDAD** | | | |
| | | | M2. Pintura impermeable antihumedad Dique Procolor o similar dos manos aplicadas con rodillo, sobre paramentos verticales, color blanco para interiores. | | | |
| U01FZ101 | 0,100 | H. | Oficial 1ª pintor | 15,03 | 1,50 | |
| U01FZ105 | 0,100 | H. | Ayudante pintor | 10,82 | 1,08 | |
| U36KC030 | 0,300 | Kg | Emulsión acrílica | 6,35 | 1,91 | |
| U36KC020 | 0,550 | Kg | Pintura antihumedad dique | 7,74 | 4,26 | |
| %0200001 | 3,000 | % | Costes indirectos...(s/total) | 8,80 | 0,26 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **9,01** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con UN CÉNTIMOS | | | | | | |
| **D13AA210** | | **M2** | **ENLUCIDO MORTERO FINO VERTICALES** | | | |
| | | | M2. Enlucido de yeso fino YF de 3 mm. de espesor en superficies verticales, i/formación de rincones y otros remates, distribución de material en planta y costes indirectos, s/NTE/RPG-12. | | | |
| U01AA011 | 0,050 | Hr | Peón ordinario | 11,00 | 0,55 | |
| U01FQ002 | 1,000 | M2 | Mano obra enlucido yeso P.V. | 1,80 | 1,80 | |
| A01EF001 | 0,003 | M3 | PASTA DE YESO BLANCO | 75,98 | 0,23 | |
| %0300002 * | 3,000 | % | costes indirectos (s/total) | 2,60 | 0,08 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **2,66** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS | | | | | | |

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPÍTULO 8 FALSOS TECHOS Y AISLAMIENTOS** | | | | | | |
| **10.001** | | **M2** | **FALSO TECHO ESCAY. S/PERFILERÍA** | | | |
| | | | m2. Falcho techo tipo desmontable de placas de escayola aligerada con panel tipo ASTRONG fisurado de 60x60 cm. sobre perfilería semi-oculta, incluso p.p. de perfilería semi-oculta en perfil "U" o "Z", perfil angular para remates y accesorios de fijación, todo ello instalado, i/ cualquier tipo de medio auxiliar, según NTE-RTP. | | | |
| U05AG041 | 1,050 | m2 | Placa pladur N-13 mm | 4,06 | 4,26 | |
| U05AG042 | 1,000 | Ud | Pieza de suspension | 0,11 | 0,11 | |
| U01AA014 | 0,180 | Hr | Cuadrilla A | 29,06 | 5,23 | |
| U01FT034 | 1,600 | ml | Perfilería v. blanca estándar | 0,78 | 1,25 | |
| U01FT035 | 1,600 | ml | Perfilería oculta"U" o "Z" | 1,25 | 2,00 | |
| U01FT036 | 0,600 | ml | Perfil ang. 24x24 mm. remates | 0,89 | 0,53 | |
| 0100000 | 3,000 | % | Costes indirectos | 0,06 | 0,18 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA .....** | | | **13,56** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|

## CAPÍTULO CAPÍTULO 9 APARATOS SANITARIOS Y MATERIAL DE VESTUARIOS

**9.001** **Ud** **INODORO BLANCO TANQUE BAJO**

Ud. Inodoro de roca, modelo Gala, de tanque bajo en blanco, con asiento pintado en blanco y mecanismos, llave de escuadra 1/2" cromada, latiguillo flexible de 20 cm. empalme simple PVC de 110 mm. totalmente instalado.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| U01AA040 | 1,500 | Hr | Oficial 1º fontanero | 13,01 | 19,52 |
| U01IB040 | 1,000 | Ud | Llave de escuadra 1/2" cromada | 2,05 | 2,05 |
| U01IB041 | 1,000 | Ud | Latiguillo flexible 20 cm. | 0,36 | 0,36 |
| U01IB043 | 0,700 | Ml | Tub.PVC evac. 40 mmUNE53114 | 3,37 | 2,36 |
| %000006 | 6,000 | % | Costes indirectos | 24,30 | 1,46 |
| U01IB044 | 1,000 | Ud | Inodoro blanco | 120,00 | 120,00 |

**TOTAL PARTIDA** ..... **145,75**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y CINCO EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS

**9.002** **Ud** **LAV.MERIDIAN COLOR GRIF.MONODI**

Ud. Lavabo de roca modelo Gala, de 65x53 cm. con pedestal en color blanco con grifería de roca Modelo Monodin cromada o similar, válvula de desagüe de 40 mm. llaves de escuadra de 1/2 ", cromada y sifón individual de PVC 40 mm. y latiguillo flexible de 20 cm. totalmente instalado.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| U01AA040 | 1,200 | Hr | Oficial 1º fontanero | 13,01 | 15,61 |
| U01IB041 | 1,000 | Ud | Latiguillo flexible 20 cm. | 0,36 | 0,36 |
| U01LM042 | 1,000 | Ud | Llave de escuadra 1/2" cromada | 2,05 | 2,05 |
| U01LM043 | 1,000 | Ud | Florón cadenilla tapón | 2,15 | 2,15 |
| %000006 | 6,000 | % | Costes indirectos | 20,20 | 1,21 |
| U01LM044 | 1,000 | Ud | Lavabo, meridian. | 109,01 | 109,01 |

**TOTAL PARTIDA** ..... **130,39**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS

**9.003** **Ud** **PLATO DUCHA RINCON 75X75 BLA**

Ud. Plato de ducha de roca modelo Gala de rincón de 75x75 cm. en porcelana blanca, con grifería baño-ducha-teléfono de Gala modelo Monodin cromada o similar y válvula de desagüe sifonica con salida de 100 mm. totalmente insatalada.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| U01AA040 | 1,000 | Hr | Oficial 1º fontanero | 13,01 | 13,01 |
| U01PD041 | 1,000 | Ud | Plato ducha rincón 0.75 blan. | 148,17 | 148,17 |
| U01PD042 | 1,000 | Ud | Mezclador baño-ducha Monodin cr. | 52,92 | 52,92 |
| %000006 | 6,000 | % | Costes indirectos | 214,10 | 12,85 |

**TOTAL PARTIDA** ..... **226,95**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS VEINTISEIS EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

**9.004** **Ud** **FREGADERO ACERO 1 SENO 80X50**

Ud. Fregadero de un seno de acero inoxidable de 80x50 cm.con grifería monomando de Gala modelo Monodin para encastrar en encimera, con válvula desagüe 40 mm. sifón individual PVC 40m. llave de escuadra 1/2" cromada y latiguillo flexible 20 cm. totalmente instalado.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| U01AA040 | 1,500 | Hr | Oficial 1º fontanero | 13,01 | 19,52 |
| U01FA041 | 1,000 | Ud | Llave de escuadra 1/2" cr. | 2,05 | 2,05 |
| U01FA042 | 2,000 | Ud | Latiguillo flexible 20 cm. | 2,76 | 5,52 |
| U01FA043 | 2,000 | Ud | Valv.recta freg.acero 1seno | 3,26 | 6,52 |
| U01FA044 | 1,000 | Ud | Sifón tubular s/vert. | 3,01 | 3,01 |
| %000006 | 6,000 | % | Costes indirectos | 36,60 | 2,20 |
| U01FA04 | 1,000 | Ud | Fregadero acero | 63,71 | 63,71 |

**TOTAL PARTIDA** ..... **102,53**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO DOS EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

**9.005** **Ud** **TAQUILLAS GUARDAROPA**

Ud. Taquilla metálica para una persona "Mecalux" color, medidas 1.80x0.60x0.30 m. totalmente montada e instalada en vestuarios.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| U01TG040 | 0,400 | Hr | Ayudante | 0,07 | 0,03 |
| U01TG041 | 0,400 | Hr | Peón ordinario | 0,07 | 0,03 |
| %000006 | 6,000 | % | Costes indirectos | 0,10 | 0,01 |
| U01TG042 | 1,000 | Ud | Taquilla metal | 82,94 | 82,94 |

**TOTAL PARTIDA** ..... **83,01**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y TRES EUROS con UN CÉNTIMOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **9.007** | | **Ud** | **PAPELERA** | | | |
| | | | Ud. Papelera de plástico duro, color blanco, de dimensiones 20x15 cm de diámetro, con dispositivo abrir-cerrar. | | | |
| U01PP040 | 1,000 | Ud | Papelera | 3,15 | 3,15 | |
| | | | TOTAL PARTIDA ..... | | | **3,15** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **9.008** | | **Ud** | **BANCO** | | | |
| | | | Ud. Bancos de madera de dimensiones 3x0.70x0.50 m. con unión. | | | |
| U01BB040 | 1,000 | Ud | Banco madera 2m x1m | 25,00 | 25,00 | |
| | | | TOTAL PARTIDA ..... | | | **25,00** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO EUROS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **9009** | | **Ud** | **SECAMANOS ELECTRICO CON CELULA** | | | |
| | | | UD. Suministro e instalación de secamanos eléctrico de Mediclinics modelo A-89 o similar, con carcasa de aluminio acabado en epoxi blanco y sensor automático, incluso p.p. de conexionado eléctrico. | | | |
| U01FY105 | 0,500 | H. | Oficial 1ª fontanero | 13,01 | 6,51 | |
| U27XA130 | 1,000 | Ud | Secamanos sensor Mediclinics A-89 | 151,46 | 151,46 | |
| %0100000 | 3,000 | % | Costes indirectos | 158,00 | 4,74 | |
| | | | TOTAL PARTIDA ..... | | | **162,71** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y DOS EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPÍTULO 10 CARPINTERIA,CERRAJERIA Y VIDRIERA** | | | | | | |
| **8001** | | **M2** | **PUERTA ENTRADA LISA PINTAR** | | | |
| | | | M2. Puerta de entrada con hoja lisa para pintar, canteada en todo su contorno, de 30 mm. de grueso, cerco de pino 70x60 mm., tapajuntas ambas caras pino macizo 70x15 mm., pernios latón antipalanca, cerradura "Tesa" ó similar, y mirilla óptica gran ángulo. | | | |
| U01FV001 | 1,000 H. | | Equip.montaje carp.(of.+ay.) | 30,05 | 30,05 | |
| U19AD020 | 0,520 Ud | | Cerco p. pais 210x95/7x6 cm. | 15,33 | 7,97 | |
| U19DA010 | 0,520 Ud | | Puerta entr.pino 2ª canteado | 56,88 | 29,58 | |
| U19QA010 | 6,000 Ml | | Tapajuntas pino pintar 70x15 | 1,02 | 6,12 | |
| U19XG010 | 0,520 Ud | | Cerradura p. entrada "Tesa" | 13,82 | 7,19 | |
| U19XE010 | 0,520 Ud | | Tirador p.entrada latón c/esc | 13,22 | 6,87 | |
| U19XG710 | 0,520 Ud | | Mirilla óptica latón gran ang | 6,61 | 3,44 | |
| U19XI275 | 2,000 Ud | | Pern.latonado antipalan. 14cm | 2,03 | 4,06 | |
| U19XK610 | 6,000 Ud | | Tornillo latón 21/35 mm. | 0,05 | 0,30 | |
| %0100000 | 3,000 % | | Costes indirectos | 95,60 | 2,87 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **98,45** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

| **D20CA310** | | **M2** | **PUERTA PASO LISA PINO OREGON** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | M2. Puerta paso hoja lisa pino Oregón canteada 35 mm. de grueso, y cerco de 7x3,5 cm. en pino Oregón,fijada sobre precerco de pino de 7x3,5 cm., con tapajuntas de 7x1,5 cm.en pino Oregón para barnizar en su color, i/herrajes de colgar y de seguridad latonados. | | | |
| U01FV001 | 0,900 H. | | Equip.montaje carp.(of.+ay.) | 30,05 | 27,05 | |
| U19AA025 | 0,400 Ud | | Precerco pino 2ª d.h. 7x3,5cm | 12,29 | 4,92 | |
| U19AM505 | 2,710 Ml | | Cerco pino Oregón 7x3,5 cm. | 7,21 | 19,54 | |
| U19IA310 | 0,560 Ud | | Puert.paso lisa p.Oregón 35mm | 59,50 | 33,32 | |
| U19QA310 | 5,650 Ml | | Tapajuntas pino Oregón 70x15 | 3,79 | 21,41 | |
| U19XA010 | 0,560 Ud | | Pomo puer.paso latón c/resb.TESA | 11,99 | 6,71 | |
| U19XI210 | 1,800 Ud | | Pernio latón 10 cm. | 0,81 | 1,46 | |
| U19XK610 | 5,000 Ud | | Tornillo latón 21/35 mm. | 0,05 | 0,25 | |
| %0100000 | 3,000 % | | Costes indirectos | 114,70 | 3,44 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **118,10** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO DIECIOCHO EUROS con DIEZ CÉNTIMOS

| **D23AN605** | | **M2** | **PUERTA METALICA MOD. VERJA 2HOJA** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | M2. Puerta metálica abatible, tipo verja, formada por dos hojas y marco de tubo rectangular con pestaña de sección según dimensiones, guarnecido con rejillón electrosoldado, trama rectangular de retícula 150x50/D=5 mm, provistas con dispositivo de cierre para candado, i/ acabado con imprimación antioxidante, totalmente colocada. | | | |
| U01FX001 | 0,150 H. | | Oficial cerrajería | 12,38 | 1,86 | |
| U01FX003 | 0,150 H. | | Ayudante cerrajería | 11,36 | 1,70 | |
| U22SA970 | 1,000 M2 | | Puer.metá,abat.mod Verja 2 Hojas | 34,53 | 34,53 | |
| %0100000 | 3,000 % | | Costes indirectos | 38,10 | 1,14 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **39,23** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y NUEVE EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS

| **D24WJ7709** | | **M2** | **VENTANA MADERA PINO FIJO** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | M2 Carpinteria de madera para ventanas de dintel curvo en pino Soria 1º de 1 hoja practicable y tapajuntas 7x1.5cm de pino Valsain para barnizar, acristalamiento 4-6-4 tipo climalit, cerco, i/herrajes de colgar y seguridad e latón. | | | |
| D2411Q1 | 0,540 Hr | | EQUIPO MONTAJE CARP. (OF.+AY.) | 15,00 | 8,10 | |
| D2411Q2 | 1,000 M2 | | CARP.P.SORIA 1ª VENT/BLAC.40 | 3,50 | 3,50 | |
| D2411Q3 | 3,400 ML | | TAPAJUNTAS PINO VALSAIN 70X15 | 0,60 | 2,04 | |
| D2411Q4 | 0,700 Ud | | CREMONA "BOLS" LATÓN VENT/BAL | 0,10 | 0,07 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **13,71** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **D24WAA2011** | | **M2** | **VENTANA DE ALUMINIO** | | | |
| | | | Ventana de aluminio corredera, ah Silver 60, 270 cm x120 cm, color estandar | | | |
| PALG009 | 132,910 | U | Ventana aluminio corredera 2H SILVER-76 | 1,00 | 132,91 | |
| PGENP12.0052 | 7,400 | U | Premarco aluminio | 6,31 | 46,69 | |
| OGENO01.0033 | 0,400 | h | Oficial 1ª cerrajero | 18,96 | 7,58 | |
| OGENO01.0034 | 0,200 | h | Ayudante cerrajero | 17,83 | 3,57 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **190,75** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NOVENTA EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPÍTULO 11 MOBILIARIO** | | | | | | |
| **E006** | | | **MESA DE OFICINA** | | | |
| | | | Mesa de madera acabado aspecto madera, de longitud 150 cm. y anchura 50 cm, con dos cajones de madera y pomos de madera | | | |
| P124010015 | 1,000 | | Mesa de madera acabado aspecto madera | 222,30 | 222,30 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **222,30** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS VEINTIDOS EUROS con TREINTA CÉNTIMOS | | | | | | |
| **P124010016** | | | **SILLA DE OFICINA FAST ERGO** | | | |
| | | | Exterior en inyección plástica de polipropileno, 100% reciclable. Respaldo en espuma flexible de poliuretano de alta densidad con forma ergonómica. Regulable en altura. Exterior de asiento en inyección plástica de polipropileno color negro, 100% reciclable. Interior en espuma flexible de poliuretano de alta densidad (dura) de 30 kg/m3 con forma ergonómica. Elevación mediante columna de gas negra. Base de nylon de 60 cm de diámetro.Ruedas dobles engomadas | | | |
| P124010020 | 1,000 | | SILLA DE OFICINA FAST ERGO | 77,40 | 77,40 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **77,40** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS | | | | | | |
| **P124010018** | | | **SILLA DE OFICINA ARIAL** | | | |
| | | | Silla tipo Arial con ajuste de altura, material de alta calidad, tejido transpirable. Respaldo alto y cómodo con soporte lumbar, mecanismo de inclinación ajustable al peso corporal. Homologada para uso de 4 horas/día Base de diseño aluminio cromado | | | |
| P124010019 | 1,000 | | SILLA DE OFICINA ARIAL | 99,90 | 99,90 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **99,90** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y NUEVE EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS | | | | | | |
| **E008** | | | **SILLAS DE LABORATORIO** | | | |
| P124010017 | 1,000 | | TABURETE SIN RESPALDO, ALTURA REGULABLE | 58,00 | 58,00 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **58,00** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y OCHO EUROS | | | | | | |
| **E009** | | | **MESA LABORATORIO** | | | |
| | | | Mesa metálica, con acabado blanco, de 20 cm de longitud por 50 cm de anchura. Patas de metal cromado, huecas. | | | |
| P124010022 | 1,000 | | Mesa de trabajao acero inox | 208,21 | 208,21 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **208,21** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS OCHO EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS | | | | | | |

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPÍTULO 12 RED VERTICAL DE SANEAMIENTO** | | | | | | | |
| **13.001** | | | **ML** | **CANALÓN CHAPA+AISLAMIENTO** | | | |
| | | | | ml. de canalón doble formado por doble chapa galvanizada de 1 mm. de espesor y 1.500 mm. de dllo, aislamiento rígido intermedio, incluso parte proporcional de tapas, juntas y boquillas completamente colocado. | | | |
| O08 | | 0,260 | Hr | OFICIAL SEGUNDA | 12,00 | 3,12 | |
| O10 | | 0,260 | Hr | PEÓN ESPECIALIZADO | 10,62 | 2,76 | |
| UC001 | | 1,040 | ML | CANAL CHAPA GALV.+AISL. 1.500 mm | 9,35 | 9,72 | |
| UC002 | | 2,100 | UD | soport,c/tirant.prel.p/c.red | 0,02 | 0,04 | |
| %0300002 | * | 3,000 | % | costes indirectos (s/total) | 15,60 | 0,47 | |
| | | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **16,11** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con ONCE CÉNTIMOS | | | | | | | |
| **13.002** | | | **ML** | **BAJANTE PVC 80mm** | | | |
| | | | | ml. tubería de PVC de 80 mm., UNE 53.114 ISO-DIS-3633 para evacuación interior de aguas pluviales, i/codos, tes y demás accesorios, totalmente instalada. | | | |
| O005 | | 0,300 | Hr | Oficial 1ª fontanero | 13,00 | 3,90 | |
| OA005 | | 0,300 | Hr | Ayudante fontanero | 11,00 | 3,30 | |
| U25AA006 | | 1,000 | ml | Tub.PVC evac. 80mm UNE 53114 | 5,40 | 5,40 | |
| U25DA006 | | 0,500 | Ud | codo-87 m-h PVC evac.80 mm | 2,85 | 1,43 | |
| U25DD006 | | 0,200 | Ud | Empalme simple PVC evac. 80 mm | 3,21 | 0,64 | |
| U25XH007 | | 0,500 | Ud | Sujección bajantes PVC 80mm | 0,75 | 0,38 | |
| U25XP001 | | 0,200 | Kg | Pegamento para PVC | 5,98 | 1,20 | |
| %0100000 | | 3,000 | % | Costes indirectos | 16,30 | 0,49 | |
| | | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **16,74** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS | | | | | | | |
| **13.003** | | | **MI** | **BAJANTE PVC 100mm** | | | |
| | | | | ml. tubería de PVC de 100 mm., UNE 53.114 ISO-DIS-3633 para evacuación interior de aguas pluviales, i/codos, tes y demás accesorios, totalmente instalada. | | | |
| O005 | | 0,300 | Hr | Oficial 1ª fontanero | 13,00 | 3,90 | |
| OA005 | | 0,300 | Hr | Ayudante fontanero | 11,00 | 3,30 | |
| U25AA006 | | 1,000 | ml | Tub.PVC evac. 80mm UNE 53114 | 5,40 | 5,40 | |
| U25DA006 | | 0,500 | Ud | codo-87 m-h PVC evac.80 mm | 2,85 | 1,43 | |
| U25DD006 | | 0,200 | Ud | Empalme simple PVC evac. 80 mm | 3,21 | 0,64 | |
| U25XH007 | | 0,500 | Ud | Sujección bajantes PVC 80mm | 0,75 | 0,38 | |
| U25XP001 | | 0,200 | Kg | Pegamento para PVC | 5,98 | 1,20 | |
| %0100000 | | 3,000 | % | Costes indirectos | 16,30 | 0,49 | |
| | | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **16,74** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS | | | | | | | |

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPÍTULO 13 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA** | | | | | | |
| **14004** | | **Ud** | **CONTADOR DE AGUA FRÍA** | | | |
| | | | Ud. Suministro e instalación de contador de agua fría de 3" en armario o centralizador, inclusop.p. de llaves de esfera, grifo de prueba de latón de 1/2", válvula antirretorno y piezas especiales totalmente montado y en perfecto funcionamiento. | | | |
| CAF001 | 1,700 | Hr | Oficial 1º fontanero | 0,08 | 0,14 | |
| CAF002 | 1,000 | Hr | Ayudante fontanero | 0,07 | 0,07 | |
| CAF003 | 1,000 | Ud | contador de agua de 3" | 7,85 | 7,85 | |
| CAF004 | 2,000 | Ud | Llave de esfera 3" | 3,20 | 6,40 | |
| CAF005 | 1,000 | Ud | Válvula antiretorno 3" | 0,56 | 0,56 | |
| CA006 | 1,000 | Ud | Gifo manguera esfera 1/2" | 9,68 | 9,68 | |
| %0100000 | 3,000 | % | Costes indirectos | 24,70 | 0,74 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **25,44** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS | | | | | | |
| **14010** | | **Ud** | **LLAVE DE ESFERA 1/2"** | | | |
| | | | Ud. llave de esfera de 1/2" de latón especial s/DIN 17660. | | | |
| LLE001 | 0,150 | Hr | Oficial 1º fontanero | 0,08 | 0,01 | |
| LLE002 | 0,150 | Hr | Ayudante | 0,07 | 0,01 | |
| LLE003 | 1,000 | Ud | Llave de esfera | 3,56 | 3,56 | |
| | | | TOTAL PARTIDA ..... | | | **3,58** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS | | | | | | |
| **2.000** | | **Ml** | **TUBERÍA PVC 16 mm.i/SOLERA** | | | |
| | | | Tuberia de PVC de 16 mm de diametro interior, incluso lecho de hormigon y parte proporcional piezas especiales, en albañales. | | | |
| U01FE033 | 1,000 | Ml | M.obra de PVC tubo s/solera | 12,00 | 12,00 | |
| U05AG002 | 1,000 | Ml | Tubería PVC saneamiento 16 mm PN 6 | 1,99 | 1,99 | |
| U05AG040 | 0,010 | Kg | Pegamento PVC | 15,02 | 0,15 | |
| A02AA510 | 0,030 | m3 | HORMIGÓN H-200/40 elab.obra | 60,30 | 1,81 | |
| U04AA001 | 0,060 | m3 | Arena de río (0-5mm) | 11,87 | 0,71 | |
| %0100000 | 3,000 | % | Costes indirectos | 16,70 | 0,50 | |
| | | | TOTAL PARTIDA ..... | | | **17,16** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISIETE EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS | | | | | | |
| **900010** | | **Ud** | **CALENTADOR DE AGUA** | | | |
| | | | Calentador de agua instantáneo de 4KW de Potencia, a 230 V, electrónico, compacto, con sistema de calentamiento por hilo para suministro de agua al lavabo y ducha. La potencia calorífica se controla elctrónicamente para garantizar que no sobrepasa la temperatura de salida | | | |
| 9000031 | 1,000 | 1 | Calentador MDH 4 KW | 130,00 | 130,00 | |
| | | | TOTAL PARTIDA ..... | | | **130,00** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA EUROS | | | | | | |

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPÍTULO 14 INSTALACIÓN ELÉCTRICA** | | | | | | |
| **D27AC001** | | **Ud** | **GASTOS TRAMITA.-CONTRATA/KW** | | | |
| | | | UD. Gastos tramitación contratación por Kw. con la Compañía para el suministro al edificio desde sus redes de distribución, incluído derechos de acometida, enganche y verificación en la contratación de la póliza de abono. | | | |
| U30AC010 | 1,000 | Ud | Tramita.-contrata.electri/Kw | 40,58 | 40,58 | |
| %0200001 | 3,000 | % | Costes indirectos...(s/total) | 40,60 | 1,22 | |
| | | | TOTAL PARTIDA ..... | | | **41,80** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y UN EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS | | | | | | |
| **12.001** | | **Ud** | **CAJA GRAL. PROTECCIÓN 400A(TRIF)** | | | |
| | | | Ud. Caja general de protecció de 400A incluidos bases contracircuitos y fusibles calibrados de 400A para protección de la línea repartidora situada en fachada o nicho mural. | | | |
| IE0001 | 2,000 | Hr | Oficial 1º electricista | 19,76 | 39,52 | |
| IE0002 | 2,000 | Hr | Ayudante electricista | 17,76 | 35,52 | |
| IE0003 | 1,000 | Ud | Caja protección. 400a(III+N)+F | 3,00 | 3,00 | |
| %000003 | 3,000 | % | Costes indirectos...(s/total) | 78,00 | 2,34 | |
| | | | TOTAL PARTIDA ..... | | | **80,38** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS | | | | | | |
| **12.002** | | **Ml** | **LÍNEA REPARTIDORA (SUB)** | | | |
| | | | Ml. Línea repartidora , subteranea, aislada 0.6/1 kv. de 3.5x120 mm2. de conductor de cobre bajo tubo fibrocemento, incluido tendido del conductor en su interior asi como p/p de tubo de PVC corrugado de d=13 cm. y terminales correspondientes. | | | |
| Ie0001 | 0,250 | Hr | Oficial 1º electricista | 0,00 | 0,00 | |
| IE0002 | 0,250 | Hr | Ayudante electricista | 17,76 | 4,44 | |
| IE0004 | 1,000 | Ud | Tubo PVC corrugado d=120mm | 0,35 | 0,35 | |
| IE0005 | 1,000 | Ud | Conductor 0.6/1kv. 3.5x120(Cu) | 0,22 | 0,22 | |
| %000003 | 3,000 | % | Costes indirectos...(s/total) | 5,00 | 0,15 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **5,16** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS | | | | | | |
| **12.003** | | **Ud** | **CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN** | | | |
| | | | Ud. Cuadro general de distribución de fuerza y alumbrado, para industrias, compuesta de magnetotérmicos contra cortocrcuitos y sobrecargas de corte omnipolar de circuitos secundarios. Interruptor diferencial de 300A, interruptores difernciales individuales y magnetotérmicos por circuito, incluso transporte, conexionado y puesta en marcha. | | | |
| IE0002 | 2,000 | Hr | Ayudante electricista | 17,76 | 35,52 | |
| IE0001 | 2,000 | Hr | Oficial 1º electricista | 19,76 | 39,52 | |
| IE0006 | 1,000 | Ud | Armario B/T 2 suminis.viviendas | 8,18 | 8,18 | |
| IE0007 | 1,000 | Ud | Peana-prote.pref.hgon.ar | 72,12 | 72,12 | |
| %000003 | 3,000 | % | Costes indirectos...(s/total) | 155,30 | 4,66 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **160,00** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA EUROS | | | | | | |
| **12.0001** | | **Ml** | **LINEA DISTRIBUCIÓN MONO 2X50+50** | | | |
| | | | Ml. Línea repartidora, aislada 0.6/1kv. de 2x35mm2 de conductor de cobre grapeada en pares mediante abrazaderas plastificadas y tacos de PVC de d=8mm. incluido éstos, así como terminales correspondientes. | | | |
| IE0001 | 0,100 | Hr | Oficial 1º electricista | 19,76 | 1,98 | |
| IE0002 | 0,100 | Hr | Ayudante electricista | 17,76 | 1,78 | |
| IE0009 | 1,000 | Ud | Conductor | 0,45 | 0,45 | |
| %000003 | 3,000 | % | Costes indirectos...(s/total) | 4,20 | 0,13 | |
| | | | TOTAL PARTIDA ..... | | | **4,34** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS | | | | | | |
| **12.0004** | | **Ml** | **LINEA DISTRIBUCIÓN MONO 2X4+4** | | | |
| | | | Ml. Línea repartidora, aislada 0.6/1kv. de 2x4mm2 de conductor de cobre grapeada en pares mediante abrazaderas plastificadas y tacos de PVC de d=8mm. incluido éstos, así como terminales correspondientes. | | | |
| IE0001 | 0,250 | Hr | Oficial 1º electricista | 19,76 | 4,94 | |
| IE0002 | 0,250 | Hr | Ayudante electricista | 17,76 | 4,44 | |
| IE0009 | 1,000 | Ud | Conductor | 0,45 | 0,45 | |
| %000003 | 3,000 | % | Costes indirectos...(s/total) | 9,80 | 0,29 | |
| | | | TOTAL PARTIDA ..... | | | **10,12** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con DOCE CÉNTIMOS | | | | | | |

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **12.0006** | | **Ml** | **LINEA DISTRIBUCIÓN MONO 2X1.5+1.5** | | | |
| | | | Ml. Línea repartidora, aislada 0.6/1kv. de 2x1.5mm2 de conductor de cobre grapeada en pares mediante abrazaderas plastificadas y tacos de PVC de d=8mm. incluido éstos, así como terminales correspondientes. | | | |
| IE0001 | 0,250 | Hr | Oficial 1º electricista | 19,76 | 4,94 | |
| IE0002 | 0,250 | Hr | Ayudante electricista | 17,76 | 4,44 | |
| IE0009 | 1,000 | Ud | Conductor | 0,45 | 0,45 | |
| %000003 | 3,000 | % | Costes indirectos...(s/total) | 9,80 | 0,29 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **10,12** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con DOCE CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **12.000c** | | **Ud** | **CUADRO AUXILIAR DE ALUMBRADO** | | | |
| | | | Ud. Cuadro auxiliar de distribución ABB electrificación mínima (3Kw), formado por una caja doble aislamiento con puerta y de empotrar con 12 elementos, incluído regleta Omega, embarrado de protección I IGA de 25 A (I+N), interruptor diferencial de 25/2p/30m A, y dos PIAS de corte omnipolar de 10 y 15 A (I+N) respectivamente, así como puentes o "peines" de cableado, totalmente conexionado y rotulado. | | | |
| U01FY630 | 0,300 | H. | Oficial primera electricista | 15,03 | 4,51 | |
| U01FY635 | 0,300 | H. | Ayudante electricista | 12,02 | 3,61 | |
| U30IA001 | 1,000 | Ud | Caja distribución DAE 12 elem. | 28,55 | 28,55 | |
| U30IA050 | 1,000 | Ud | IGA 25 A (I+N) | 10,94 | 10,94 | |
| U30IA026 | 1,000 | Ud | D.25A/2p/30mA,F362/25/0,03 ABB | 30,83 | 30,83 | |
| U30IA041 | 2,000 | Ud | PIA I+N 6-10-16-20-25A,S251NB AB | 9,98 | 19,96 | |
| %0200001 | 3,000 | % | Costes indirectos...(s/total) | 98,40 | 2,95 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **101,35** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO UN EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **12.007** | | **Ml** | **LÍNEA DISTRIBUIDORA TRIF.3.5X01,5+1,5** | | | |
| | | | Ml. Línea repartidora, aislada 0.6/1kv. de 3.5X0.5mm2 de conductor de cobre grapeada en pares mediante abrazaderas plastificadas y tacos de PVC de d=8mm. incluido éstos, así como terminales correspondientes. | | | |
| IE0001 | 0,250 | Hr | Oficial 1º electricista | 19,76 | 4,94 | |
| IE0002 | 0,250 | Hr | Ayudante electricista | 17,76 | 4,44 | |
| IE009 | 1,000 | Ud | Conductor 0.6/1kv.3.5x0.5 | 0,02 | 0,02 | |
| %000003 | 3,000 | % | Costes indirectos...(s/total) | 9,40 | 0,28 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **9,68** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **12.009** | | **Ml** | **LÍNEA DISTRIBUIDORA TRIF.3.5X2.5+2,5** | | | |
| | | | Ml. Línea repartidora, aislada 0.6/1kv. de 3.5x2.5mm2 de conductor de cobre grapeada en pares mediante abrazaderas plastificadas y tacos de PVC de d=8mm. incluido éstos, así como terminales correspondientes. | | | |
| IE0001 | 0,250 | Hr | Oficial 1º electricista | 19,76 | 4,94 | |
| IE0002 | 0,250 | Hr | Ayudante electricista | 17,76 | 4,44 | |
| IE0009 | 1,000 | Ud | Conductor | 0,45 | 0,45 | |
| &000003 | 3,000 | % | Costes indirectos | 9,80 | 0,29 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **10,12** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con DOCE CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **12.00C1** | | **Ud** | **CUADRO AUXILIAR DE FUERZA** | | | |
| | | | Ud. Cuadro auxiliar de distribución ABB electrificación mínima (3Kw), formado por una caja doble aislamiento con puerta y de empotrar con 12 elementos, incluído regleta Omega, embarrado de protección I IGA de 25 A (I+N), interruptor diferencial de 25/2p/30m A, y dos PIAS de corte omnipolar de 10 y 15 A (I+N) respectivamente, así como puentes o "peines" de cableado, totalmente conexionado y rotulado. | | | |
| U01FY630 | 0,300 | H. | Oficial primera electricista | 15,03 | 4,51 | |
| U01FY635 | 0,300 | H. | Ayudante electricista | 12,02 | 3,61 | |
| U30IA001 | 1,000 | Ud | Caja distribución DAE 12 elem. | 28,55 | 28,55 | |
| U30IA050 | 1,000 | Ud | IGA 25 A (I+N) | 10,94 | 10,94 | |
| U30IA026 | 1,000 | Ud | D.25A/2p/30mA,F362/25/0,03 ABB | 30,83 | 30,83 | |
| U30IA041 | 2,000 | Ud | PIA I+N 6-10-16-20-25A,S251NB AB | 9,98 | 19,96 | |
| %0200001 | 3,000 | % | Costes indirectos...(s/total) | 98,40 | 2,95 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **101,35** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO UN EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **E010** | | **Ud** | **INTERRUPT. DIFERENCIAL AUTOM. MAGNETOTÉRMICO 32A 300mA** | | | |
| | | | Interruptor diferencial trifásico ID K 4P 32A 300 mA AC Schneider Electric Número de polos: 4 P. Corriente asignada nominal: 32A. Corriente diferencial asignada: 300 mA. Tipo de protección diferencial: AC. Tensión asignada de empleo en alterna: 230/400. Frecuencia asignada: 50 Hz. Tipo de conexión: Jaula con tornillo. | | | |
| P124010029 | 1,000 | | Interruptor diferencial automático magnetotérmico 32A 300mA | 68,45 | 68,45 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **68,45** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **E011** | | **Ud** | **INTERRUPT. DIFERENCIAL AUTOM. MAGNETOTÉRMICO 32A II 30mA** | | | |
| | | | Interruptor diferencial trifásico ID K 2P 32A 30 mA AC Schneider Electric Número de polos: 2 P. Corriente asignada nominal: 32A. Corriente diferencial asignada: 30 mA. Tipo de protección diferencial: AC. Tensión asignada de empleo en alterna: 230/400. Frecuencia asignada: 50 Hz. Tipo de conexión: Jaula con tornillo. | | | |
| P124010030 | 1,000 | | Interruptor diferencial automático magnetotérmico 32A 300mA | 14,40 | 14,40 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **14,40** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **E012** | | **Ud** | **INTERRUPT. DIFERENCIAL AUTOM. MAGNETOTÉRMICO 16A IV 300mA** | | | |
| | | | Interruptor diferencial trifásico ID K 4P 16A 300 mA AC Schneider Electric Número de polos: 4 P. Corriente asignada nominal: 16A. Corriente diferencial asignada: 300 mA. Tipo de protección diferencial: AC. Tensión asignada de empleo en alterna: 230/400. Frecuencia asignada: 50 Hz. Tipo de conexión: Jaula con tornillo. | | | |
| P124010031 | 1,000 | | Interruptor diferencial automático magentotérmico 16A IV 300mA | 52,26 | 52,26 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **52,26** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y DOS EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **E013** | | **Ud** | **INTERRUPT. DIFERENCIAL AUTOM. MAGNETOTÉRMICO 16A II 30mA** | | | |
| | | | Interruptor diferencial trifásico ID K 2P 16A 30 mA AC Schneider Electric Número de polos: 2 P. Corriente asignada nominal: 16A. Corriente diferencial asignada: 30 mA. Tipo de protección diferencial: AC. Tensión asignada de empleo en alterna: 230/400. Frecuencia asignada: 50 Hz. Tipo de conexión: Jaula con tornillo. | | | |
| P124010032 | 1,000 | | Interruptor iferecnial automçatico magnetotérmico 16A II 30mA | 18,15 | 18,15 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **18,15** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **E014** | | **Ud** | **INTERRUPT. DIFERENCIAL AUTOM. MAGNETOTÉRMICO 80A IV 300mA** | | | |
| | | | Interruptor diferencial trifásico ID K 4P 80A 300 mA AC Schneider Electric Número de polos: 4 P. Corriente asignada nominal: 80A. Corriente diferencial asignada: 300 mA. Tipo de protección diferencial: AC. Tensión asignada de empleo en alterna: 230/400. Frecuencia asignada: 50 Hz. Tipo de conexión: Jaula con tornillo. | | | |
| P124010033 | 1,000 | | Interruptor diferencial automático magnetotérmico 80A IV 300mA | 147,68 | 147,68 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **147,68** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y SIETE EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **E015** | | **Ud** | **INTERRUPT. DIFERENCIAL AUTOM. MAGNETOTÉRMICO 63A II 30mA** | | | |
| | | | Interruptor diferencial trifásico ID K 2P 63A 30 mA AC Schneider Electric Número de polos: 2 P. Corriente asignada nominal: 63A. Corriente diferencial asignada: 30 mA. Tipo de protección diferencial: AC. Tensión asignada de empleo en alterna: 230/400. Frecuencia asignada: 50 Hz. Tipo de conexión: Jaula con tornillo. | | | |
| P124010034 | 1,000 | | Intertuptor diferencial automático magnetotérmico 63A II 30mA | 44,43 | 44,43 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **44,43** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y CUATRO EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **E016** | | **Ud** | **P.I.A. 32A 4P** | | | |
| | | | Interruptor Automático PIA tetrapolar de 32A, para mando y protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Tensión de empleo: 230/400V. CA. Con curva de disparo C: el disparo magnético se produce entre 5 y 10 In. Certificado por AENOR conforme a la Norma UNE-EN 60.898. | | | |
| P124010035 | 1,000 | | Pequeño interruptor automático 32A tetrapolar | 73,18 | 73,18 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **73,18** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y TRES EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **E017** | | **Ud** | **P.I.A. 32A 2P** | | | |
| | | | Interruptor Automático PIA bipolar de 32A, para mando y protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Tensión de empleo: 400V. CA. Con curva de disparo C: el disparo magnético se produce entre 5 y 10 In. Certificado por AENOR conforme a la Norma UNE-EN 60.898. | | | |
| P124010036 | 1,000 | | Pequeño interruptor automático 32A bipolar | 27,94 | 27,94 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **27,94** |

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **E018** | | **Ud** | **P.I.A. 6A 4P** | | | |
| | | | Interruptor Automático PIA tetrapolar de 6A, para mando y protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Tensión de empleo: 230/400V. CA. Con curva de disparo C: el disparo magnético se produce entre 5 y 10 In. Certificado por AENOR conforme a la Norma UNE-EN 60.898. | | | |
| P124010037 | 1,000 | | Pequeño interruptor automático 6A tetrapolar | 15,10 | 15,10 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **15,10** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con DIEZ CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **E019** | | **Ud** | **P.I.A. 6A 2P** | | | |
| | | | Interruptor Automático PIA bipolar de 6A, para mando y protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Tensión de empleo: 400V. CA. Con curva de disparo C: el disparo magnético se produce entre 5 y 10 In. Certificado por AE-NOR conforme a la Norma UNE-EN 60.898. | | | |
| P124010038 | 1,000 | | Pequeño interruptor automático 6A bipolar | 7,11 | 7,11 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **7,11** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con ONCE CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **E020** | | **Ud** | **P.I.A. 16 A 4P** | | | |
| | | | Interruptor Automático PIA tetrapolar de 16A, para mando y protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Tensión de empleo: 230/400V. CA. Con curva de disparo C: el disparo magnético se produce entre 5 y 10 In. Certificado por AENOR conforme a la Norma UNE-EN 60.898. | | | |
| P124010040 | 1,000 | | Pequeño interruptor automático 16A tetrapolar | 65,80 | 65,80 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **65,80** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y CINCO EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **E021** | | **Ud** | **P.I.A. 80A 4P** | | | |
| | | | Interruptor Automático PIA tetrapolar de 80A, para mando y protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Tensión de empleo: 230/440V. CA. Con curva de disparo C: el disparo magnético se produce entre 7 y 10 In. Certificado por AENOR conforme a la Norma UNE-EN 60.898. | | | |
| P124010039 | 1,000 | | Pequeño interruptor automático 80A tetrapolar | 337,74 | 337,74 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **337,74** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **E022** | | **Ud** | **P.I.A. 63A 2P** | | | |
| | | | Interruptor Automático PIA bipolar de 63A, para mando y protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Tensión de empleo:400V. CA. Con curva de disparo C: el disparo magnético se produce entre 5 y 10 In. Certificado por AE-NOR conforme a la Norma UNE-EN 60.898. | | | |
| P124010041 | 1,000 | | Pequeño interruptor automático 63A bipolar | 102,94 | 102,94 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **102,94** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO DOS EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **E023** | | **Ud** | **P.I.A. 10A 4P** | | | |
| | | | Interruptor Automático PIA tetrapolar de 10A, para mando y protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Tensión de empleo: 230/400V. CA. Con curva de disparo C: el disparo magnético se produce entre 5 y 10 In. Certificado por AENOR conforme a la Norma UNE-EN 60.898. | | | |
| P124010042 | 1,000 | | Pequeño interruptor automático 10A tetrapolar | 65,05 | 65,05 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **65,05** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y CINCO EUROS con CINCO CÉNTIMOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **12.016** | | **Ml** | **INTERRUPTOR BJC** | | | |
| | | | Ud. Punto de luz sencillo, instalado con cable V-750 de 1x1.5 mm2, bajo tubo corrugado de PVC flexible de d=13 mm. con mecanismo interruptor sencillo BJC, de la serie Ibiza, o equivalente, para un elemento, incluso cajas de derivación y pequeño. Totalmente enstalaso según NTE/IEB-43,48 y Reaglamento Elect´otécnico de Baja Tensión. | | | |
| IE0001 | 0,232 | Hr | Oficial 1º electricista | 19,76 | 4,58 | |
| IE0002 | 0,232 | Hr | Ayudante electricista | 17,76 | 4,12 | |
| IE00010 | 5,050 | Ml | Tubo PVC corrugado d= 120mm | 0,18 | 0,91 | |
| IE00011 | 1,000 | Ud | Enchufe 10/16+TT BJC, mod. Ibiza SL | 5,64 | 5,64 | |
| IE00012 | 1,000 | Ud | Caja empotrada universal | 4,89 | 4,89 | |
| IE00013 | 1,000 | Ml | Conductoe cobre V-750,2x1.5mm2 | 0,13 | 0,13 | |
| %000003 | 3,000 | % | Costes indirectos...(s/total) | 20,30 | 0,61 | |
| | | | TOTAL PARTIDA ..... | | | **20,88** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **12.017** | | **Ud** | **ENCHUFE 10/16A BJC** | | | |
| | | | Ud. Toma de corriente 10/16A, para enlace monofásico, instalado con cable V-750 de 1x1.5 mm2. bajo tubo corrugadode PVC flexible de d=13 mm. con mecanismo enchufe 10/16 A sencillo BJC, de la serie Ibiza Sl o equivalente, caon caja empotrada de 60mm. marco BJC serie Ibiza, o equivalente, para un elemento. Incluso cajas de derivacion y pequeños material eléctrico. Totalmente instalado según NTE/IEB-43 48, y Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. | | | |
| IE0001 | 0,232 | Hr | Oficial 1º electricista | 19,76 | 4,58 | |
| IE0002 | 0,232 | Hr | Ayudante electricista | 17,76 | 4,12 | |
| IE00011 | 1,000 | Ud | Enchufe 10/16+TT BJC, mod. Ibiza SL | 5,64 | 5,64 | |
| IE00013 | 10,100 | Ml | Conductoe cobre V-750,2x1.5mm2 | 0,13 | 1,31 | |
| IE00012 | 11,000 | Ud | Caja empotrada universal | 4,89 | 53,79 | |
| IE00015 | 1,010 | Ud | Marco 1 elem. BJC, modIbiza SL | 0,57 | 0,58 | |
| %000003 | 3,000 | % | Costes indirectos...(s/total) | 70,00 | 2,10 | |
| | | | TOTAL PARTIDA ..... | | | **72,12** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y DOS EUROS con DOCE CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **12.019** | | **Ud** | **LUMINARIAS SUSP. FLUORESCENTE L36/11, 36W** | | | |
| | | | Ud. Luminaria de vapor de mercurio de alta presión, suspendida en cualquier tipo d techo registrable, termoesmaltada en color blanco. Componente óptico formado por lamas de aluminio termoesmaltado en blanco. Cableado interiormente con cable termorresistente. Incluso pequeño material de montaje. Según la NTE/IEI-9 y Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión | | | |
| IE0001 | 0,300 | Hr | Oficial 1º electricista | 19,76 | 5,93 | |
| IE0002 | 0,300 | Hr | Ayudante electricista | 17,76 | 5,33 | |
| IE00020 | 1,010 | Ud | Luminaria suspendida | 194,89 | 196,84 | |
| IE00019 | 2,020 | Ud | Fluorescente estándar V.S.A.P. 150 W | 15,70 | 31,71 | |
| %000003 | 3,000 | % | Costes indirectos...(s/total) | 239,80 | 7,19 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **247,00** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **12.020** | | **Ud** | **LUMINARIAS COLGANTES EXTERIOR QPAR-38 E27 1X150W** | | | |
| | | | Ud. Luminaria suspendida en cualquier tipo de techo registrable, para lámparas fluorescentes de 2x65 W, de Luminlux, modelo TDL, de 5200 lumens, de longitud 1500mm y D=35mm, en chapa de acero, termoesmaltada en color blanco. Componente óptico formado por lamas de aluminio termoesmaltado en blanco. Cableado interiormente con cable termorresistente. Incluso pequeño material de montaje. Según la NTE/IEI-9 y Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. | | | |
| IE0001 | 0,300 | Hr | Oficial 1º electricista | 19,76 | 5,93 | |
| IE0002 | 0,300 | Hr | Ayudante electricista | 17,76 | 5,33 | |
| IE00020 | 1,010 | Ud | Luminaria suspendida | 194,89 | 196,84 | |
| IE00019 | 1,000 | Ud | Fluorescente estándar V.S.A.P. 150 W | 15,70 | 15,70 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **223,80** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS VEINTITRES EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPÍTULO 15 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS** | | | | | | |
| **17.001** | | **Ud** | **EXTINTOR POL. ABC 25 kg.EF 21A-113B** | | | |
| | | | Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado. Certificado por AENOR. | | | |
| ICI004 | 0,100 | Hr | Peón ordianrio | 10,58 | 1,06 | |
| U35AA015 | 1,000 | u | Extintor polvo ABC 25 kg. | 162,61 | 162,61 | |
| %000005 | 3,000 | % | Costes indirectos | 163,70 | 4,91 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **168,58** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y OCHO EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS | | | | | | |
| **17.002** | | **Ud** | **HIDRANTE** | | | |
| | | | Ud. Hidrante subterraneo en hierro fundido, entrada de 100mm. cierre central con dos salidas de 70mm. con tapones y cadena de sujección según normas UNE23-407, certificado por AENOR, i/cerco, tapa de hierro fundido y llave, totalmente instalada. | | | |
| ICI001 | 4,300 | Hr | Oficial 1º fontanero | 13,01 | 55,94 | |
| ICI002 | 4,300 | Hr | Ayudante fontanero | 11,75 | 50,53 | |
| ICI003 | 1,000 | Ud | Hidrante (2*70) | 1.442,65 | 1.442,65 | |
| %000003 | 3,000 | % | Costes indirectos...(s/total) | 1.549,10 | 46,47 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **1.595,59** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL QUINIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS | | | | | | |
| **D34AI010** | | **Ud** | **BOCA INCEN.EQUIP.45mm./15m** | | | |
| | | | Ud. Boca de incendios equipada BIE formada por cabina de chapa de acero de 650x500x160mm., pintada en rojo, marco en acero inoxidable con cerradura, rótulo rompase en caso de incendio, devanadera circular cromada, lanza de tres efectos con racor, válvula de 1 1/2" de latón con racor, 15m de manguera sintética de 45mm. y manómetro de 0 a 16 kg/cm2, según norma UNE 23402, certificado AENOR, totalmente instalada. | | | |
| U01FY105 | 2,800 | H. | Oficial 1ª fontanero | 13,01 | 36,43 | |
| U01FY110 | 2,800 | H. | Ayudante fontanero | 11,72 | 32,82 | |
| U35AI010 | 1,000 | Ud | Armario completo-manguera 15m | 209,66 | 209,66 | |
| U23AA001 | 0,320 | M2 | Luna incolora 4 mm. | 12,43 | 3,98 | |
| %0200001 | 3,000 | % | Costes indirectos...(s/total) | 282,90 | 8,49 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **291,38** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS NOVENTA Y UN EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS | | | | | | |
| **D34MA010** | | **Ud** | **SEÑAL LUMINISC. EVACUAC.** | | | |
| | | | Ud. Señal luminiscente para indicación de la evacuación (salida, salida emergencia, direccionales, no salida....) de 297x148mm en pvc rígido de 2mm de espesor, totalmente montada. | | | |
| U01AA009 | 0,150 | H. | Ayudante | 11,21 | 1,68 | |
| U35MC005 | 1,000 | Ud | Pla.salida emer.297x148 | 8,20 | 8,20 | |
| %0200001 | 3,000 | % | Costes indirectos...(s/total) | 9,90 | 0,30 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **10,18** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS | | | | | | |

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO CAPÍTULO 16 MAQUINARIA E INSTALACIONES ESP.** | | | | | | |
| **007** | | **UD** | **PESADORA** | | | |
| | | | Ud. pesadora de peces en continuo, basada en tres tolvines construidos en acero inoxidable. Cuenta con equipo electronico de pesaje universal, ajuste de la cantidad. Indicadores de parametros, llave de bloque de teclas, botonera impermeable, impresora alfanumérica de 24 caracteres. Cabecera de ticket de 5 lineas programable. Memorización y repetición del ultimo ticket. | | | |
| CT001 | 1,000 | Ud | Pesadora | 3.550,00 | 3.550,00 | |
| | | | TOTAL PARTIDA ..... | | | **3.550,00** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL QUINIENTOS CINCUENTA EUROS | | | | | | |
| **034** | | **UD** | **CARRETILLA ELEVADORA** | | | |
| | | | Ud. Carretilla elevadora de 3 ruedas, con capacidad de girar 360 grados. Tiene unas dimensiones de 2.69 x 0.988 x 1.95 m, con una capacidad nominal de 1500 kg y peso en funcionamiento en vacio de 2835 kg y elevación de 0.15m. | | | |
| DEPML01 | 1,000 | Ud | Carretilla elevadora | 8.650,00 | 8.650,00 | |
| | | | TOTAL PARTIDA ..... | | | **8.650,00** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO MIL SEISCIENTOS CINCUENTA EUROS | | | | | | |
| **E005** | | **Ud** | **GRÚA HORQUILLA** | | | |
| | | | Grúa horquillas, con equilibrado automático del peso, para transportar todos los productos paletizables, farbricada en acero granallado y decapado.<br>.Datos técnicos:<br>– Carga mínima 20 – 25% de la carga nominal<br>– Horquillas desplazables lateralmente<br>– Centro de gravedad de la carga 500 mm<br>– Longitud de horquilla 1000 mm | | | |
| P124010014 | 1,000 | | Grúa horquilla para palets, altura de vuelco 1300 mm | 2.499,00 | 2.499,00 | |
| | | | TOTAL PARTIDA ..... | | | **2.499,00** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS | | | | | | |
| **035** | | **UD** | **TRANSPALETA MANUAL** | | | |
| | | | Ud. Transpaleta manual de 2.69 x 0.9 | | | |
| DEAYB | 1,000 | Ud | Transpaleta manual | 2.460,00 | 2.460,00 | |
| | | | TOTAL PARTIDA ..... | | | **2.460,00** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL CUATROCIENTOS SESENTA EUROS | | | | | | |
| **039** | | **UD** | **BALANZA DE PRECISIÓN TW6** | | | |
| | | | Ud. Balanza de precisión TW6 de alcance máx. de 3kg y resolución de 1g, con dimensiones de 0.229*0.229m y display fluorescente. | | | |
| BADP001 | 1,000 | Ud | Balanza de precisión TW6 | 650,00 | 650,00 | |
| | | | TOTAL PARTIDA ..... | | | **650,00** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS CINCUENTA EUROS | | | | | | |
| **043** | | **Ud** | **CLASIFICADORA DE HUEVOS** | | | |
| | | | Clasificadora de huevos de peces con capacidad hasta 100.000 huevos /hora.<br>Equipado con 4 discos de orificios de 5,5-6,5 and 8,5mm. | | | |
| P124010008 | 1,000 | | Clasificadora de huevos Winsorter WB-9 | 11.455,90 | 11.455,90 | |
| | | | TOTAL PARTIDA ..... | | | **11.455,90** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS | | | | | | |
| **044** | | **Ud** | **ORDENADOR** | | | |
| | | | Ordenador de sbremesa Intel i-5, con sistema Windows | | | |
| P124010002 | 1,000 | | Ordenador Innobo G1840 4Gb RAM 500Gb | 330,31 | 330,31 | |
| P124010003 | 1,000 | | Ratón óptico Innobo mini | 17,85 | 17,85 | |
| P124010004 | 1,000 | | Teclado Logitek k120 | 25,52 | 25,52 | |
| P124010005 | 1,000 | | Monitor 18,5" AOC E970SWN LED 1366X768 | 81,63 | 81,63 | |
| | | | TOTAL PARTIDA ..... | | | **455,31** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS | | | | | | |

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **045** | | **Ud** | **IMPRESORA** | | | |
| P124010006 | 1,000 | | Impresora Multifunción - Canon PIXMA MG2550 | 34,95 | 34,95 | |
| | | | TOTAL PARTIDA | | | **34,95** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y CUATRO EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **046** | | **Ud** | **CONGELADOR DE MUESTRAS** | | | |
| | | | Refrigerador bajo mostrador acero inox NICD080, 60 x 60 x 85 cm. Cpacidad para 150 litros. Potencia de 200 W/0,7 A. Peso de 44 Kg. Rango de temperatura: -3ºC - +8ºC, con una puerta meciza con aislante de 3,25 cm. | | | |
| P124010011 | 1,000 | | Congelador bajo Ac. inox. 200W 150 L modelo NICD080 | 455,90 | 455,90 | |
| | | | TOTAL PARTIDA | | | **455,90** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **047** | | **Ud** | **CLASIFICADOR DE PECES** | | | |
| | | | Clasificadoras de peces vivos de alta precisión (a partir de 0,5 g). Permiten la clasificación de peces vivos de distintas especies del modo más idóneo, sin daños en tegumento o escamas, favoreciendo la reducción del canibalismo, la homogeneidad de lotes y el crecimiento del cultivo. Diseñadas para ser acopladas a bomba de extracción de peces y contador electrónico de peces (Fichas Técnicas Nº 512 y 511). Sus cintas clasificadoras y sistema de rodillos, continuamente irrigados por agua, aseguran el paso suave de los peces por la máquina. Construidas con materiales de primera calidad, garantizando el buen estado de la máquina durante años y un mantenimiento mínimo. Incluyen un sistema especial de elevación y aporte de agua. Permiten el posicionamiento correcto de los peces durante el transporte a través de la máquina. El sistema de salida permite al operario mantener agua en el fondo de la estructura continuamente. Máquinasmuy ligeras y fácilmente manejables. | | | |
| P124010007 | 1,000 | Ud | Clasificadora de peces vivos 0,5 KW capac 1-8 Tm/h | 9.540,00 | 9.540,00 | |
| | | | TOTAL PARTIDA | | | **9.540,00** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL QUINIENTOS CUARENTA EUROS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **048** | | **Ud** | **EQUIPO DISTRIBUIDOR DE ALIMENTOS** | | | |
| | | | Equipo de distribución automática de alimentos, 400W, trifásico, poerado electrónicamente desde puerto remoto. Programador temproizador accionado remotamente o manulamente. Resistente a la intemperie y válido para todo tipo de piensos | | | |
| P124010021 | 1,000 | | Distribuidor automático de alimentos | 300,00 | 300,00 | |
| | | | TOTAL PARTIDA | | | **300,00** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS EUROS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **049** | | **Ud** | **BOMBA DE AGUA** | | | |
| | | | Bomba de 3 KW de potencia, para elevaciñon de agua. Trifásica 230/400 V. Protección motor IP 55, aislamiento clase F. Presión máx. trabajo 8 bar. Funcionamiento contínuo. Temp. -10 a 85°C versión CEA-CA. | | | |
| P124010012 | 1,000 | | Bomba de agua 3000 W | 1.054,00 | 1.054,00 | |
| | | | TOTAL PARTIDA | | | **1.054,00** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CINCUENTA Y CUATRO EUROS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **E002** | | **Ud** | **MEDIDOR PARÁMETROS DE AGUA** | | | |
| | | | Medidor para medir pH, redox, salinidad, conductividad, oxígeno y temperatura / tarjeta de memoria SD (hasta 16 GB) / valores se almacenan en formato Excel / gran pantalla / interfaz RS-232 y software opcional para la transmisión de datos en tiempo real | | | |
| P124010009 | 1,000 | | Medidor PCE- PHD 1 (pH, Tª, Oxígeno, Redox) | 285,00 | 285,00 | |
| | | | TOTAL PARTIDA | | | **285,00** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **E003** | | **Ud** | **ELEVADORA DE PECES** | | | |
| | | | Elevadora de peces, apto para menejar truchas desde 0,5 g a 3kg. cn capacidad e elevar hasta 8 Tm/h y manjeable por un solo operario | | | |
| P124010010 | 1,000 | | Elevadora de peces 77 Aluminio | 3.125,50 | 3.125,50 | |
| | | | TOTAL PARTIDA | | | **3.125,50** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL CIENTO VEINTICINCO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **E004** | | **Ud** | **HIROLIMPIADORA A PRESIÓN** | | | |
| | | | Hidrolimpiadora de agua fría de uso industrial con manguera de PVC y manómetro de baño de glicerina, modelo KHL2515F, con presión maxima de 250 bar, capacidad de vertido de 900l/h y 8.500 W de potencia total | | | |
| P124010013 | 1,000 | | Hidrolimpiadora industrial agua fría modelo KHL2515 Krugler | 630,00 | 630,00 | |
| | | | TOTAL PARTIDA | | | **630,00** |

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **E024** | | **Ud** | **INCUBADORAS CALIFORNIANAS** | | | |
| | | | Incubadora tipo californiana, metálica de acero inoxidable, de 4 pisos. Diámtero de agujeros de las placas de fondo 0,1 m. | | | |
| P124010043 | 1,000 | | INCUBADORAS CALIFORNIANAS 4 PISOS | 25,95 | 25,95 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **25,95** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPITULO 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS** | | | | | | | | |
| **1.000** | **M2 LIMPIEZA Y DESBROCE** | | | | | | | | |
| | Explanación | 1 | 352,50 | 217,00 | 0,15 | 11.473,88 | | | |
| | | | | | | | 11.473,88 | 3,31 | 37.978,54 |
| **131** | **M3 EXCAVACIÓN ZAPATAS Y ZANJAS** | | | | | | | | |
| | Nave 1 | | | | | | | | |
| | Zapata hastial | 6 | 1,00 | 1,00 | 1,10 | 6,60 | | | |
| | Zapata pórtico | 10 | 2,00 | 1,50 | 1,70 | 51,00 | | | |
| | Viga riostra | 1 | 100,00 | 0,50 | 0,40 | 20,00 | | | |
| | Nave 2 | | | | | | | | |
| | Zapata hastial | 6 | 1,00 | 1,00 | 1,10 | 6,60 | | | |
| | Zapata pórtico | 2 | 2,00 | 1,50 | 1,70 | 10,20 | | | |
| | Viga riostra | 1 | 52,00 | 0,50 | 0,40 | 10,40 | | | |
| | Balsas y piscinas | | | | | | | | |
| | Balsa B1 | 1 | 113,00 | 55,00 | 3,20 | 19.888,00 | | | |
| | Balsa B2,B3,B5 | 3 | 113,00 | 55,00 | 2,15 | 40.086,75 | | | |
| | Balsa B4 | 1 | 113,00 | 55,00 | 2,15 | 13.362,25 | | | |
| | Balsa B6 | 1 | 113,00 | 55,00 | 2,15 | 13.362,25 | | | |
| | Piscina Tipo P1(recría) | 5 | 25,40 | 2,90 | 0,95 | 349,89 | | | |
| | Piscina Tipo P2(engorde) | 10 | 40,40 | 4,90 | 1,70 | 3.365,32 | | | |
| | Piscina Tipo P3( truchas de consumo) | 40 | 40,40 | 5,40 | 1,70 | 14.834,88 | | | |
| | Piscina Tipo P4(reproductores) | 1 | 25,40 | 4,40 | 1,70 | 189,99 | | | |
| | Canalizaciones | | | | | | | | |
| | Canal principal de aguas limpias | 1 | 272,00 | 2,92 | 0,95 | 754,53 | | | |
| | Canalizaciones entrada a piscinas de recría | 5 | 5,00 | 0,44 | 0,30 | 3,30 | | | |
| | Canalizaciones salida piscinas de recría | 5 | 5,00 | 0,40 | 0,40 | 4,00 | | | |
| | Canalizaciones entrada a piscinas de engorde | 10 | 5,00 | 0,70 | 0,30 | 10,50 | | | |
| | Canalizaciones salida piscinas de engorde | 10 | 5,00 | 0,50 | 0,50 | 12,50 | | | |
| | Canalizaciones entrada a piscinas de truchas de consumo | 40 | 5,00 | 0,66 | 0,45 | 59,40 | | | |
| | Canalizaciones salida piscinas de truchas de consumo | 120 | 5,00 | 0,50 | 0,50 | 150,00 | | | |
| | Canalización de entrada a piscina de reproductores | 1 | 5,00 | 0,58 | 0,30 | 0,87 | | | |
| | Canalización salida piscina de reproductores | 1 | 5,00 | 0,25 | 0,25 | 0,31 | | | |
| | Canalización aguas residuales tramo 1 | 1 | 25,00 | 0,61 | 0,30 | 4,58 | | | |
| | Canalización aguas residuales tramo 2 | 1 | 32,50 | 0,60 | 0,40 | 7,80 | | | |
| | Canalización aguas residuales tramo 3 | 1 | 95,00 | 1,05 | 0,50 | 49,88 | | | |
| | Canalización aguas residuales tramo4 | 1 | 120,00 | 1,88 | 0,95 | 214,32 | | | |
| | Canalización aguas residuales tramo 5 | 1 | 164,00 | 1,64 | 0,95 | 255,51 | | | |
| | Canalización aguas residuales tramo 6 | 1 | 44,00 | 1,68 | 0,95 | 70,22 | | | |
| | Canalización aguas residuales tramo 7 | 1 | 15,00 | 2,92 | 0,95 | 41,61 | | | |
| | Canalizaciones de unión entre balsas | 5 | 13,50 | 2,92 | 0,95 | 187,25 | | | |
| | Canalización de saida de agua al río | 1 | 131,00 | 2,92 | 0,95 | 363,39 | | | |
| | Canalizaciones saneamiento nave 1 | 2 | 19,00 | 0,50 | 0,50 | 9,50 | | | |
| | Canalizaciones saneamiento nave 2 | 1 | 15,00 | 0,50 | 0,50 | 3,75 | | | |
| | | | | | | | 107.747,35 | 3,63 | 391.122,88 |
| **1.004** | **M2 NIVELAC. Y COMPAC.MECÁN. SIN APORTE** | | | | | | | | |
| | Acceso vehículos y parking | 1 | 17,00 | 257,10 | | 4.370,70 | | | |
| | | | | | | | 4.370,70 | 1,73 | 7.561,31 |

**TOTAL CAPÍTULO CAPITULO 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS ..... 436.662,73**

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPITULO 2 RED HORIZONTAL DE SANEAMIENTO Y ACOMETIDAS A PISCINAS** | | | | | | | | |
| **2.001** | **MI TUBERIA PVC 40 mm. i/SOLERA** | | | | | | | | |
| | Tubería de salida de agua piscina de reproductores | | | | | | | | |
| | Tubería de salida de aguas individual | 1 | 5,00 | | | 5,00 | | | |
| | | | | | | | 5,00 | 17,23 | 86,15 |
| **2.002** | **MI TUBERÍA PVC 75 mm.i/SOLERA** | | | | | | | | |
| | Tuberías de salida de agua de pilas de incubación y alevinaje | | | | | | | | |
| | Tuberías de salida individual de cada pila | 5 | 5,00 | | | 25,00 | | | |
| | Tubería colectora de tuberías individuales | 1 | 14,00 | | | 14,00 | | | |
| | | | | | | | 39,00 | 19,10 | 744,90 |
| **2.003** | **MI TUBERÍA PVC 90 mm.i/SOLERA** | | | | | | | | |
| | Tubería aguas fecales Nave 2 | 1 | | | 16,00 | 16,00 | | | |
| | | | | | | | 16,00 | 20,74 | 331,84 |
| **2.004** | **MI TUBERÍA PVC 110 mm.i/SOLERA** | | | | | | | | |
| | Tuberías de salida de aguas de piscinas de recría | | | | | | | | |
| | Tuberías individuales de salida de aguas | 5 | 5,00 | | | 25,00 | | | |
| | Tubería salida fosa septica | 1 | 4,00 | | | 4,00 | | | |
| | | | | | | | 29,00 | 21,39 | 620,31 |
| **2.005** | **MI TUBERÍA PVC 140 mm.i/SOLERA** | | | | | | | | |
| | Tuberías de salida de aguas piscinas de engorde | | | | | | | | |
| | Tuberías individuales de salida de agua | 10 | 5,00 | | | 50,00 | | | |
| | | | | | | | 50,00 | 25,58 | 1.279,00 |
| **2.006** | **MI TUBERÍA PVC 160 mm.i/SOLERA** | | | | | | | | |
| | Tuberías salida de aguas piscinas de truchas de consumo | | | | | | | | |
| | Tuberías salida de aguas piscinas de truchas de consumo, 3 tub/p | 120 | 5,00 | | | 600,00 | | | |
| | | | | | | | 600,00 | 27,70 | 16.620,00 |
| **2.010** | **Ud ARQUETA 38X26X71 cm TAPA FUND** | | | | | | | | |
| | Arquetas para aguas de salida de piscinas tipo P1,P2 P3 | 20 | | | | 20,00 | | | |
| | | | | | | | 20,00 | 54,90 | 1.098,00 |
| **2.012** | **Ud ARQUETA 51X38X71 cm TAPA FUND** | | | | | | | | |
| | Arquetas en salida de aguas de piscinas P4 | 40 | | | | 40,00 | | | |
| | | | | | | | 40,00 | 24,72 | 988,80 |
| **D03DA201** | **Ud ARQUETA SIFONICA 38X26X50 cm** | | | | | | | | |
| | Arquetas red de aguas fecales | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | Arqueta final a balsas | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 90,91 | 181,82 |
| **UROTFS07** | **Ud FOSA SÉPTICA 1.245 L** | | | | | | | | |
| | Fosa séptica | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 1.205,67 | 1.205,67 |

**TOTAL CAPÍTULO CAPITULO 2 RED HORIZONTAL DE SANEAMIENTO Y ACOMETIDAS A PISCINAS .....**

**23.156,49**

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPITULO 3 CIMENTACIÓN** | | | | | | | | |
| **3.001** | **M3 HORMIGÓN LIMP. H-100P/20/IIa CEN** | | | | | | | | |
| | Nave 1 | | | | | | | | |
| | Zapata hastial | 4 | 1,00 | 1,00 | 0,10 | 0,40 | | | |
| | Zapata pórtico | 10 | 2,00 | 1,50 | 0,10 | 3,00 | | | |
| | Viga riostra | 1 | 100,00 | 0,50 | 0,10 | 5,00 | | | |
| | Nave 2 | | | | | | | | |
| | Zapata hastial | 4 | 1,00 | 1,00 | 0,10 | 0,40 | | | |
| | Zapata pórtico | 2 | 2,00 | 1,50 | 0,10 | 0,60 | | | |
| | Viga riostra | 1 | 52,00 | 0,50 | 0,10 | 2,60 | | | |
| | Piscinas y balsas | | | | | | | | |
| | Piscinas recría | 5 | 25,40 | 2,90 | 0,10 | 36,83 | | | |
| | Piscinas de engorde | 10 | 40,40 | 4,90 | 0,10 | 197,96 | | | |
| | Piscinas truchas de consumo | 40 | 40,40 | 5,40 | 0,10 | 872,64 | | | |
| | Piscina redproductores | 1 | 25,40 | 4,40 | 0,10 | 11,18 | | | |
| | Balsas | 6 | 113,00 | 55,00 | 0,10 | 3.729,00 | | | |
| | | | | | | | 4.859,61 | 49,84 | 242.202,96 |
| **D04AA0018** | **Kg ACERO CORRUGADO B 400-S** | | | | | | | | |
| | Nave 1 | | | | | | | | |
| | Zapata hastial | 10 | 1,00 | | | 10,00 | | | |
| | Zapata pórtico | 4 | 2,00 | | | 8,00 | | | |
| | Viga riostra | 1 | 100,00 | | | 100,00 | | | |
| | Nave 2 | | | | | | | | |
| | Zapata hastial | 2 | 1,00 | | | 2,00 | | | |
| | Zapata pórtico | 4 | 2,00 | | | 8,00 | | | |
| | Viga riostra | 1 | 52,00 | | | 52,00 | | | |
| | Piscinas | | | | | | | | |
| | Pilas de incubación | | | | | | | | |
| | Paredes laterales este/oeste | 10 | 253,10 | | | 2.531,00 | | | |
| | Paredes laterales norte/sur | 10 | 17,75 | | | 177,50 | | | |
| | Fondos | 5 | 253,10 | | | 1.265,50 | | | |
| | Piscinas de recría | | | | | | | | |
| | Paredes laterales este/oeste | 10 | 228,26 | | | 2.282,60 | | | |
| | Paredes laterales norte/sur | 10 | 22,07 | | | 220,70 | | | |
| | Fondos | 5 | 586,90 | | | 2.934,50 | | | |
| | Piscinas de engorde | | | | | | | | |
| | Paredes laterales este/oeste | 20 | 670,00 | | | 13.400,00 | | | |
| | Paredes laterales norte/sur | 20 | 73,64 | | | 1.472,80 | | | |
| | Fondos | 10 | 1.775,00 | | | 17.750,00 | | | |
| | Piscinas de truchas de consumo | | | | | | | | |
| | Piscinas laterales este/oeste | 80 | 670,00 | | | 53.600,00 | | | |
| | Piscinas laterales norte/sur | 80 | 80,80 | | | 6.464,00 | | | |
| | Fondos | 40 | 1.944,74 | | | 77.789,60 | | | |
| | Piscinas de reprodcutores | | | | | | | | |
| | Piscinas laterales este/oeste | 2 | 408,30 | | | 816,60 | | | |
| | Piscinas laterales norte/sur | 2 | 65,17 | | | 130,34 | | | |
| | Fondo | 1 | 978,50 | | | 978,50 | | | |
| | Balsas | | | | | | | | |
| | Balsa B1 | | | | | | | | |
| | Paredes laterales este/oeste | 2 | 1.624,70 | | | 3.249,40 | | | |
| | Paredes laterales norte/sur | 2 | 3.336,00 | | | 6.672,00 | | | |
| | Fondo | 1 | 61.283,40 | | | 61.283,40 | | | |
| | Balsas B2, B3 y B4 | | | | | | | | |
| | Paredes laterales este/oeste | 6 | 1.056,50 | | | 6.339,00 | | | |
| | Paredes laterales norte/sur | 6 | 2.172,76 | | | 13.036,56 | | | |
| | Fondos | 3 | 61.283,40 | | | 183.850,20 | | | |
| | Balsas B5 y B6 | | | | | | | | |
| | Paredes laterales este/oeste | 4 | 2.172,76 | | | 8.691,04 | | | |
| | Paredes laterales norte/sur | 4 | 1.056,50 | | | 4.226,00 | | | |
| | Fondos | 2 | 61.283,40 | | | 122.566,80 | | | |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **D04GC102** | **M3 HOR.HA-25/P/20/ IIa ZAP.V.M.CENT** | | | | | | | | |
| | Nave 1 | | | | | | | | |
| | Zapata hastial | 4 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 4,00 | | | |
| | Zapata pórtico | 10 | 2,00 | 1,50 | 1,20 | 36,00 | | | |
| | Viga riostra | 1 | 100,00 | 0,50 | 0,40 | 20,00 | | | |
| | Nave 2 | | | | | | | | |
| | Zapata hastial | 4 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 4,00 | | | |
| | Zapata pórtico | 2 | 2,00 | 1,50 | 1,20 | 7,20 | | | |
| | Viga riostra | 1 | 52,00 | 0,50 | 0,40 | 10,40 | | | |
| | Piscinas | | | | | | | | |
| | Pilas de incubación | | | | | | | | |
| | Paredes laterales este/oeste | 10 | 27,00 | 0,20 | 1,00 | 54,00 | | | |
| | Paredes laterales norte/sur | 10 | 1,00 | 0,20 | 1,00 | 2,00 | | | |
| | Fondos | 5 | 27,00 | 0,20 | 1,00 | 27,00 | | | |
| | Piscinas de recría | | | | | | | | |
| | Paredes laterales este/oeste | 10 | 25,40 | 0,20 | 1,15 | 58,42 | | | |
| | Paredes laterales norte/sur | 10 | 2,90 | 0,20 | 1,15 | 6,67 | | | |
| | Fondos | 5 | 2,90 | 0,20 | 25,40 | 73,66 | | | |
| | Piscinas de engorde | | | | | | | | |
| | Paredes laterales este/oeste | 20 | 40,40 | 0,20 | 1,90 | 307,04 | | | |
| | Paredes laterales norte/sur | 20 | 4,90 | 0,20 | 1,90 | 37,24 | | | |
| | Fondos | 10 | 40,40 | 0,20 | 4,90 | 395,92 | | | |
| | Piscinas de truchas de consumo | | | | | | | | |
| | Piscinas laterales este/oeste | 80 | 40,40 | 0,20 | 1,90 | 1.228,16 | | | |
| | Piscinas laterales norte/sur | 80 | 5,40 | 0,20 | 1,90 | 164,16 | | | |
| | Fondos | 40 | 40,40 | 0,20 | 5,40 | 1.745,28 | | | |
| | Piscina de reproductores | | | | | | | | |
| | Paredes laterales este/oeste | 2 | 25,40 | 0,20 | 1,90 | 19,30 | | | |
| | Paredes laterales norte/sur | 2 | 4,40 | 0,20 | 1,90 | 3,34 | | | |
| | Fondo | 1 | 25,40 | 0,20 | 4,40 | 22,35 | | | |
| | Balsas | | | | | | | | |
| | Balsa B1 | | | | | | | | |
| | Paredes laterales este/oeste | 2 | 55,00 | 0,20 | 3,20 | 70,40 | | | |
| | Paredes laterales note/sur | 2 | 113,00 | 0,20 | 3,20 | 144,64 | | | |
| | Fondo | 1 | 113,00 | 0,20 | 55,00 | 1.243,00 | | | |
| | Balsas B2, B3, B4 | | | | | | | | |
| | Paredes laterales este/oeste | 6 | 55,00 | 0,20 | 2,15 | 141,90 | | | |
| | Paredes laterales norte/sur | 6 | 113,00 | 0,20 | 2,15 | 291,54 | | | |
| | Fondos | 3 | 113,00 | 0,20 | 55,00 | 3.729,00 | | | |
| | Balsas B5 y B6 | | | | | | | | |
| | Paredes laterales este/oeste | 4 | 113,00 | 0,20 | 2,15 | 194,36 | | | |
| | Paredes laterales norte/sur | 4 | 55,00 | 0,20 | 2,15 | 94,60 | | | |
| | Fondos | 2 | 113,00 | 0,20 | 55,00 | 2.486,00 | | | |
| | Muros de decantación | | | | | | | | |
| | Muros balsa B1 | 6 | 41,25 | 0,20 | 3,00 | 148,50 | | | |
| | Muros balsas B2, B3, B4, B5 y B6 | 30 | 41,25 | 0,20 | 1,95 | 482,63 | | | |
| | | | | | | | 13.252,71 | 75,95 | 1.006.543,32 |
| **D04PM303** | **M2 SOL.H-150/20 ARM.7kg. 10cm** | | | | | | | | |
| | Nave 1 | 1 | 36,00 | 14,00 | 0,15 | 75,60 | | | |
| | Nave 2 | 1 | 12,00 | 14,00 | 0,15 | 25,20 | | | |
| | | | | | | | 100,80 | 70,44 | 7.100,35 |

**TOTAL CAPÍTULO CAPITULO 3 CIMENTACIÓN.....**

**1.966.136,28**

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPITULO 4 ESTRUCTURAS DE ACERO** | | | | | | | | |
| **D05AA001** | **Kg ACERO S-275 EN ESTRUCTURAS** | | | | | | | | |
| | Nave 1 | | | | | | | | |
| | Correas IPE-140 | 16 | 36,40 | 13,22 | | 7.699,33 | | | |
| | Pilares Hastiales HEB-200 | 4 | 3,10 | 62,83 | | 779,09 | | | |
| | Pilares centrales HEB-180 | 10 | 3,10 | 51,22 | | 1.587,82 | | | |
| | Vigas IPE-330 | 14 | 7,73 | 50,33 | | 5.446,71 | | | |
| | Nave 2 | | | | | | | | |
| | Correas IPE-140 | 16 | 12,80 | 13,22 | | 2.707,46 | | | |
| | Pilares Hastiales HEB-200 | 4 | 3,10 | 62,83 | | 779,09 | | | |
| | Pilares centrales HEB-180 | 2 | 3,10 | 51,22 | | 317,56 | | | |
| | Vigas IPE-330 | 6 | 7,73 | 50,33 | | 2.334,31 | | | |
| | | | | | | | 21.651,37 | 1,96 | 42.436,69 |
| **D04AK109** | **Ud PLACA CIMEN. 20X20X0.9 cm.C/PERNOS** | | | | | | | | |
| | Nave 1 | | | | | | | | |
| | Zapata hastial | 4 | | | | 4,00 | | | |
| | Zapata pórtico | 10 | | | | 10,00 | | | |
| | Nave 2 | | | | | | | | |
| | Zapata hastial | 4 | | | | 4,00 | | | |
| | Zapata pórtico | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 20,00 | 45,97 | 919,40 |
| | **TOTAL CAPÍTULO CAPITULO 4 ESTRUCTURAS DE ACERO .....** | | | | | | | | **43.356,09** |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPITULO 5 CERRAMIENTOS Y TABIQUERIA** | | | | | | | | |
| **D23KN010** | **M2 VALLA ALAMBRE ONDULADO A40** | | | | | | | | |
| | vallado sobre murete en cerramiento perimetral a parcela | 1 | 1.139,00 | | | 1.139,00 | | | |
| | | | | | | | 1.139,00 | 13,66 | 15.558,74 |
| **D07DC101** | **M2 FAB.LADR PERFORADO 7cm.1/2pie** | | | | | | | | |
| | Nave 1 | | | | | | | | |
| | Fachada Este | 1 | 36,40 | 3,10 | | 112,84 | | | |
| | Fachada Oeste | 1 | 36,40 | 3,10 | | 112,84 | | | |
| | Fachada norte | 1 | 71,40 | | | 71,40 | | | |
| | Puerta norte | -1 | 1,20 | 2,30 | | -2,76 | | | |
| | Ventanas fachada norte | -2 | 1,60 | 1,26 | | -4,03 | | | |
| | Fachada sur | 1 | 71,40 | | | 71,40 | | | |
| | Puerta Sur | -1 | 1,20 | 2,30 | | -2,76 | | | |
| | Pared interior | 1 | 14,40 | 3,10 | | 44,64 | | | |
| | Nave 2 | | | | | | | | |
| | Fachada Este | 1 | 12,80 | 3,10 | | 39,68 | | | |
| | Ventanas este | -2 | 1,26 | 1,60 | | -4,03 | | | |
| | Fachada oeste | 1 | 12,80 | 3,10 | | 39,68 | | | |
| | Fachada norte | 1 | 71,40 | | | 71,40 | | | |
| | Venatana fachada norte | -1 | 2,70 | 1,70 | | -4,59 | | | |
| | Puerta norte | -1 | 3,00 | 2,30 | | -6,90 | | | |
| | Fachada sur | 1 | 71,40 | | | 71,40 | | | |
| | Venatana fachada sur | -1 | 2,70 | 1,70 | | -4,59 | | | |
| | Ventana baño | -1 | 1,00 | 1,30 | | -1,30 | | | |
| | Puerta Sur | -1 | 3,00 | 2,30 | | -6,90 | | | |
| | Paredes interiores | 1 | 20,80 | 3,10 | | 64,48 | | | |
| | | | | | | | 661,90 | 17,25 | 11.417,78 |
| | **TOTAL CAPÍTULO CAPITULO 5 CERRAMIENTOS Y TABIQUERIA .....** | | | | | | | | **26.976,52** |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPITULO 6 CUBIERTA** | | | | | | | | |
| **D08NE101** | **M2 CUB.PANEL NERV.30 (LAC+AISL+GALV)** | | | | | | | | |
| | Nave 1 | 2 | 7,73 | 36,20 | | 559,65 | | | |
| | Nave 2 | 2 | 7,73 | 12,40 | | 191,70 | | | |
| | | | | | | | 751,35 | 36,03 | 27.071,14 |
| | **TOTAL CAPÍTULO CAPITULO 6 CUBIERTA.....** | | | | | | | | **27.071,14** |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPÍTULO 7 REVESTIMIENTOS Y PINTURAS** | | | | | | | | |
| **7.002** | **M2 PINTURA EPOXI S/HORMIGÓN** | | | | | | | | |
| | Nave 1 | 1 | 36,00 | 14,00 | | 504,00 | | | |
| | Nave 2 | 1 | 12,00 | 14,00 | | 168,00 | | | |
| | | | | | | | 672,00 | 17,17 | 11.538,24 |
| **D35AM030** | **M2 PINTURA ANTIHUMEDAD** | | | | | | | | |
| | Nave 1 | | | | | | | | |
| | Fachada Este | 1 | 36,40 | | 3,10 | 112,84 | | | |
| | Fachada Oeste | 1 | 36,40 | | 3,10 | 112,84 | | | |
| | Fachada Norte | 1 | 71,40 | | | 71,40 | | | |
| | Ventanas fachada norte | -2 | 1,60 | 1,26 | | -4,03 | | | |
| | Puerta Norte | -1 | 1,20 | 2,30 | | -2,76 | | | |
| | Fachada Sur | 1 | 71,40 | | | 71,40 | | | |
| | Puerta Sur | -1 | 1,20 | 2,30 | | -2,76 | | | |
| | Pared interior | 1 | 14,40 | | 3,10 | 44,64 | | | |
| | Nave 2 | | | | | | | | |
| | Fachada Este | 1 | 12,80 | | 3,10 | 39,68 | | | |
| | Ventanas este | -2 | 1,26 | 1,60 | | -4,03 | | | |
| | Fachada oeste | 1 | 12,80 | | 3,10 | 39,68 | | | |
| | Fachada Norte | 1 | 71,40 | | | 71,40 | | | |
| | Ventana norte | -1 | 2,70 | 1,70 | | -4,59 | | | |
| | Puerta Norte | -1 | 3,00 | 2,30 | | -6,90 | | | |
| | Fachada Sur | 1 | 71,40 | | | 71,40 | | | |
| | Venatana fachada sur | -1 | 2,70 | 1,70 | | -4,59 | | | |
| | Ventana baño | -1 | 1,00 | 1,30 | | -1,30 | | | |
| | Puerta Sur | -1 | 3,00 | 2,30 | | -6,90 | | | |
| | | | | | | | 597,42 | 9,01 | 5.382,75 |
| **D13AA210** | **M2 ENLUCIDO MORTERO FINO VERTICALES** | | | | | | | | |
| | Nave 1 | | | | | | | | |
| | Fachada Este | 1 | 36,40 | | 3,10 | 112,84 | | | |
| | Fachada Oeste | 1 | 36,40 | | 3,10 | 112,84 | | | |
| | Fachada Norte | 1 | 71,40 | | | 71,40 | | | |
| | Ventanas fachada norte | -2 | 1,60 | 1,26 | | -4,03 | | | |
| | Puerta Norte | -1 | 1,20 | 2,30 | | -2,76 | | | |
| | Fachada Sur | 1 | 71,40 | | | 71,40 | | | |
| | Puerta Sur | -1 | 1,20 | 2,30 | | -2,76 | | | |
| | Pared interior | 1 | 14,40 | | 3,10 | 44,64 | | | |
| | Nave 2 | | | | | | | | |
| | Fachada Este | 1 | 12,80 | | 3,10 | 39,68 | | | |
| | Ventanas este | -2 | 1,26 | 1,60 | | -4,03 | | | |
| | Fachada oeste | 1 | 12,80 | | 3,10 | 39,68 | | | |
| | Fachada Norte | 1 | 71,40 | | | 71,40 | | | |
| | Ventana norte | -1 | 2,70 | 1,70 | | -4,59 | | | |
| | Puerta Norte | -1 | 3,00 | 2,30 | | -6,90 | | | |
| | Fachada Sur | 1 | 71,40 | | | 71,40 | | | |
| | Venatana fachada sur | -1 | 2,70 | 1,70 | | -4,59 | | | |
| | Ventana baño | -1 | 1,00 | 1,30 | | -1,30 | | | |
| | Puerta Sur | -1 | 3,00 | 2,30 | | -6,90 | | | |
| | | | | | | | 597,42 | 2,66 | 1.589,14 |

**TOTAL CAPÍTULO CAPÍTULO 7 REVESTIMIENTOS Y PINTURAS ..... 18.510,13**

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPÍTULO 8 FALSOS TECHOS Y AISLAMIENTOS** | | | | | | | | |
| **10.001** | **M2 FALSO TECHO ESCAY. S/PERFILERÍA** | | | | | | | | |
| | Nave 1 | 1 | 36,00 | 14,00 | | 504,00 | | | |
| | Nave 2 | 1 | 12,00 | 14,00 | | 168,00 | | | |
| | | | | | | | 672,00 | 13,56 | 9.112,32 |
| | **TOTAL CAPÍTULO CAPÍTULO 8 FALSOS TECHOS Y AISLAMIENTOS .....** | | | | | | | | **9.112,32** |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPÍTULO 9 APARATOS SANITARIOS Y MATERIAL DE VESTUARIOS** | | | | | | | | |
| **9.001** | **Ud INODORO BLANCO TANQUE BAJO** | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 145,75 | 145,75 |
| **9.002** | **Ud LAV.MERIDIAN COLOR GRIF.MONODI** | | | | | | | | |
| | | 6 | | | | 6,00 | | | |
| | | | | | | | 6,00 | 130,39 | 782,34 |
| **9.003** | **Ud PLATO DUCHA RINCON 75X75 BLA** | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 226,95 | 226,95 |
| **9.004** | **Ud FREGADERO ACERO 1 SENO 80X50** | | | | | | | | |
| | fregadero laboratorio | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 102,53 | 102,53 |
| **9.005** | **Ud TAQUILLAS GUARDAROPA** | | | | | | | | |
| | | 4 | | | | 4,00 | | | |
| | | | | | | | 4,00 | 83,01 | 332,04 |
| **9.007** | **Ud PAPELERA** | | | | | | | | |
| | | 4 | | | | 4,00 | | | |
| | | | | | | | 4,00 | 3,15 | 12,60 |
| **9.008** | **Ud BANCO** | | | | | | | | |
| | Banco de aseo | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 25,00 | 25,00 |
| **9009** | **Ud SECAMANOS ELECTRICO CON CELULA** | | | | | | | | |
| | | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 162,71 | 325,42 |
| | **TOTAL CAPÍTULO CAPÍTULO 9 APARATOS SANITARIOS Y MATERIAL DE VESTUARIOS .....** | | | | | | | | **1.952,63** |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPÍTULO 10 CARPINTERIA,CERRAJERIA Y VIDRIERA** | | | | | | | | |
| **8001** | **M2 PUERTA ENTRADA LISA PINTAR** | | | | | | | | |
| | Nave incubación y alevinaje | | | | | | | | |
| | Puerta entrada lisa pintar | 2 | | 1,20 | 2,50 | 6,00 | | | |
| | Nave almacén | | | | | | | | |
| | Puertas acceso habitaciones | 3 | | 1,20 | 2,50 | 9,00 | | | |
| | | | | | | | 15,00 | 98,45 | 1.476,75 |
| **D20CA310** | **M2 PUERTA PASO LISA PINO OREGON** | | | | | | | | |
| | Nave almacén N2 | | | | | | | | |
| | Puertas de paso | 2 | | 3,00 | 2,30 | 13,80 | | | |
| | | | | | | | 13,80 | 118,10 | 1.629,78 |
| **D23AN605** | **M2 PUERTA METALICA MOD. VERJA 2HOJA** | | | | | | | | |
| | Puerta de entrada a explotación | | | | | | | | |
| | Puerta metálica mod. verja 2hoja | 1 | 7,50 | | 1,80 | 13,50 | | | |
| | | | | | | | 13,50 | 39,23 | 529,61 |
| **D24WJ7709** | **M2 VENTANA MADERA PINO FIJO** | | | | | | | | |
| | Nave incubación | | | | | | | | |
| | Ventanas pared norte | 2 | | 1,26 | 1,60 | 4,03 | | | |
| | Nave almacén | | | | | | | | |
| | Ventanas fachada este | 2 | | 1,26 | 1,60 | 4,03 | | | |
| | Ventana baño | 1 | | 1,30 | 1,00 | 1,30 | | | |
| | | | | | | | 9,36 | 13,71 | 128,33 |
| **D24WAA2011** | **M2 VENTANA DE ALUMINIO** | | | | | | | | |
| | Nave almacén | | | | | | | | |
| | Ventasa paredes norte y sur | 2 | | 2,70 | 1,70 | 9,18 | | | |
| | | | | | | | 9,18 | 190,75 | 1.751,09 |
| | **TOTAL CAPÍTULO CAPÍTULO 10 CARPINTERIA,CERRAJERIA Y VIDRIERA .....** | | | | | | | | **5.515,56** |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPÍTULO 11 MOBILIARIO** | | | | | | | | |
| **E006** | **MESA DE OFICINA** | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 222,30 | 222,30 |
| **P124010016** | **SILLA DE OFICINA FAST ERGO** | | | | | | | | |
| | Silla de oficina ergonómica, color azul | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 77,40 | 154,80 |
| **P124010018** | **SILLA DE OFICINA ARIAL** | | | | | | | | |
| | Silla de dirección en malla transpirable y cuero | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 99,90 | 99,90 |
| **E008** | **SILLAS DE LABORATORIO** | | | | | | | | |
| | Taburete sin respaldo y altura regulable serie ZEUS | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 58,00 | 116,00 |
| **E009** | **MESA LABORATORIO** | | | | | | | | |
| | Mesas De Trabajo Mural 800X600X850 h mm MMD60-80 sin estante | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 208,21 | 208,21 |
| | **TOTAL CAPÍTULO CAPÍTULO 11 MOBILIARIO** ..... | | | | | | | | **801,21** |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPÍTULO 12 RED VERTICAL DE SANEAMIENTO** | | | | | | | | |
| **13.001** | **ML CANALÓN CHAPA+AISLAMIENTO** | | | | | | | | |
| | Nave 1 | 2 | 36,00 | | | 72,00 | | | |
| | Nave 2 | 2 | 12,00 | | | 24,00 | | | |
| | | | | | | | 96,00 | 16,11 | 1.546,56 |
| **13.002** | **ML BAJANTE PVC 80mm** | | | | | | | | |
| | bajante Nave 1 | 4 | 3,10 | | | 12,40 | | | |
| | bajante Nave 2 | 4 | 3,10 | | | 12,40 | | | |
| | | | | | | | 24,80 | 16,74 | 415,15 |
| **13.003** | **MI BAJANTE PVC 100mm** | | | | | | | | |
| | bajante Nave 1 | 4 | 3,10 | | | 12,40 | | | |
| | bajante nave 2 | 4 | 3,10 | | | 12,40 | | | |
| | | | | | | | 24,80 | 16,74 | 415,15 |
| | **TOTAL CAPÍTULO CAPÍTULO 12 RED VERTICAL DE SANEAMIENTO** ..... | | | | | | | | **2.376,86** |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPÍTULO 13 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA** | | | | | | | | |
| **14004** | **Ud CONTADOR DE AGUA FRÍA** | | | | | | | | |
| | Contador | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 25,44 | 25,44 |
| **14010** | **Ud LLAVE DE ESFERA 1/2"** | | | | | | | | |
| | Llaves | 3 | | | | 3,00 | | | |
| | | | | | | | 3,00 | 3,58 | 10,74 |
| **2.000** | **Ml TUBERÍA PVC 16 mm.i/SOLERA** | | | | | | | | |
| | Tuberías saneamiento Nave 2 | 1 | | | 82,00 | 82,00 | | | |
| | | | | | | | 82,00 | 17,16 | 1.407,12 |
| **900010** | **Ud CALENTADOR DE AGUA** | | | | | | | | |
| | Calentdor | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 130,00 | 130,00 |
| | **TOTAL CAPÍTULO CAPÍTULO 13 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA .....** | | | | | | | | **1.573,30** |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPÍTULO 14 INSTALACIÓN ELÉCTRICA** | | | | | | | | |
| **D27AC001** | **Ud GASTOS TRAMITA.-CONTRATA/KW** | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 41,80 | 41,80 |
| **12.001** | **Ud CAJA GRAL. PROTECCIÓN 400A(TRIF)** | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 80,38 | 80,38 |
| **12.002** | **MI LÍNEA REPARTIDORA (SUB)** | | | | | | | | |
| | | 1 | 20,00 | | | 20,00 | | | |
| | | | | | | | 20,00 | 5,16 | 103,20 |
| **12.003** | **Ud CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN** | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 160,00 | 160,00 |
| **12.0001** | **MI LINEA DISTRIBUCIÓN MONO 2X50+50** | | | | | | | | |
| | línea monof. exterior | 1 | 175,00 | | | 175,00 | | | |
| | | | | | | | 175,00 | 4,34 | 759,50 |
| **12.0004** | **MI LINEA DISTRIBUCIÓN MONO 2X4+4** | | | | | | | | |
| | Nave 1 | | | | | | | | |
| | Alumbrado interior | 1 | 36,00 | | | 36,00 | | | |
| | | | | | | | 36,00 | 10,12 | 364,32 |
| **12.0006** | **MI LINEA DISTRIBUCIÓN MONO 2X1.5+1.5** | | | | | | | | |
| | Nave 2 | | | | | | | | |
| | Alumbrado almacén | 12 | | | | 12,00 | | | |
| | Alumbrado aseo | 7,2 | | | | 7,20 | | | |
| | Alumbrado oficina | 3,2 | | | | 3,20 | | | |
| | Alumbrado laboratorio | 12 | | | | 12,00 | | | |
| | | | | | | | 34,40 | 10,12 | 348,13 |
| **12.000c** | **Ud CUADRO AUXILIAR DE ALUMBRADO** | | | | | | | | |
| | | 5 | | | | 5,00 | | | |
| | | | | | | | 5,00 | 101,35 | 506,75 |
| **12.007** | **MI LÍNEA DISTRIBUIDORA TRIF.3.5X01,5+1,5** | | | | | | | | |
| | Nave 1 | 1 | 36,00 | | | 36,00 | | | |
| | Nave 2 | | | | | | | | |
| | Almacen | 1 | 12,00 | | | 12,00 | | | |
| | Aseo | 1 | 12,00 | | | 12,00 | | | |
| | Oficina | 1 | 12,00 | | | 12,00 | | | |
| | Laboratorio | 1 | 12,00 | | | 12,00 | | | |
| | Exterior | 3 | 175,00 | | | 525,00 | | | |
| | | | | | | | 609,00 | 9,68 | 5.895,12 |
| **12.009** | **MI LÍNEA DISTRIBUIDORA TRIF.3.5X2.5+2,5** | | | | | | | | |
| | Exterior | 1 | 175,00 | | | 175,00 | | | |
| | | | | | | | 175,00 | 10,12 | 1.771,00 |
| **12.00C1** | **Ud CUADRO AUXILIAR DE FUERZA** | | | | | | | | |
| | | 6 | | | | 6,00 | | | |
| | | | | | | | 6,00 | 101,35 | 608,10 |
| **E010** | **Ud INTERRUPT. DIFERENCIAL AUTOM. MAGNETOTÉRMICO 32A 300mA** | | | | | | | | |
| | Nave1 | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 68,45 | 68,45 |
| **E011** | **Ud INTERRUPT. DIFERENCIAL AUTOM. MAGNETOTÉRMICO 32A II 30mA** | | | | | | | | |
| | Nave 1 | 1 | | | | 1,00 | | | |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **E012** | **Ud INTERRUPT. DIFERENCIAL AUTOM. MAGNETOTÉRMICO 16A IV 300mA** | | | | | | | | |
| | Nave 2 | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 52,26 | 52,26 |
| **E013** | **Ud INTERRUPT. DIFERENCIAL AUTOM. MAGNETOTÉRMICO 16A II 30mA** | | | | | | | | |
| | Nave 1 | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | Nave 2 | 7 | | | | 7,00 | | | |
| | Exterior | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 9,00 | 18,15 | 163,35 |
| **E014** | **Ud INTERRUPT. DIFERENCIAL AUTOM. MAGNETOTÉRMICO 80A IV 300mA** | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 147,68 | 147,68 |
| **E015** | **Ud INTERRUPT. DIFERENCIAL AUTOM. MAGNETOTÉRMICO 63A II 30mA** | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 44,43 | 44,43 |
| **E016** | **Ud P.I.A. 32A 4P** | | | | | | | | |
| | Nave 1 | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 73,18 | 73,18 |
| **E017** | **Ud P.I.A. 32A 2P** | | | | | | | | |
| | Nave1 | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 27,94 | 27,94 |
| **E018** | **Ud P.I.A. 6A 4P** | | | | | | | | |
| | Nave 1 | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | Nave 2 | 4 | | | | 4,00 | | | |
| | Exterior | 3 | | | | 3,00 | | | |
| | | | | | | | 9,00 | 15,10 | 135,90 |
| **E019** | **Ud P.I.A. 6A 2P** | | | | | | | | |
| | Nave 2 | 4 | | | | 4,00 | | | |
| | | | | | | | 4,00 | 7,11 | 28,44 |
| **E020** | **Ud P.I.A. 16 A 4P** | | | | | | | | |
| | Nave 2 | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 65,80 | 65,80 |
| **E021** | **Ud P.I.A. 80A 4P** | | | | | | | | |
| | Exterior | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 337,74 | 337,74 |
| **E022** | **Ud P.I.A. 63A 2P** | | | | | | | | |
| | Exterior | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 102,94 | 102,94 |
| **E023** | **Ud P.I.A. 10A 4P** | | | | | | | | |
| | Exterior | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 65,05 | 65,05 |
| **12.016** | **MI INTERRUPTOR BJC** | | | | | | | | |
| | | 20 | | | | 20,00 | | | |
| | | | | | | | 20,00 | 20,88 | 417,60 |
| **12.017** | **Ud ENCHUFE 10/16A BJC** | | | | | | | | |
| | | 5 | | | | 5,00 | | | |
| | | | | | | | 5,00 | 72,12 | 360,60 |
| **12.019** | **Ud LUMINARIAS SUSP. FLUORESCENTE L36/11, 36W** | | | | | | | | |
| | Nave 1 | 70 | | | | 70,00 | | | |
| | Nave 2 | | | | | | | | |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nave 1 | 1 | | 14,00 | 0,15 | 2,10 | | | |
| | Oficina | 6 | | | | 6,00 | | | |
| | Laboratorio | 6 | | | | 6,00 | | | |
| | | | | | | | 107,00 | 247,00 | 26.429,00 |
| **12.020** | **Ud LUMINARIAS COLGANTES EXTERIOR QPAR-38 E27 1X150W** | | | | | | | | |
| | | 35 | | | | 35,00 | | | |
| | | | | | | | 35,00 | 223,80 | 7.833,00 |
| | **TOTAL CAPÍTULO CAPÍTULO 14 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....** | | | | | | | | **47.006,06** |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPÍTULO 15 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS** | | | | | | | | |
| **17.001** | **Ud EXTINTOR POL. ABC 25 kg.EF 21A-113B** | | | | | | | | |
| | | 4 | | | | 4,00 | | | |
| | | | | | | | 4,00 | 168,58 | 674,32 |
| **17.002** | **Ud HIDRANTE** | | | | | | | | |
| | Almacén | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 1.595,59 | 1.595,59 |
| **D34AI010** | **Ud BOCA INCEN.EQUIP.45mm./15m** | | | | | | | | |
| | Adyacente Nave 2 | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 291,38 | 291,38 |
| **D34MA010** | **Ud SEÑAL LUMINISC. EVACUAC.** | | | | | | | | |
| | | 10 | | | | 10,00 | | | |
| | | | | | | | 10,00 | 10,18 | 101,80 |
| | **TOTAL CAPÍTULO CAPÍTULO 15 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS .....** | | | | | | | | **2.663,09** |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO CAPÍTULO 16 MAQUINARIA E INSTALACIONES ESP.** | | | | | | | | |
| **007** | **UD PESADORA** | | | | | | | | |
| | | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 3.550,00 | 7.100,00 |
| **034** | **UD CARRETILLA ELEVADORA** | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 8.650,00 | 8.650,00 |
| **E005** | **Ud GRÚA HORQUILLA** | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 2.499,00 | 2.499,00 |
| **035** | **UD TRANSPALETA MANUAL** | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 2.460,00 | 2.460,00 |
| **039** | **UD BALANZA DE PRECISIÓN TW6** | | | | | | | | |
| | | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 650,00 | 1.300,00 |
| **043** | **Ud CLASIFICADORA DE HUEVOS** | | | | | | | | |
| | Clasificador pils de incubación | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 11.455,90 | 11.455,90 |
| **044** | **Ud ORDENADOR** | | | | | | | | |
| | Ordenador oficina | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 455,31 | 455,31 |
| **045** | **Ud IMPRESORA** | | | | | | | | |
| | iMPRESORA OFICINA | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 34,95 | 34,95 |
| **046** | **Ud CONGELADOR DE MUESTRAS** | | | | | | | | |
| | Congelador laboratorio | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 455,90 | 455,90 |
| **047** | **Ud CLASIFICADOR DE PECES** | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 9.540,00 | 9.540,00 |
| **048** | **Ud EQUIPO DISTRIBUIDOR DE ALIMENTOS** | | | | | | | | |
| | Piscinas de recría | 5 | | | | 5,00 | | | |
| | Piscinas de engorde | 10 | | | | 10,00 | | | |
| | Piscinas de truchas de consumo | 40 | | | | 40,00 | | | |
| | Piscinas de reproductores | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 56,00 | 300,00 | 16.800,00 |
| **049** | **Ud BOMBA DE AGUA** | | | | | | | | |
| | Bomba de agua centrífuga acero inox. 3000 W trif. modelo CEAN | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 1.054,00 | 1.054,00 |
| **E002** | **Ud MEDIDOR PARÁMETROS DE AGUA** | | | | | | | | |
| | Pilas de incubación | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | Pisicnas de recría | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | Piscinas de engorde | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | Pisicnas de truchas de consumo | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | Piscinas de reproductores | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | Balsas | 6 | | | | 6,00 | | | |
| | Salida balsas B6 | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 12,00 | 285,00 | 3.420,00 |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nave 1 | 1 | | 14,00 | 0,15 | 2,10 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 3.125,50 | 3.125,50 |
| **E004** | **Ud HIROLIMPIADORA A PRESIÓN** | | | | | | | | |
| | Hidrolimpiadoras instalaciones | 3 | | | | 3,00 | | | |
| | | | | | | | 3,00 | 630,00 | 1.890,00 |
| **E024** | **Ud INCUBADORAS CALIFORNIANAS** | | | | | | | | |
| | Nave dincubación y alevinaje | 23 | 5,00 | | | 115,00 | | | |
| | | | | | | | 115,00 | 25,95 | 2.984,25 |
| | **TOTAL CAPÍTULO CAPÍTULO 16 MAQUINARIA E INSTALACIONES ESP. .....** | | | | | | | | **73.224,81** |
| | TOTAL..... | | | | | | | | **2.686.095,22** |

# RESUMEN DE PRESUPUESTO

| CAPITULO | RESUMEN | EUROS | % |
|---|---|---|---|
| CAPITULO 1 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | 436.662,73 | 16,26 |
| CAPITULO 2 | RED HORIZONTAL DE SANEAMIENTO Y ACOMETIDAS A PISCINAS | 23.156,49 | 0,86 |
| CAPITULO 3 | CIMENTACIÓN | 1.966.136,28 | 73,20 |
| CAPITULO 4 | ESTRUCTURAS DE ACERO | 43.356,09 | 1,61 |
| CAPITULO 5 | CERRAMIENTOS Y TABIQUERIA | 26.976,52 | 1,00 |
| CAPITULO 6 | CUBIERTA | 27.071,14 | 1,01 |
| CAPÍTULO 7 | REVESTIMIENTOS Y PINTURAS | 18.510,13 | 0,69 |
| CAPÍTULO 8 | FALSOS TECHOS Y AISLAMIENTOS | 9.112,32 | 0,34 |
| CAPÍTULO 9 | APARATOS SANITARIOS Y MATERIAL DE VESTUARIOS | 1.952,63 | 0,07 |
| CAPÍTULO 10 | CARPINTERIA,CERRAJERIA Y VIDRIERA | 5.515,56 | 0,21 |
| CAPÍTULO 11 | MOBILIARIO | 801,21 | 0,03 |
| CAPÍTULO 12 | RED VERTICAL DE SANEAMIENTO | 2.376,86 | 0,09 |
| CAPÍTULO 13 | INSTALACIÓN DE FONTANERÍA | 1.573,30 | 0,06 |
| CAPÍTULO 14 | INSTALACIÓN ELÉCTRICA | 47.006,06 | 1,75 |
| CAPÍTULO 15 | INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS | 2.663,09 | 0,10 |
| CAPÍTULO 16 | MAQUINARIA E INSTALACIONES ESP. | 73.224,81 | 2,73 |
| | **TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL** | **2.686.095,22** | |
| 13,00 % Gastos generales | 349.192,38 | | |
| 6,00 % Beneficio industrial | 161.165,71 | | |
| | SUMA DE G.G. y B.I. | 510.358,09 | |
| 16,00 % I.V.A. | | 511.432,53 | |
| | **TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA** | **3.707.885,84** | |
| | **TOTAL PRESUPUESTO GENERAL** | **3.707.885,84** | |

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de TRES MILLONES SETECIENTOS SIETE MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

, a 19 de septiembre de 2016.

**La propiedad** **La dirección facultativa**

escuela politécnica superior de huesca

**TRABAJO DE FIN DE CARRERA DE**

**INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TÍTULO**

# Proyecto de piscifactoría de trucha arcoíris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

## Anejo XI - Planos


| | |
|---|---|
| **AUTOR:** | **Miguel Ángel Márquez Lapuente** |
| **ENSEÑANZA:** | **Ingeniería Agrónoma** |
| **DIRECTOR:** | **Juan Escós Quílez** |
| **FECHA:** | **Octubre 2016** |

**ÍNDICE**

PLANO 1.- LOCALIZACIÓN

PLANO 2.- EMPLAZAMIENTO Y SITUACIÓN DE INSTALACIONES

PLANO 3.- NAVE DE INCUBACIÓN Y ALEVINAJE

PLANO 4.- FACHADAS DE NAVE DE INCUBACIÓN Y ALEVINAJE

PLANO 5.- ALMACÉN, ASEOS, OFICINA Y LABORATORIO

PLANO 6.- FACHADAS ALMACÉN, ASEOS, OFICINA Y LABORATORIO

PLANO 7.- ZAÀTAS NAVES

PLANO 8.- CANALIZACIONES EN LA EXPLOTACIÓN

PLANO 9.- PISCINA DE RECRÍA

PLANO 10.- PISCINA DE ENGORDE

PLANO 11.- PISCINA DE TRUCHAS DE CONSUMO

PLANO 12.- PISCINA DE REPRODUCTORES

PLANO 13.- BALSA B1

PLANO 14.- BALSAS B2, B3 Y B5

PLANO 15.- BALSA B4

PLANO 16.- BALSA B6

PLANO 17.- FORJADO DE NAVES Y PISCINAS

PLANO 18.- CANALIZACIÓN AGU NAVE 2

PLANO 19.- DIAGRAMA UNIFILAR

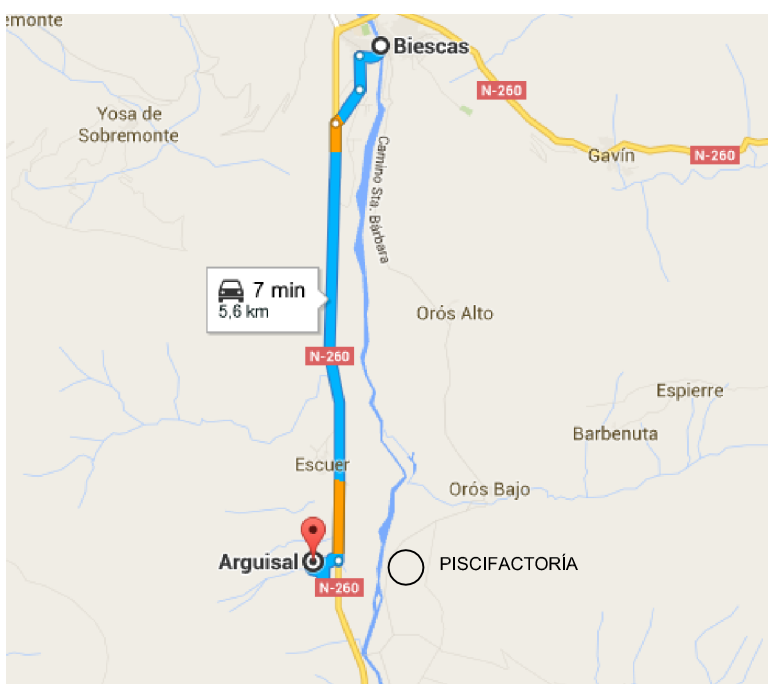
PLANO 20.- ACCESO INSTALACIONES









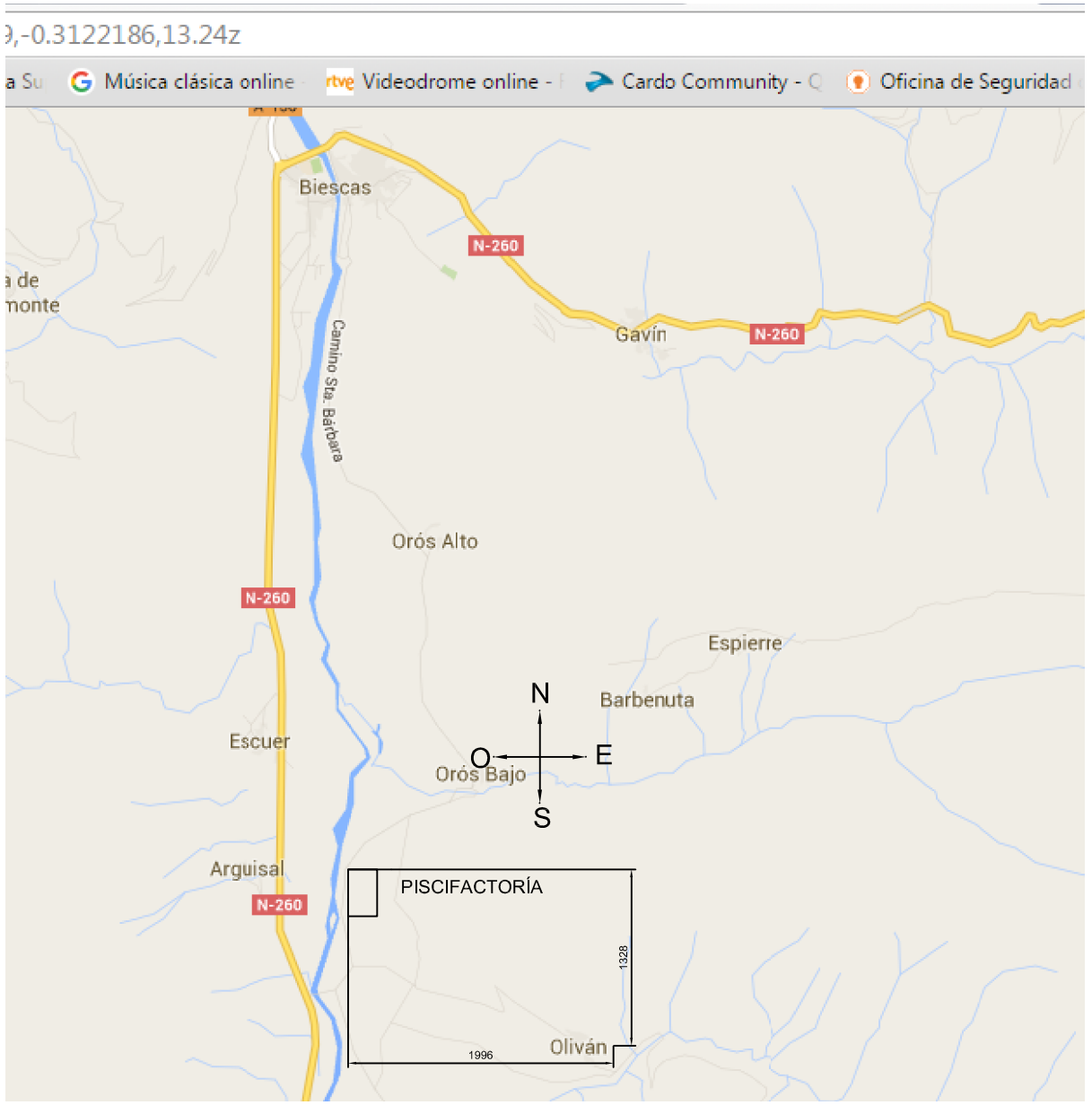

Miguel Ángel Márquez Lapuente

Escuela Politécnica Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

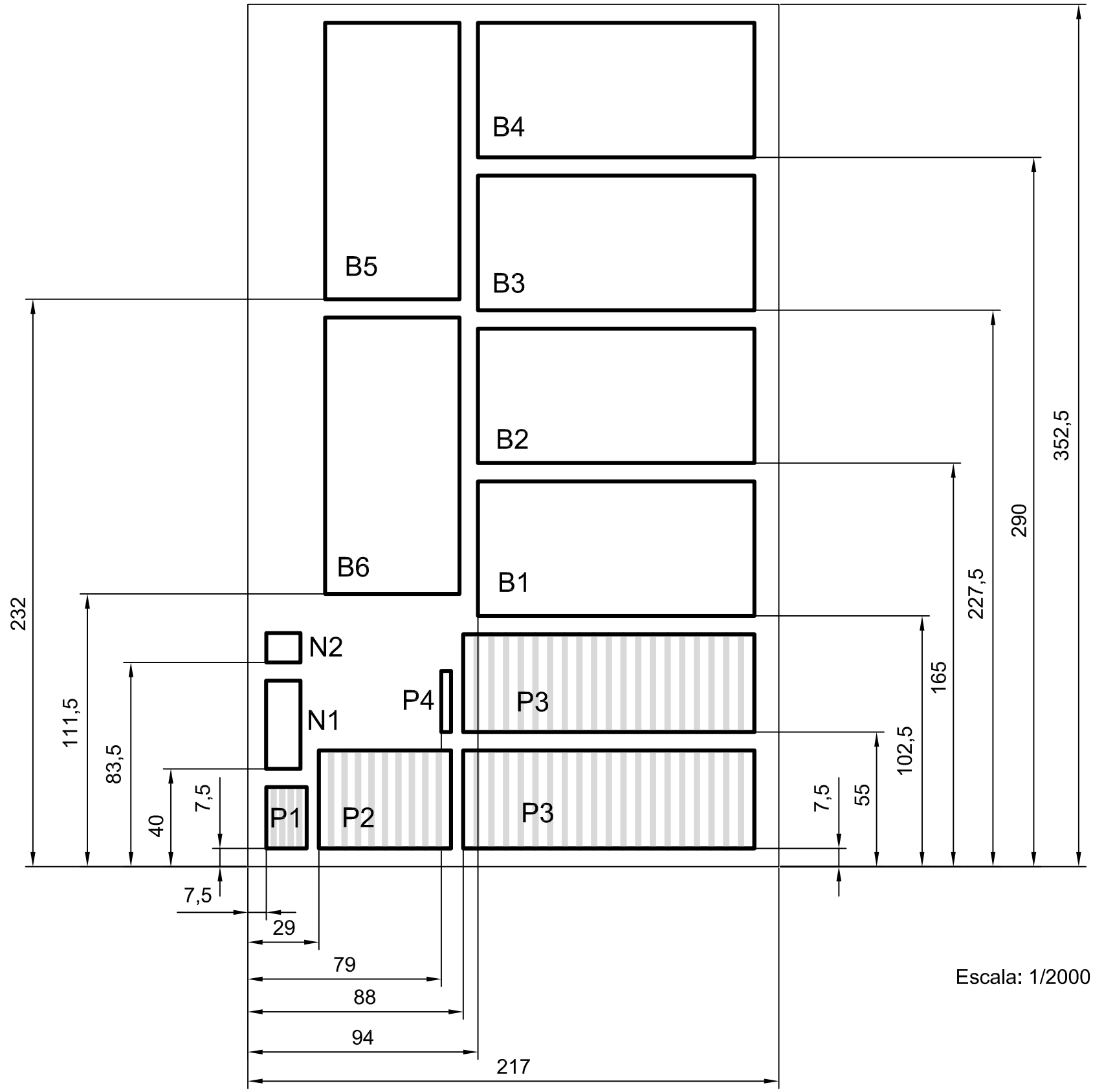
Proyecto de piscifactoría de trucha arcoiríris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

# LOCALIZACIÓN

Fecha: 1-9-16
Escala: S/E
Plano nº 1




Escala: 1/20000




Escala: 1/2000

P1: PISCINA DE RECRÍA 25mx2.5m

P2: PISCINA DE ENGORDE 40mx4.5m

P3: PISCINA DE TRUCHAS DE CONSUMO 40mx5m

P4: PISCINA DE REPRODUCTORES 25mx4m

N1: NAVE DE INCUBACIÓN Y ALEVINAJE 36mx14m

N2: ALMACÉN, OFICINA, LABORATORIO, ASEO 12mx14m

Bi: BALSAS DE DECANTACIÓN Y FILTRADO 113mx55m

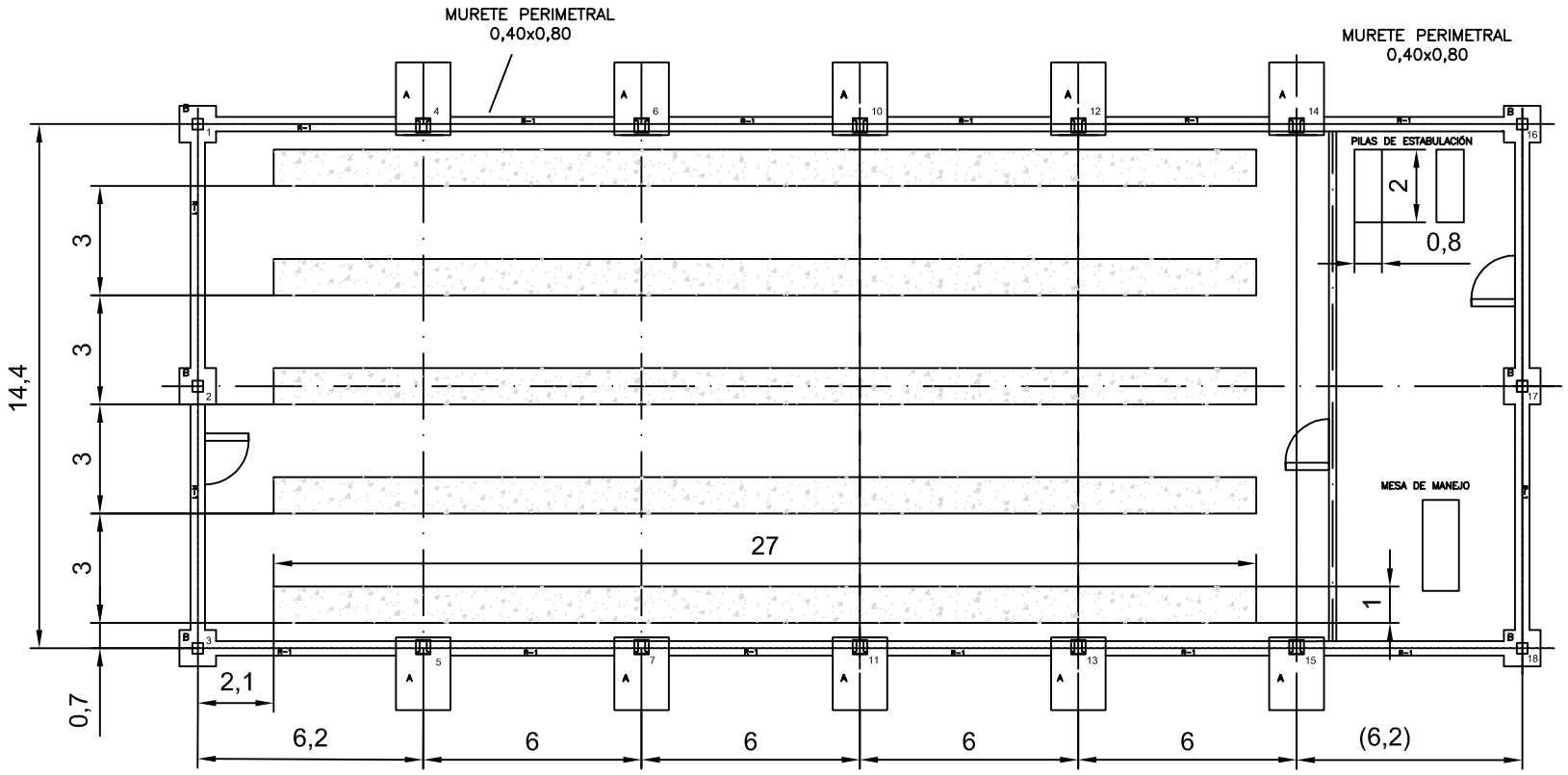
Miguel Ángel Márquez Lapuente

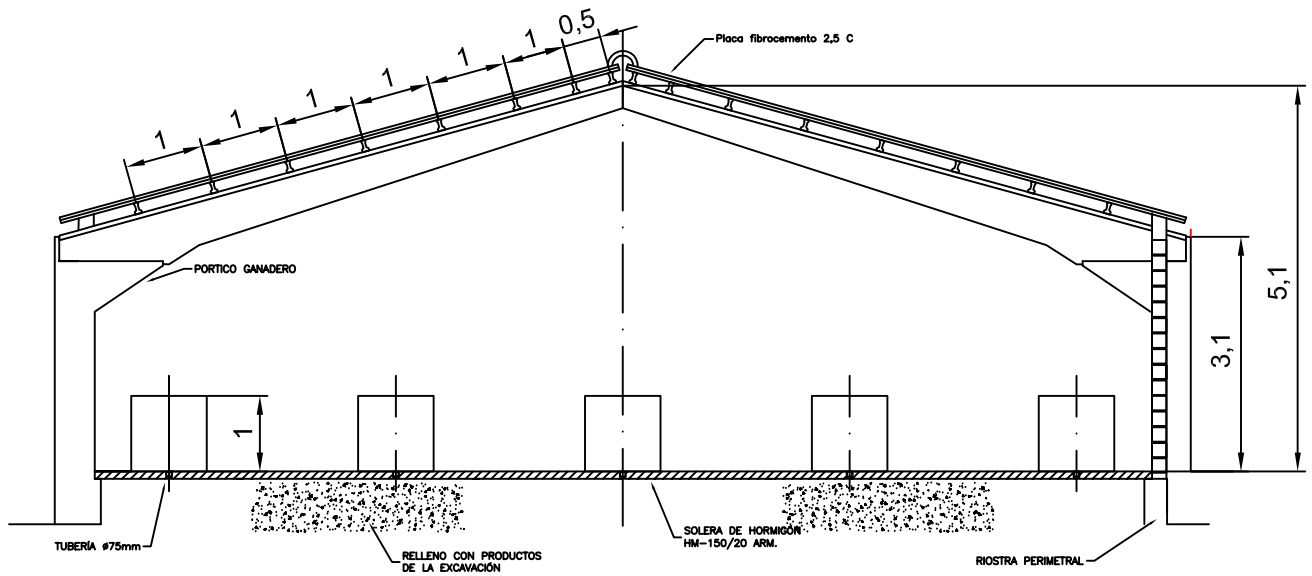
Escuela Politécnica Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

Proyecto de piscifactoría de trucha arcoiríris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

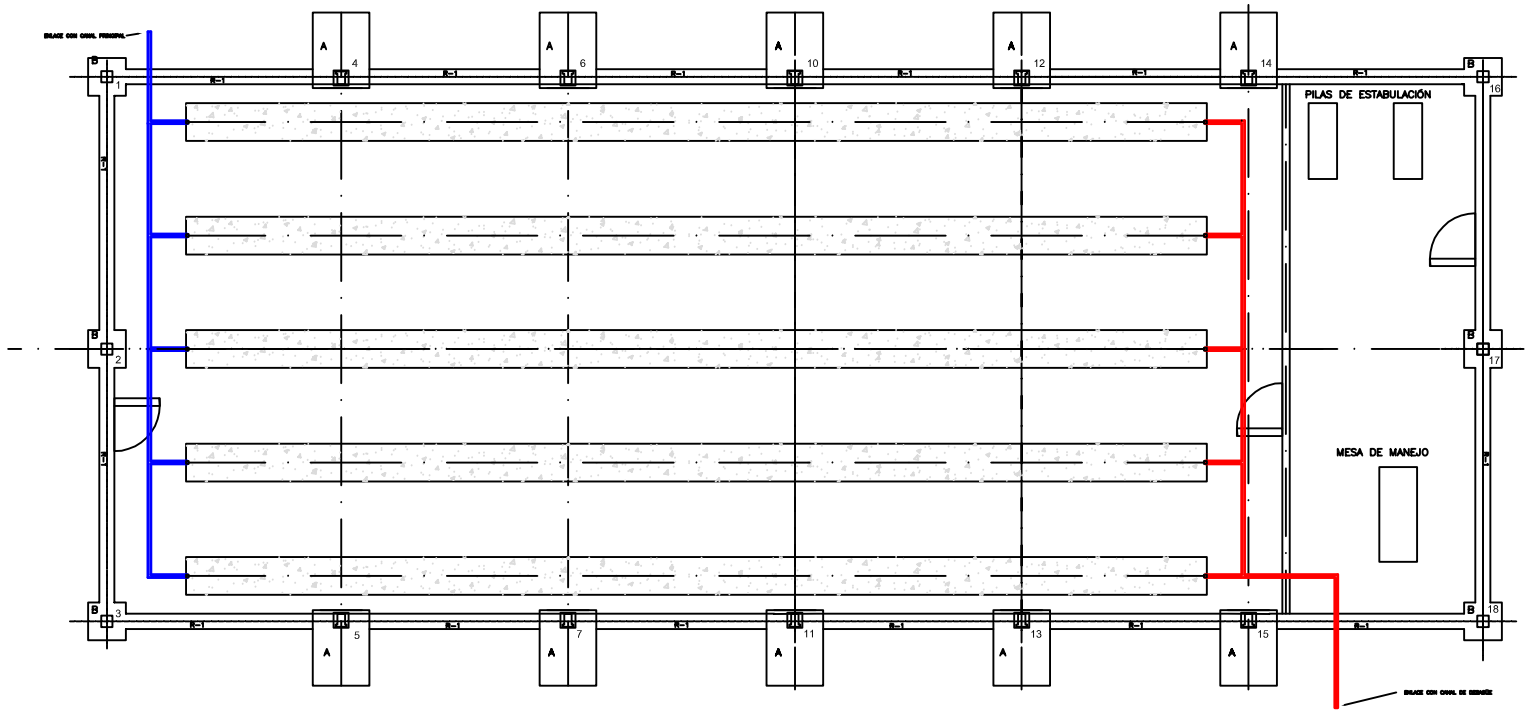
# EMPLAZAMIENTO Y SITUACIÓN DE INSTALACIONES

Fecha: 1-9-16
Escala:
Plano nº 2




Escala: 1/100



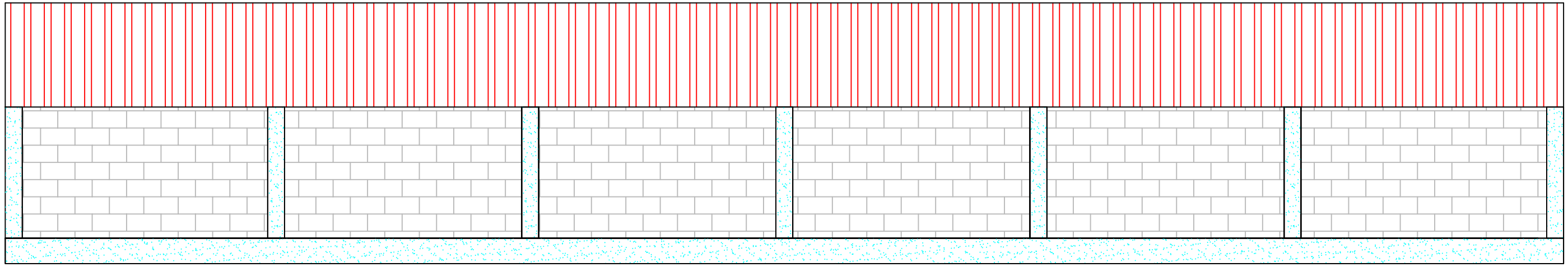

Miguel Ángel Márquez Lapuente

Escuela Politécnica Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

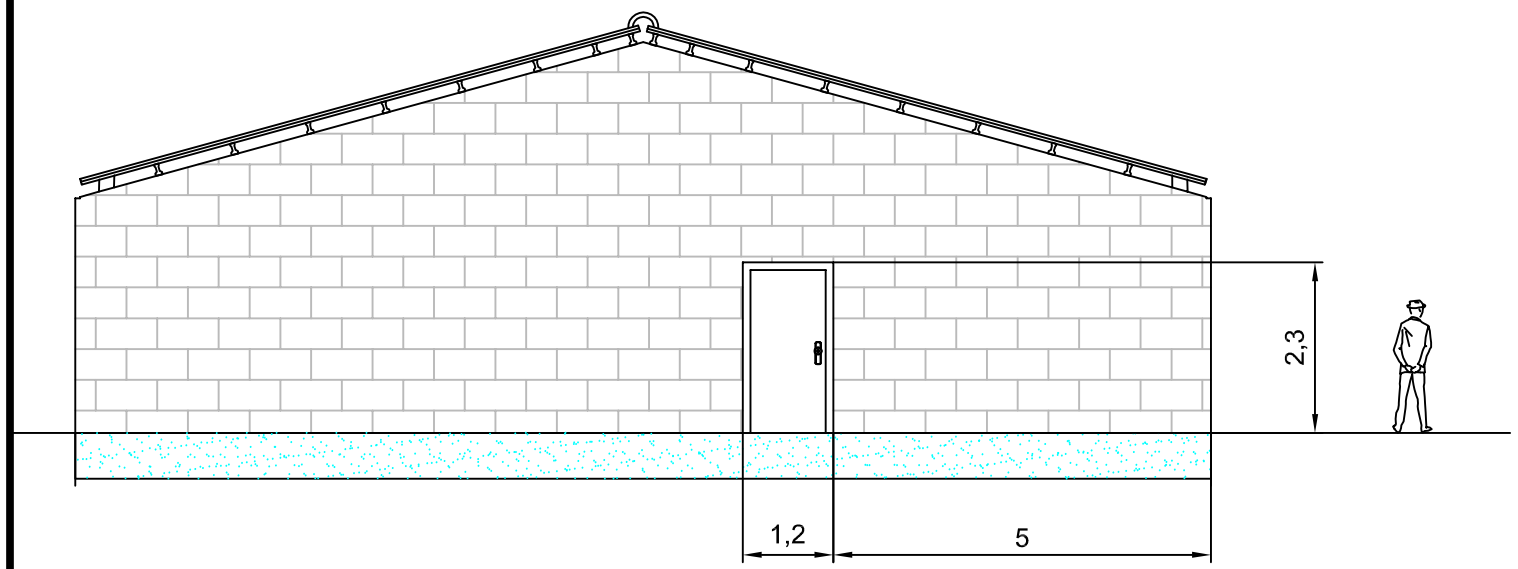
Proyecto de piscifactoría de trucha arcoiríris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

# NAVE DE INCUBACIÓN Y ALEVINAJE

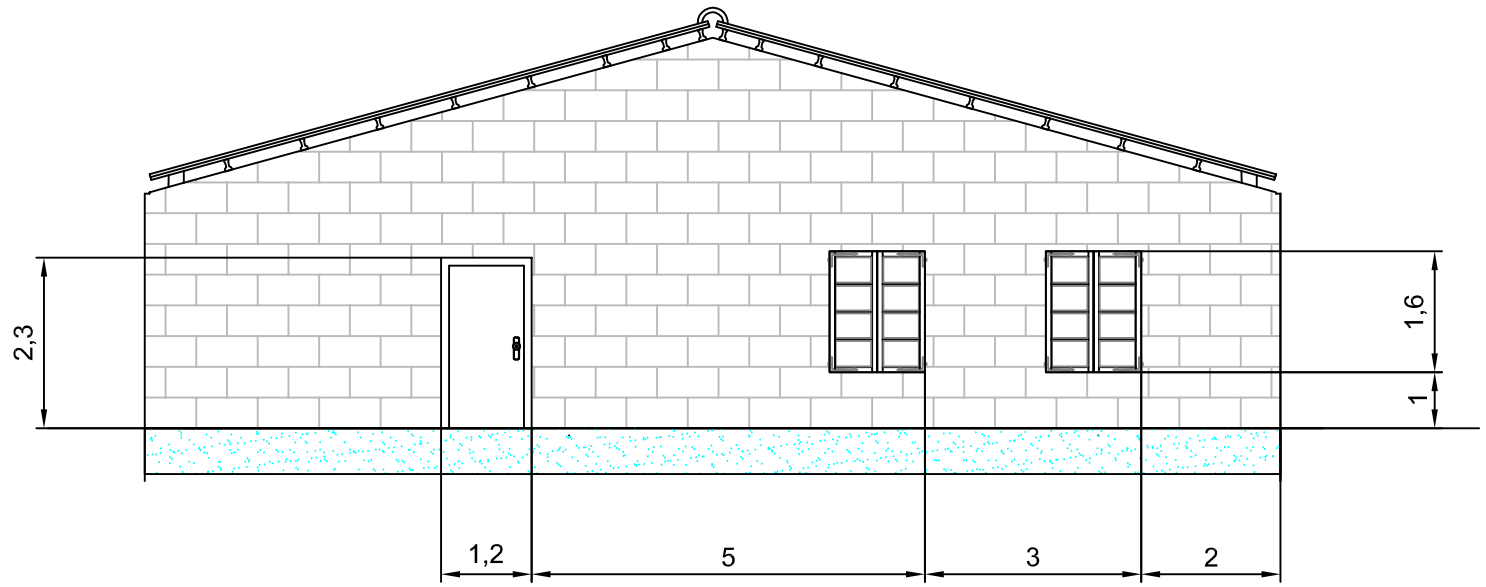
Fecha: 1-9-16
Escala: 1/200
Plano nº 3



FACHADAS




ALZADO SUR-NORTE




ALZADO NORTE-SUR

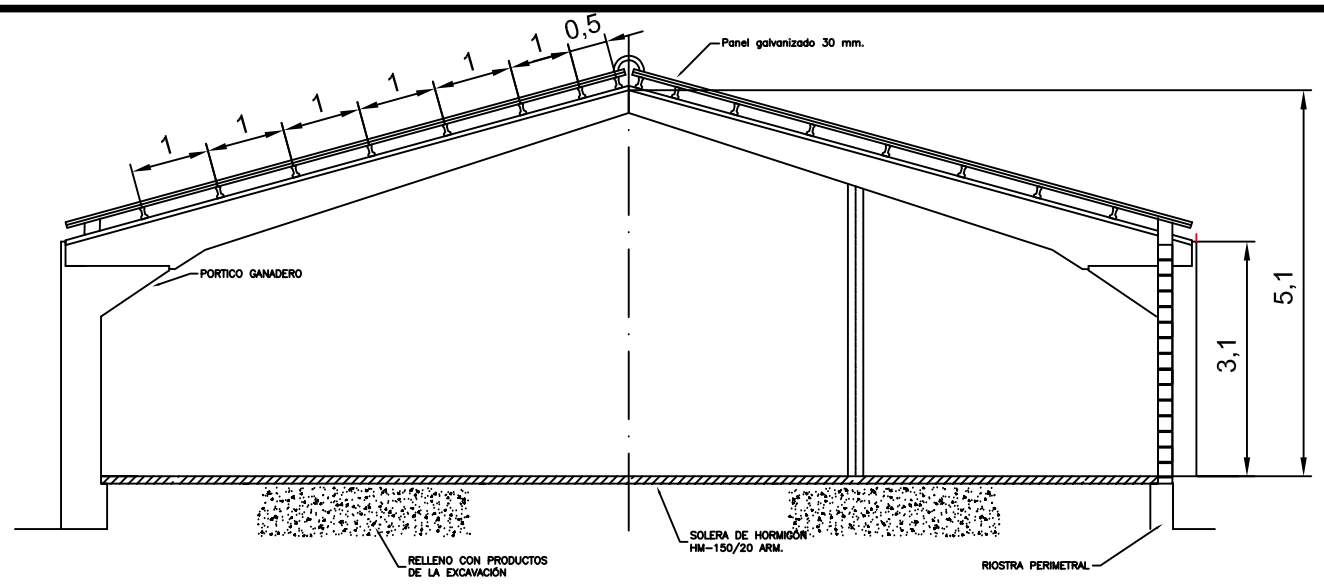
Miguel Ángel Márquez Lapuente

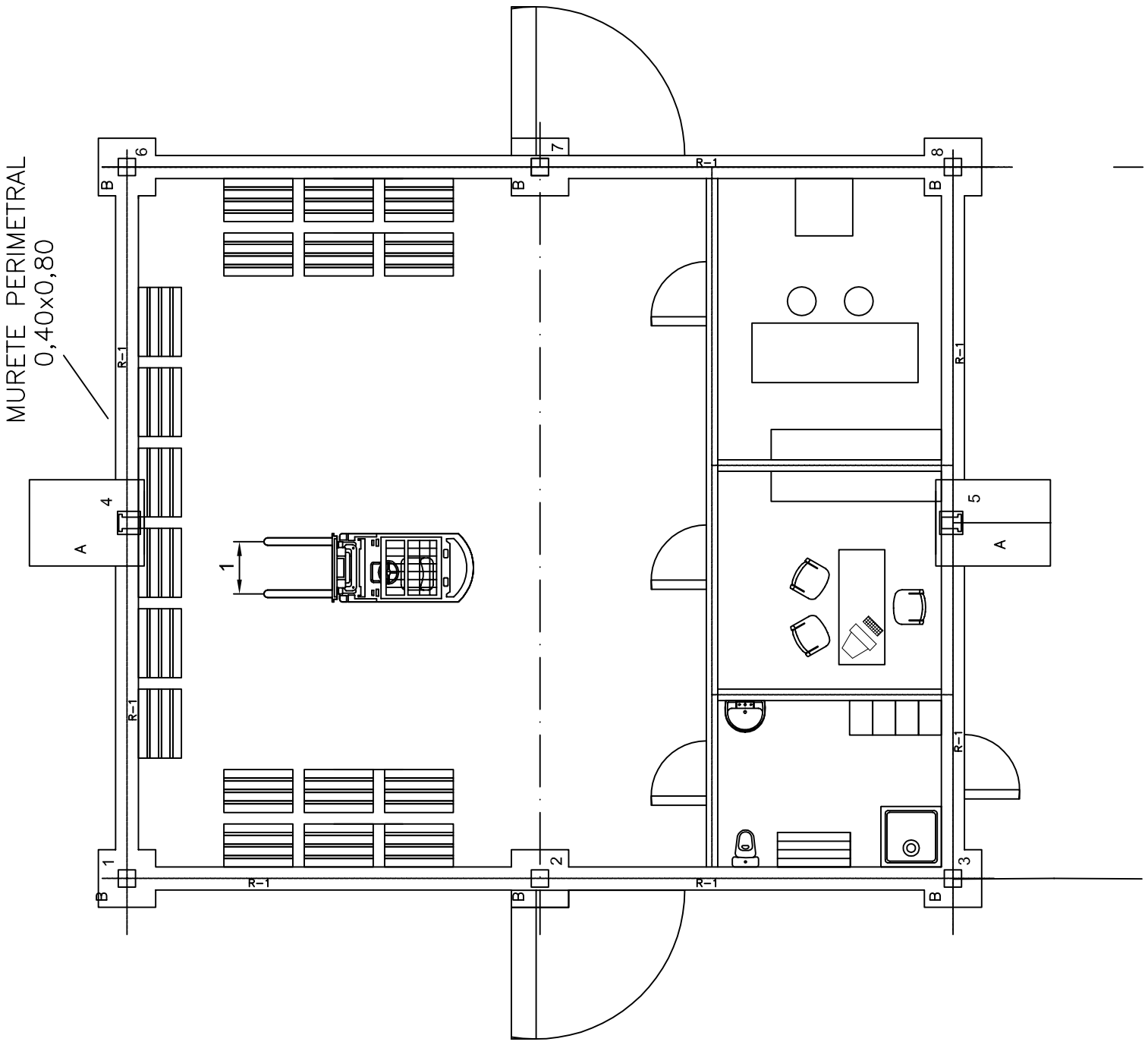
Escuela Politécnica Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

Proyecto de piscifactoría de trucha arcoiríris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

FACHADAS DE NAVE DE INCUBACIÓN Y ALEVINAJE

Fecha: 1-9-16
Escala: 1/100
Plano nº 4



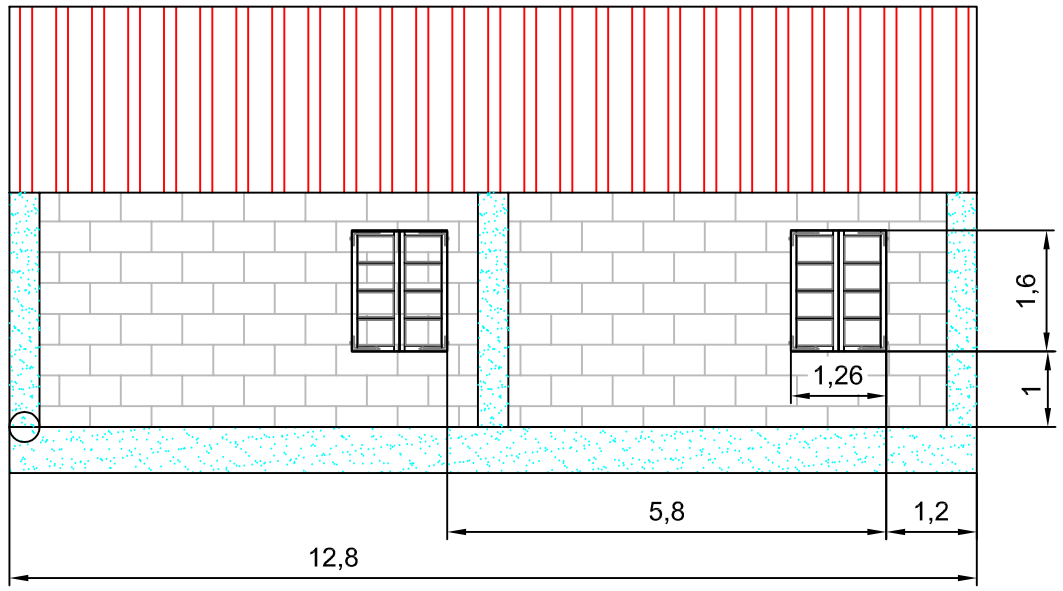

Miguel Ángel Márquez Lapuente

Escuela Politécnica Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

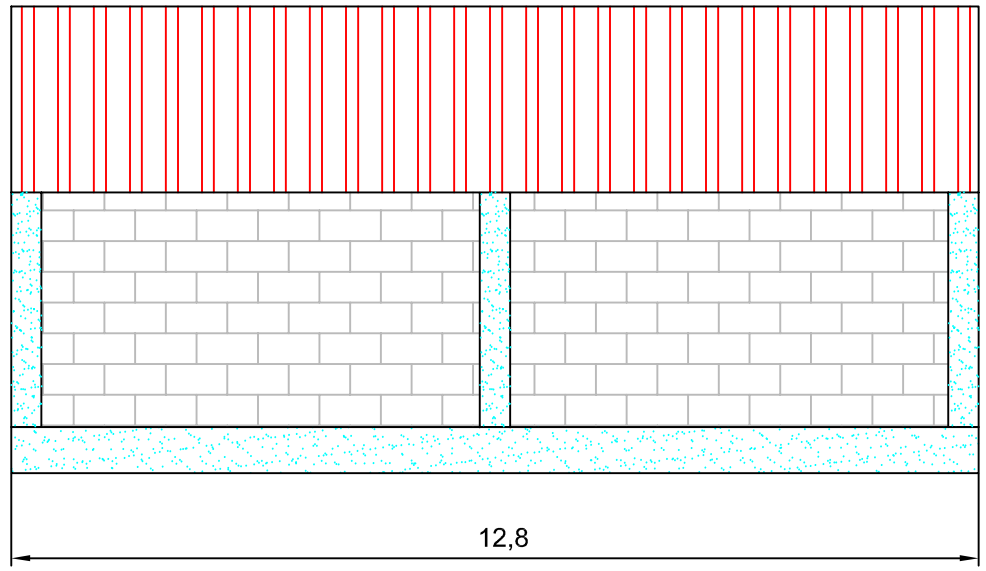
Proyecto de piscifactoría de trucha arcoiríris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

# ALMACÉN, ASEOS, OFICINA Y LABORATORIO

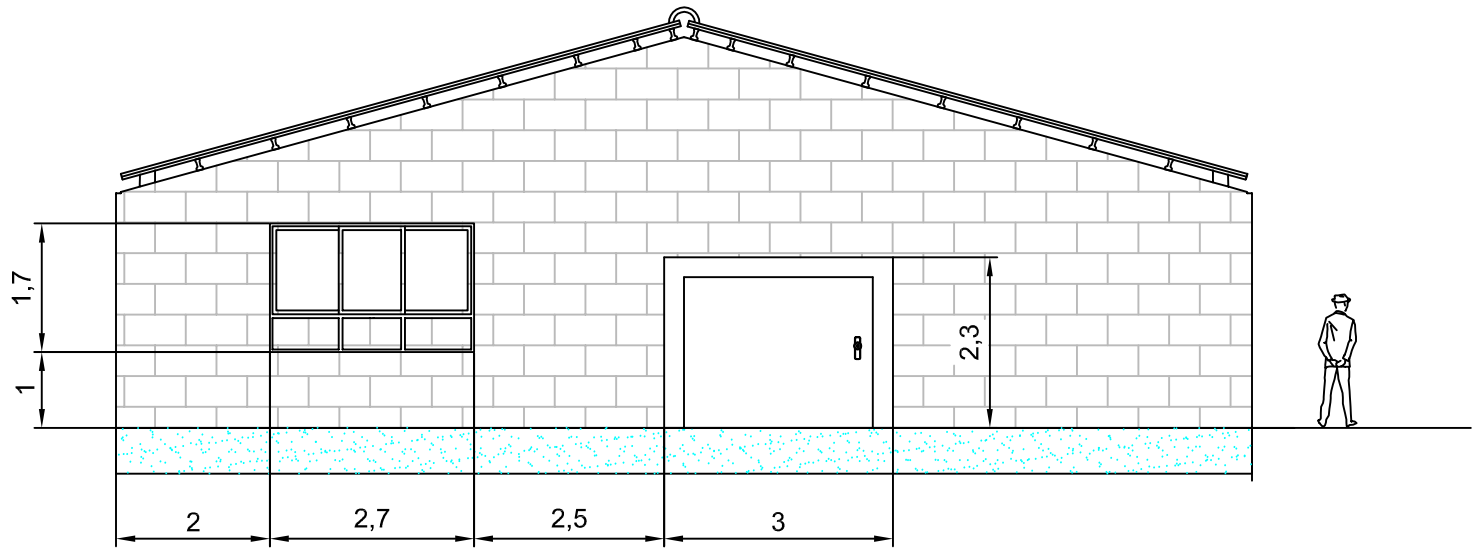
Fecha: 1-9-16
Escala: 1/100
Plano nº 5



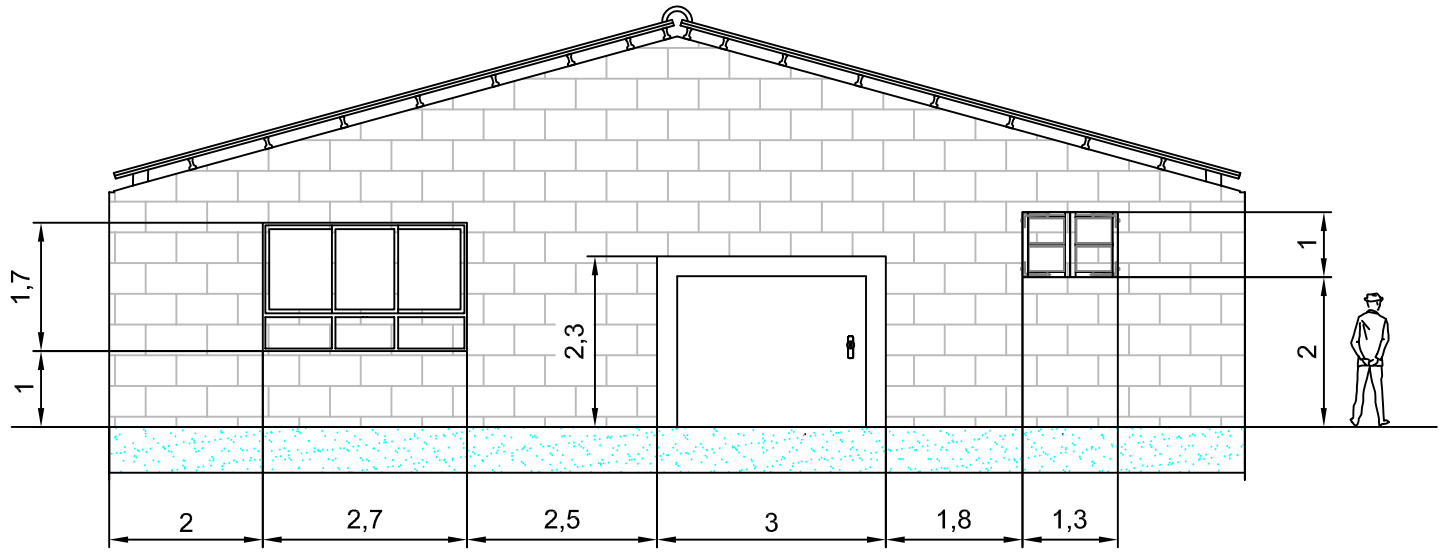

FACHADA ESTE




FACHADA OESTE




ALZADO NORTE-SUR




ALZADO SUR-NORTE

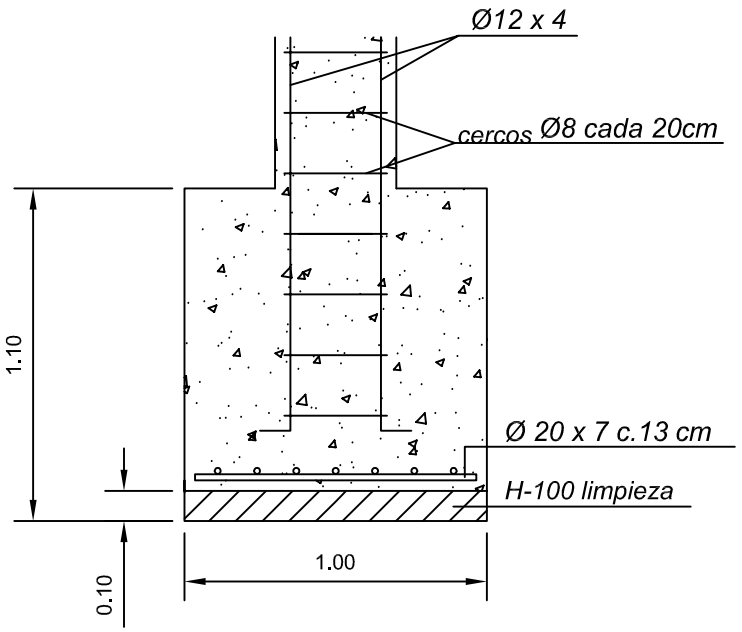
Miguel Ángel Márquez Lapuente

Escuela Politécnica Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

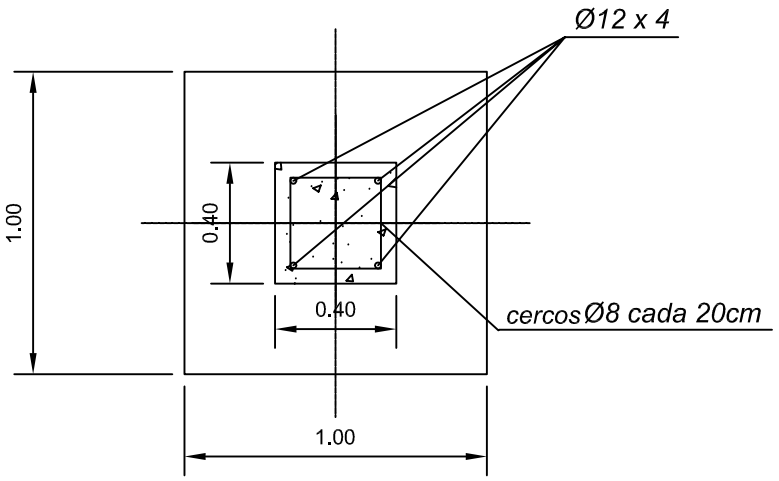
Proyecto de piscifactoría de trucha arcoiríris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

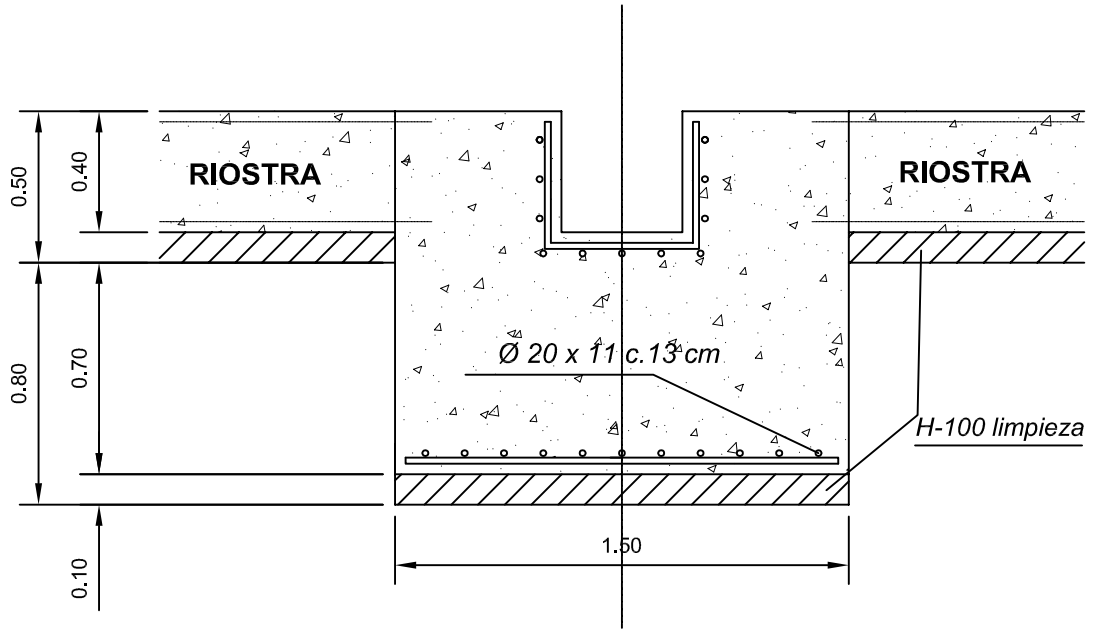
# FACHADAS ALMACÉN, ASEOS, OFICINA Y LABORATORIO

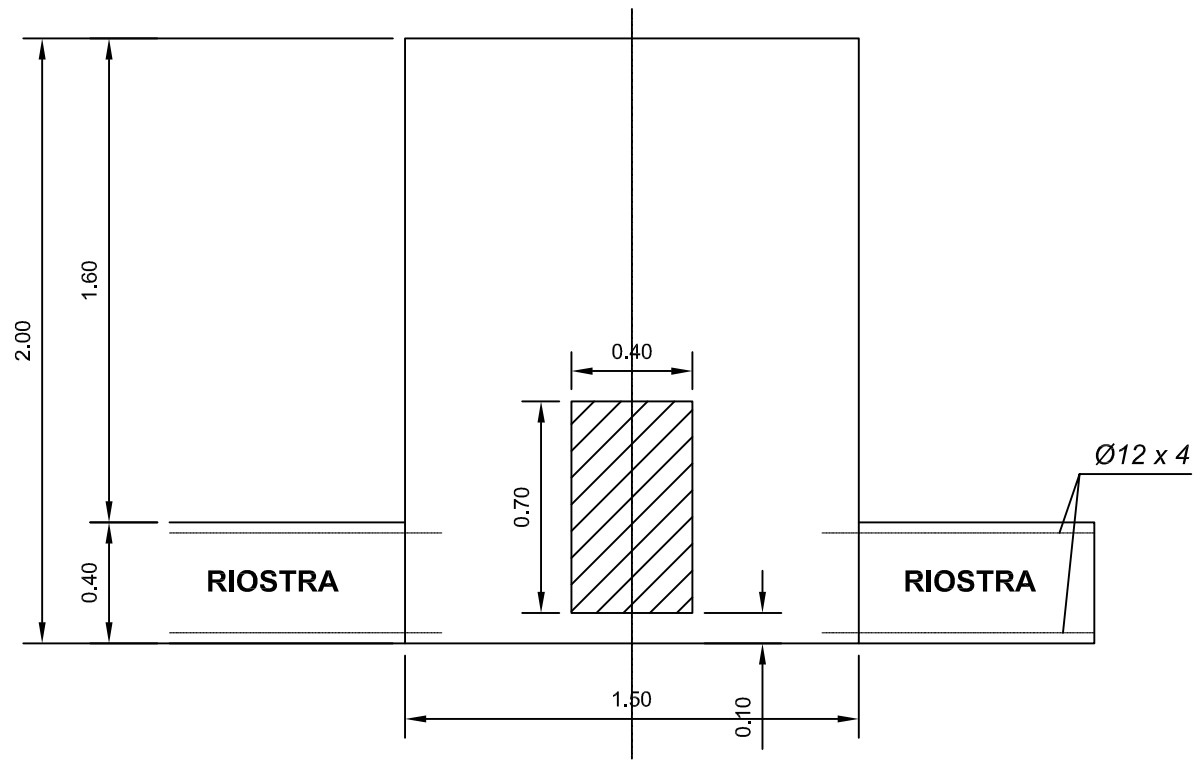
Fecha: 1-9-16
Escala: 1/100
Plano nº 6



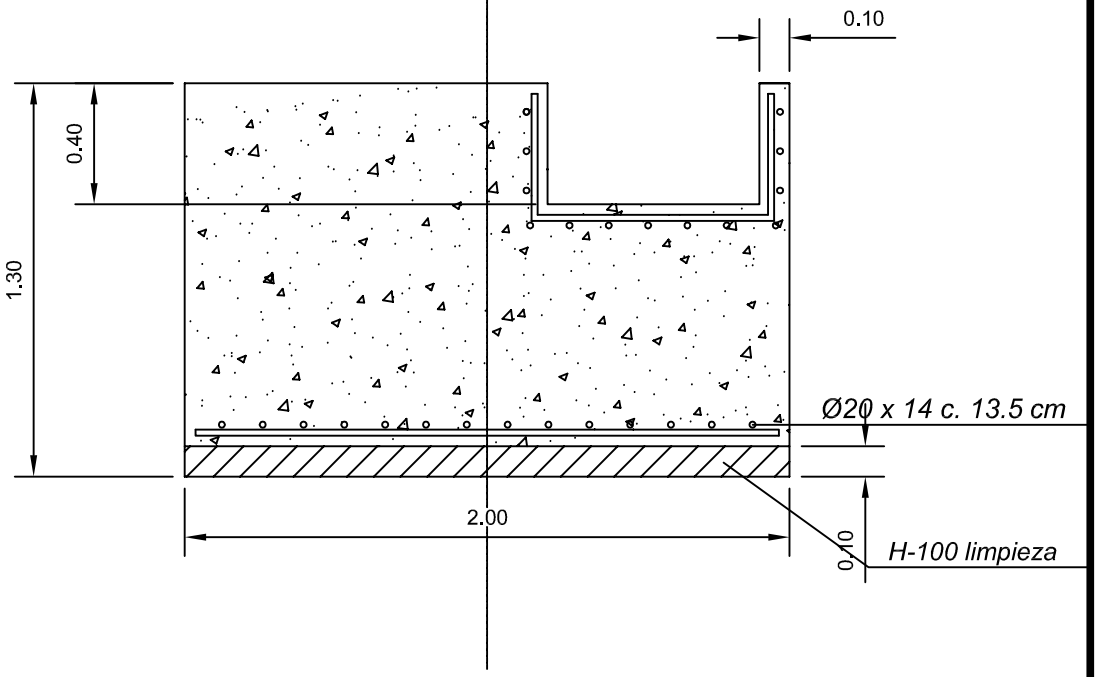

ZAPATA PILAR HASTIAL

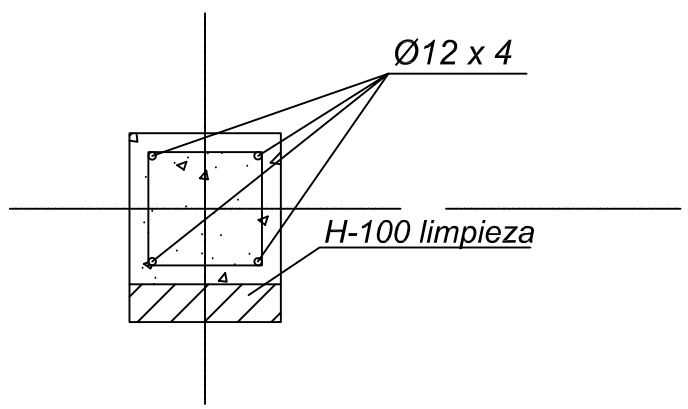



ZAPATA PÓRTICO




Escala: 1/20

DETALLE RIOSTRA

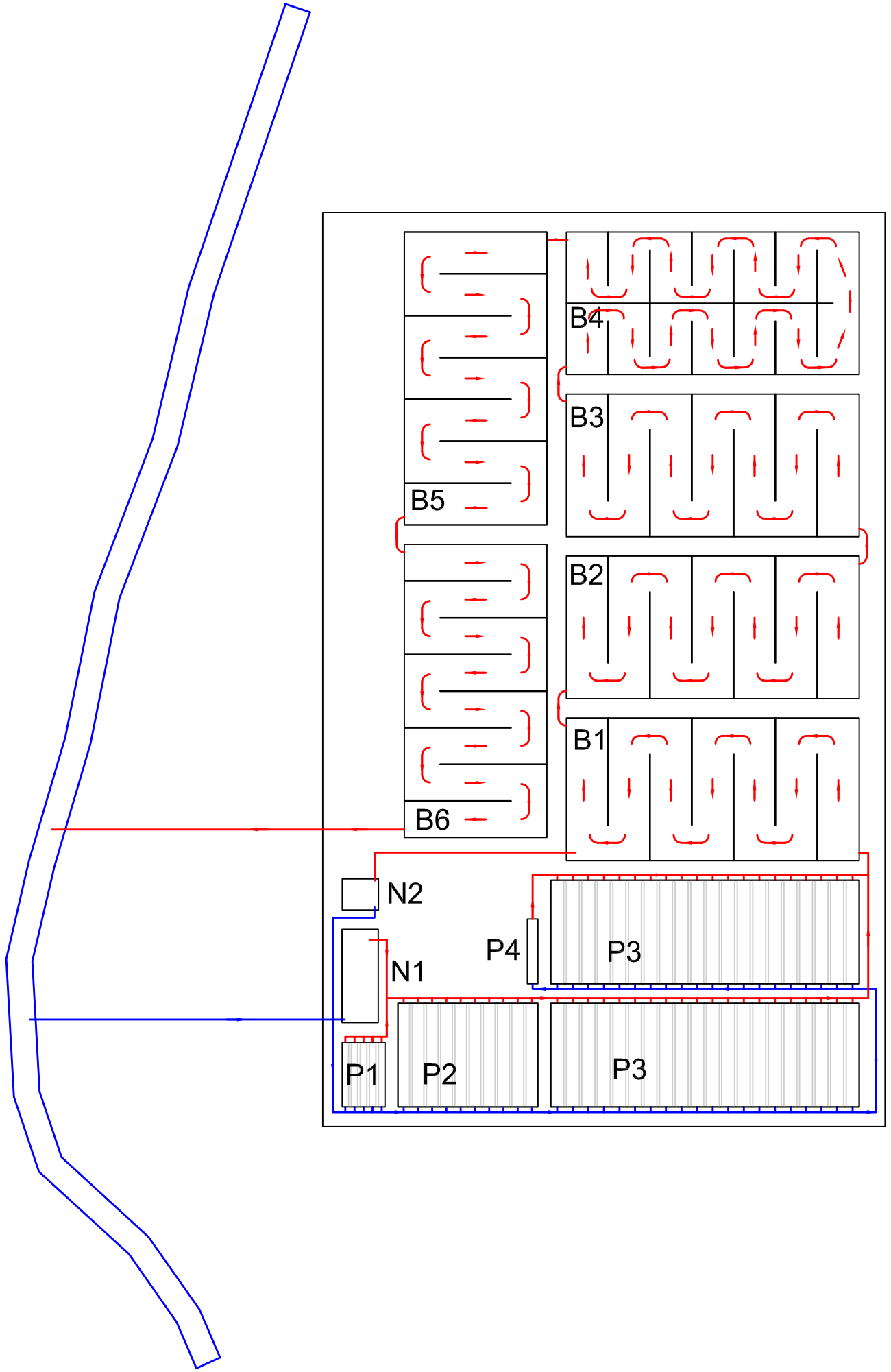
Miguel Ángel Márquez Lapuente

Escuela Politécnica Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

Proyecto de piscifactoría de trucha arcoiríris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

ZAPATAS NAVES

Fecha: 1-9-16
Escala: 1/250
Plano nº 7




FLUJO DE AGUA RESIDUAL ENTRANTE

FLUJO DE AGUA RESIDUAL SALIENTE

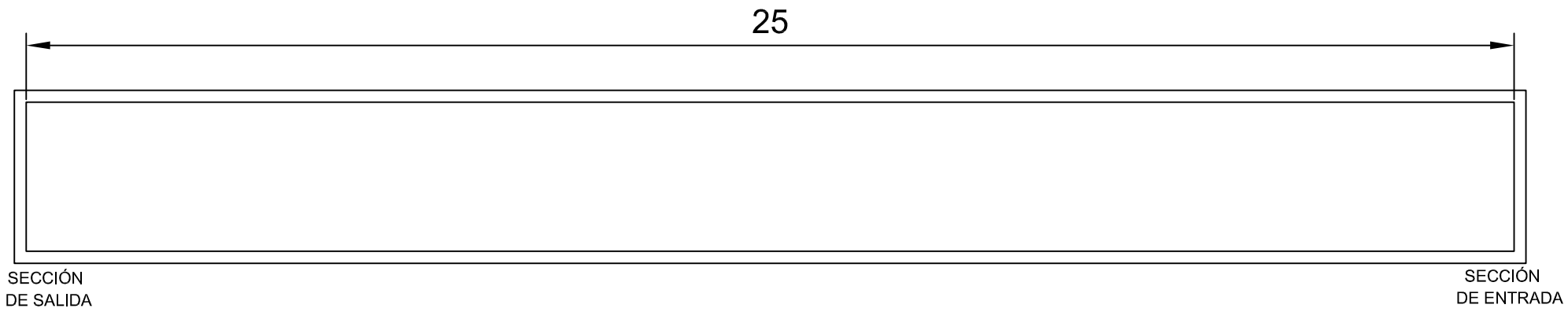
Miguel Ángel Márquez Lapuente

Escuela Politécnica Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

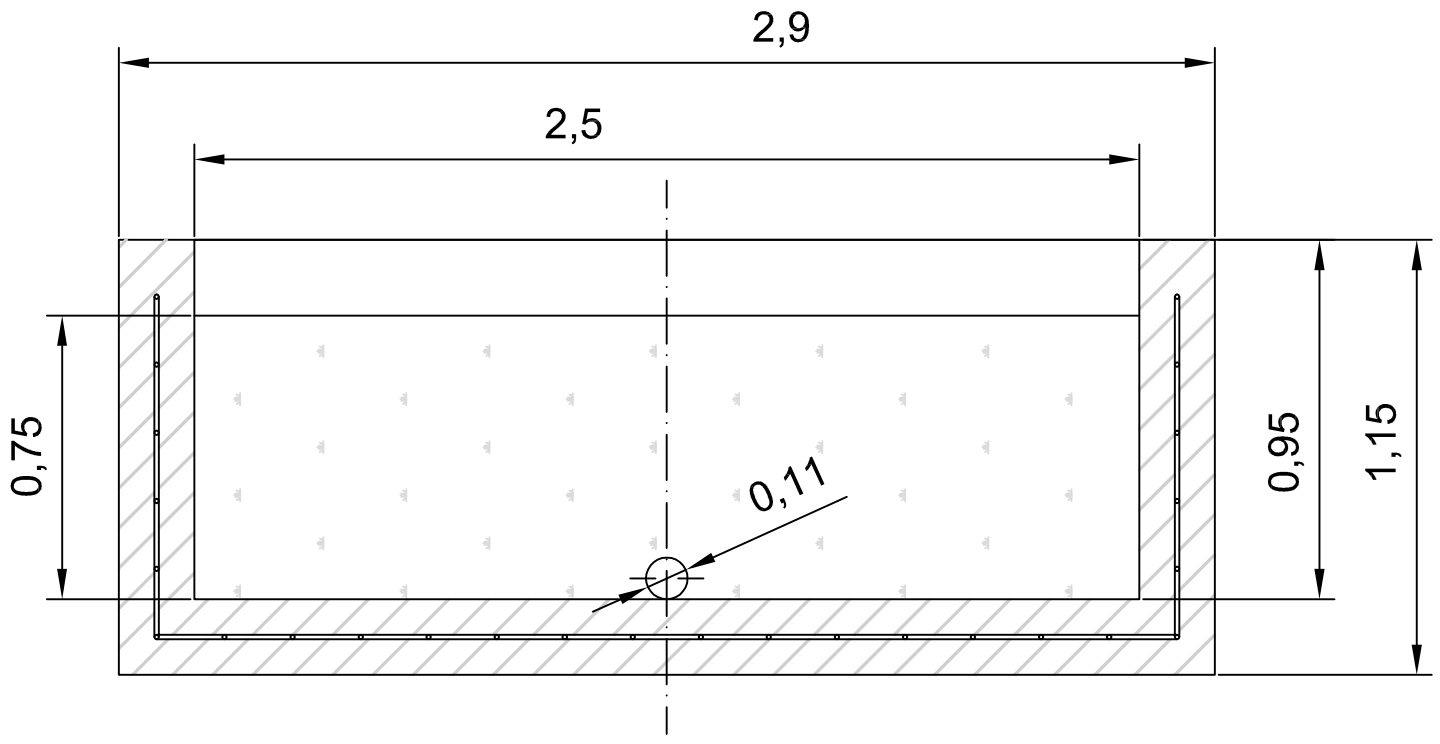
Proyecto de piscifactoría de trucha arcoiríris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

# CANALIZACIONES EN LA EXPLOTACIÓN

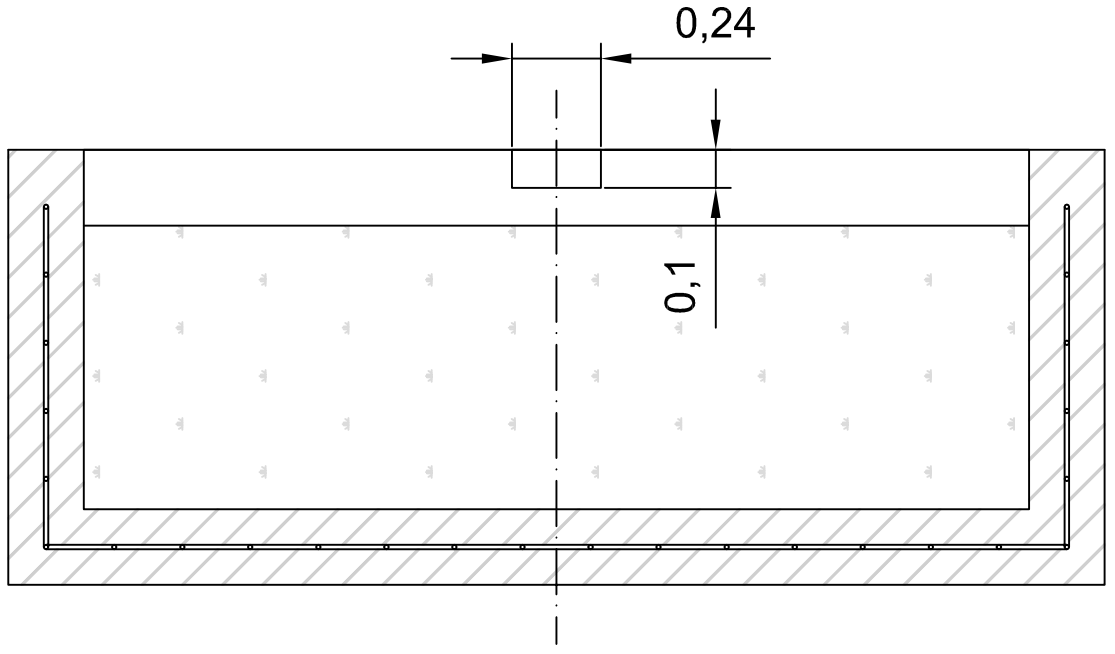
Fecha: 1-9-16
Escala: 1/2000
Plano nº 8




Escala: 1/100




SECCIÓN DE SALIDA




SECCIÓN DE ENTRADA

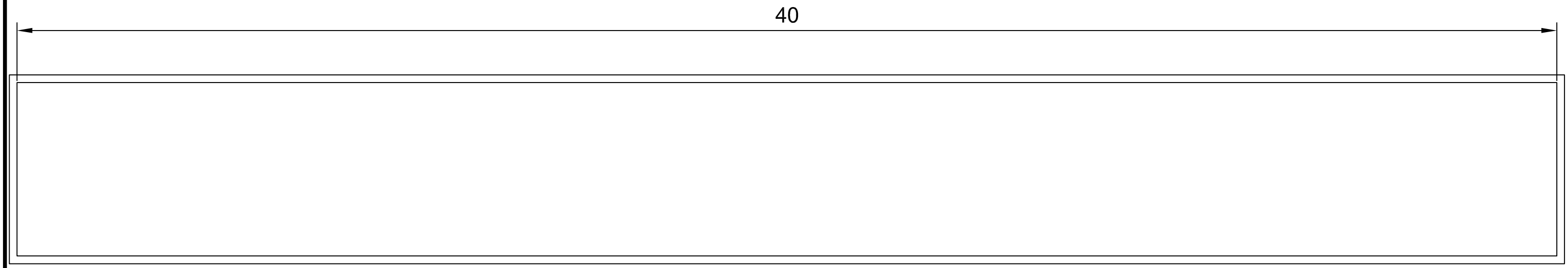
Miguel Ángel Márquez Lapuente

Escuela Politécnica Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

Proyecto de piscifactoría de trucha arcoiríris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

# PISCINA DE RECRÍA

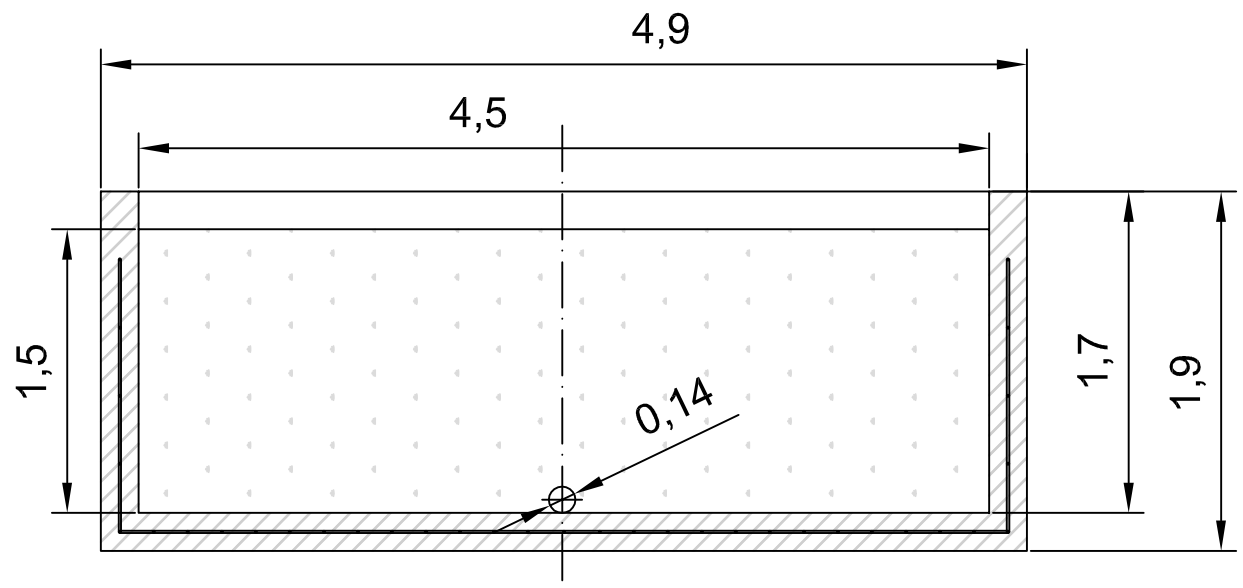
Fecha: 1-9-16
Escala: 1/20
Plano nº 9



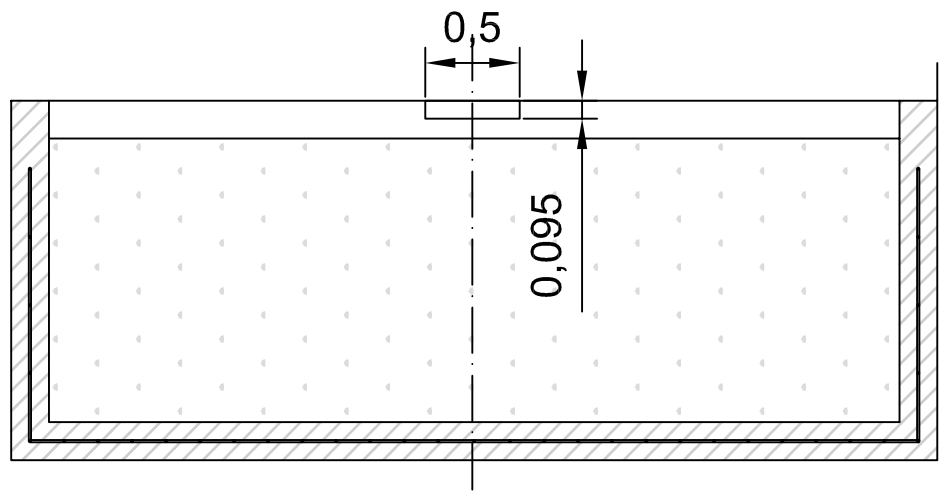

SECCIÓN
DE SALIDA

SECCIÓN
DE ENTRADA

Escala: 1/100




SECCIÓN DE SALIDA




SECCIÓN DE ENTRADA

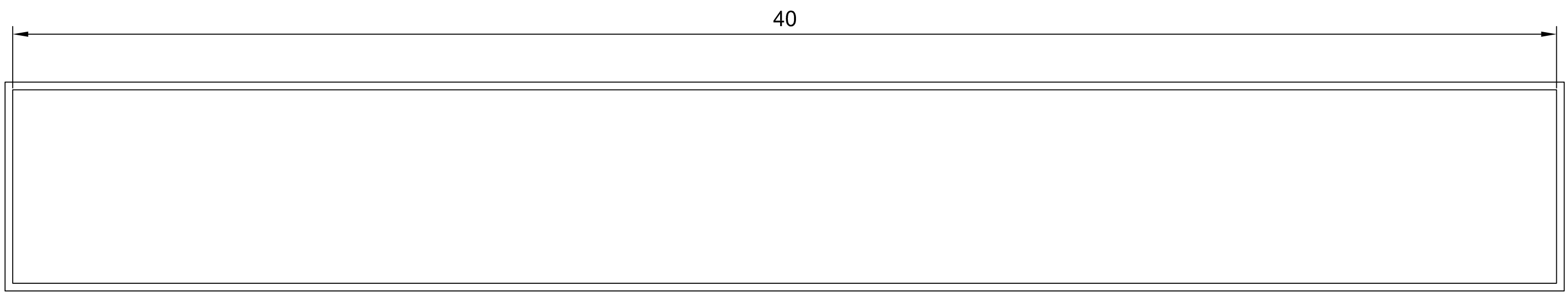
Miguel Ángel Márquez Lapuente

Escuela Politécnica Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

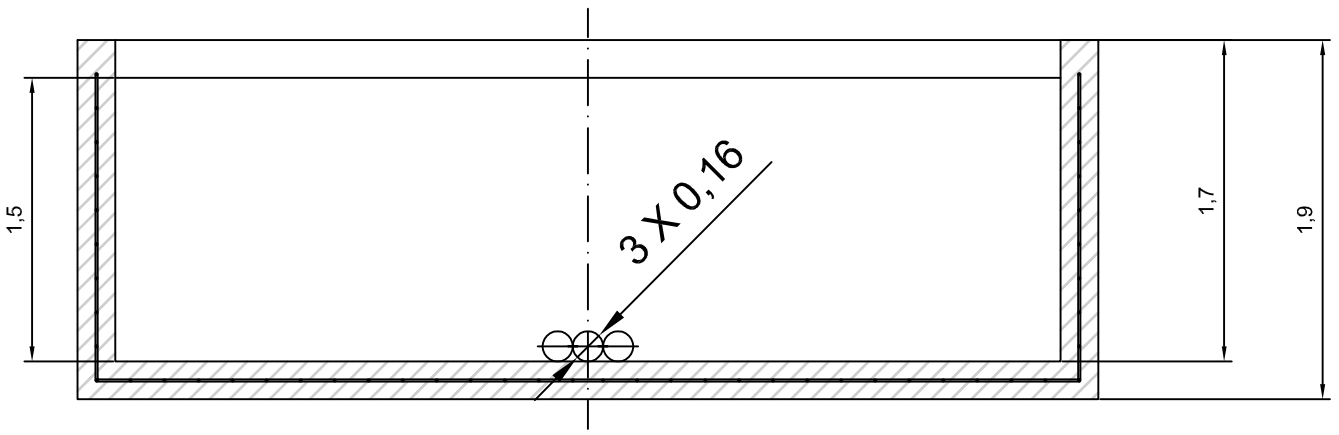
Proyecto de piscifactoría de trucha arcoiríris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

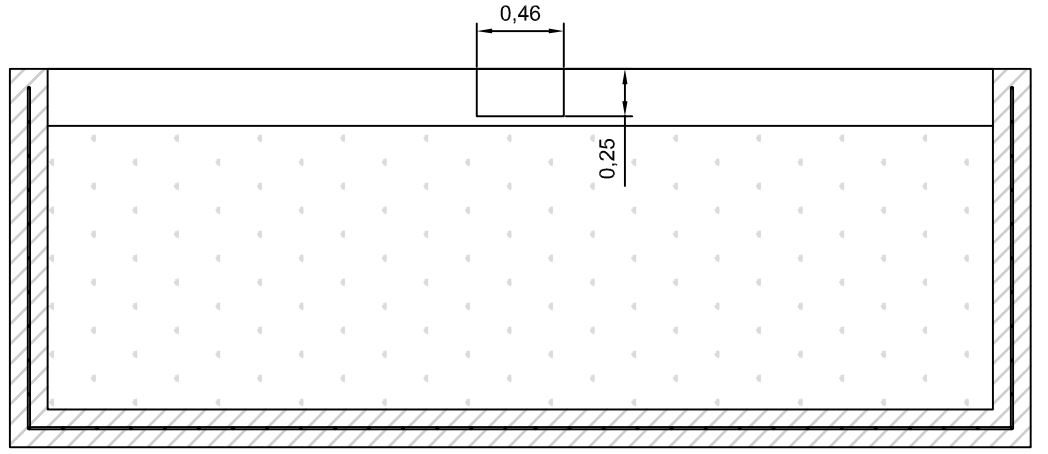
PISCINA DE ENGORDE

Fecha: 1-9-16
Escala: 1/40
Plano nº 10




Escala: 1/100



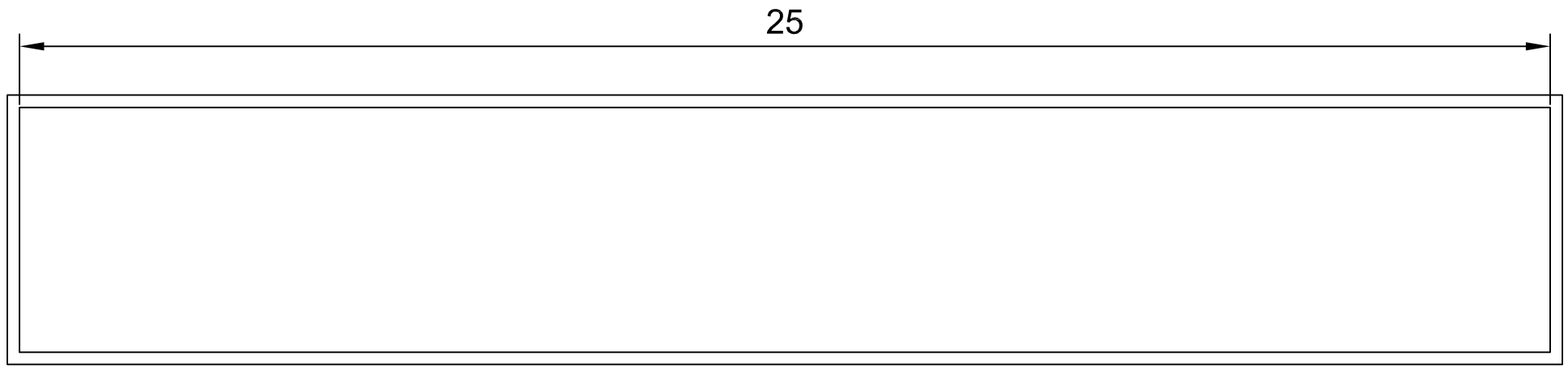

Miguel Ángel Márquez Lapuente

Escuela Politécnica Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

Proyecto de piscifactoría de trucha arcoiríris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

# PISCINA DE TRUCHAS DE CONSUMO

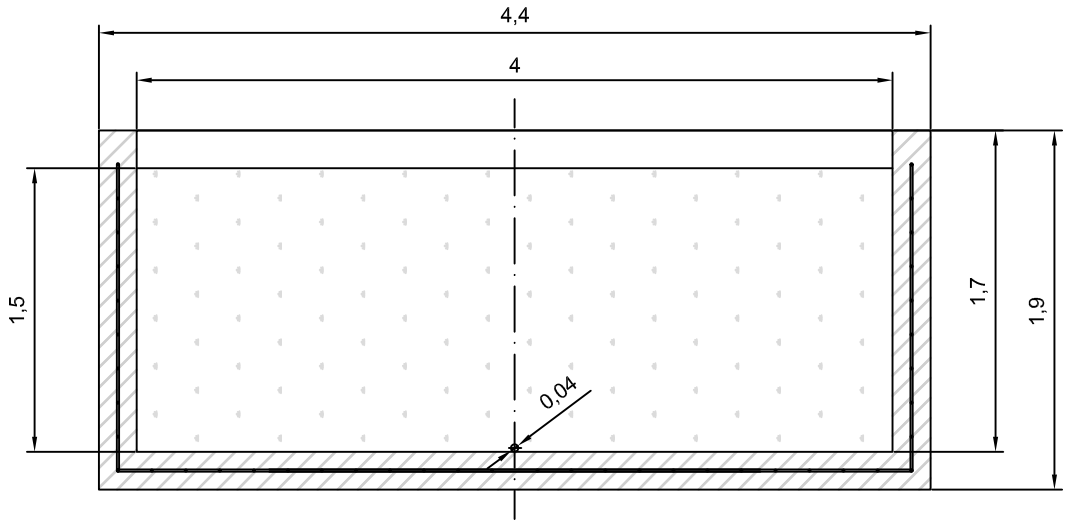
Fecha: 1-9-16
Escala: 1/20
Plano nº 11



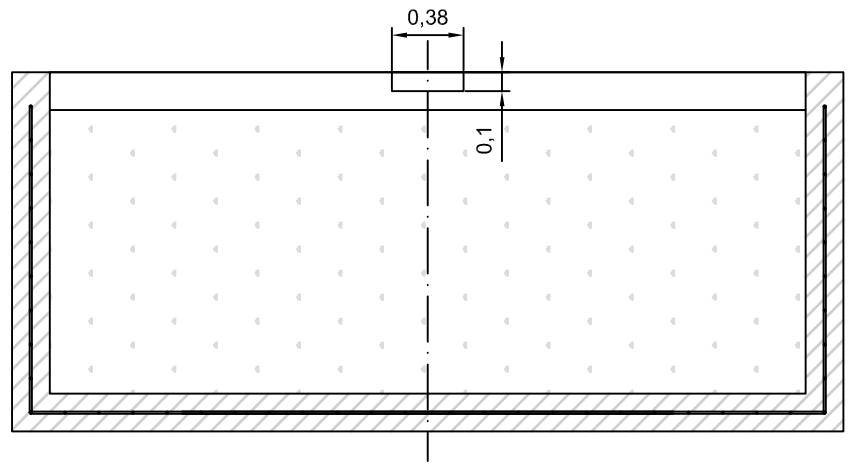

SECCIÓN
DE SALIDA

SECCIÓN
DE ENTRADA

Escala: 1/100




SECCIÓN DE SALIDA




SECCIÓN DE ENTRADA

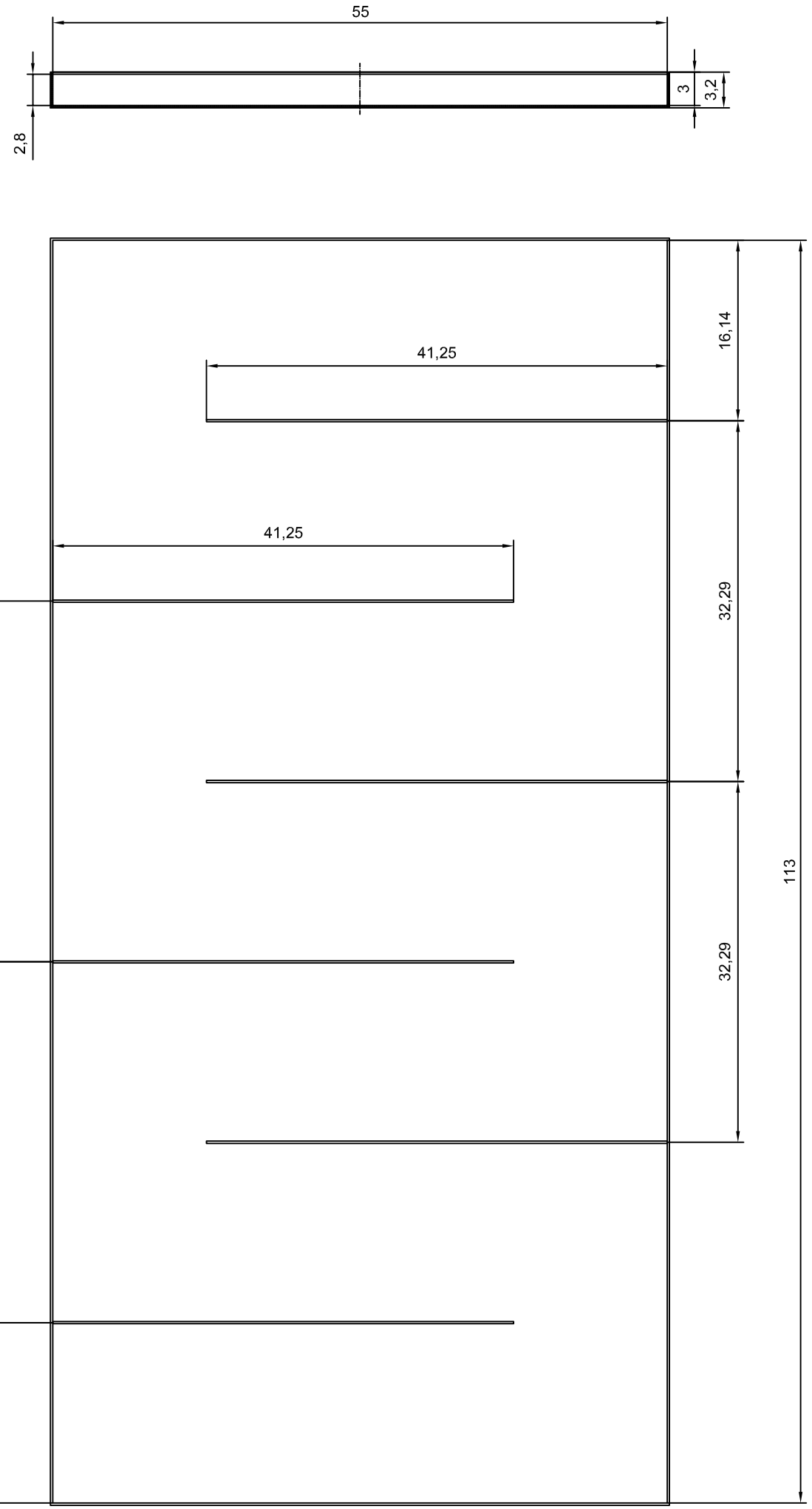
Miguel Ángel Márquez Lapuente

Escuela Politécnica Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

Proyecto de piscifactoría de trucha arcoiríris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

# PISCINA DE REPRODUCTORES

Fecha: 1-9-16
Escala: 1/20
Plano nº 12



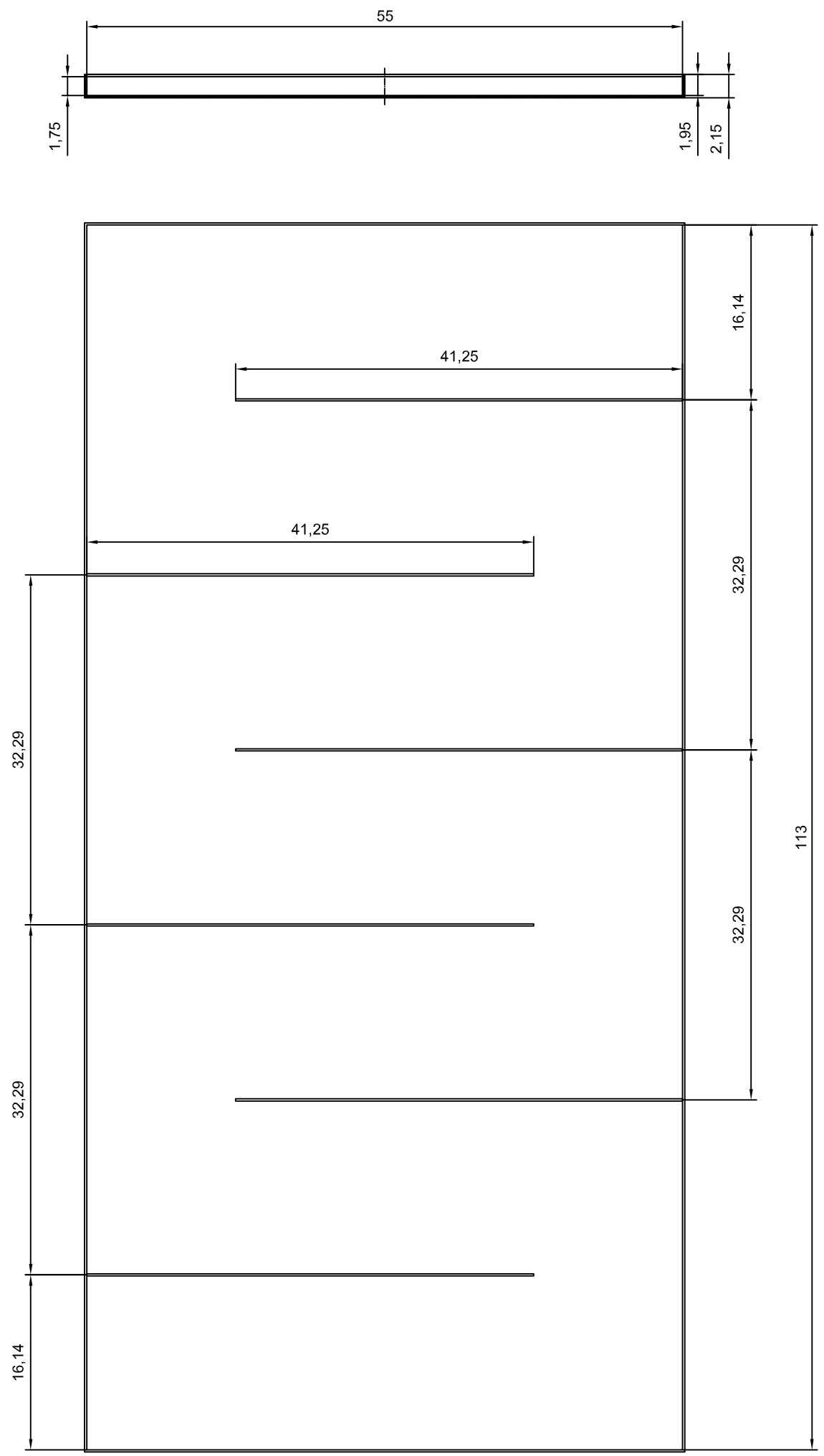

Miguel Ángel Márquez Lapuente

Escuela Politécnica Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

Proyecto de piscifactoría de trucha arcoiríris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

BALSA B1

Fecha: 1-9-16
Escala: 1/500
Plano nº 13



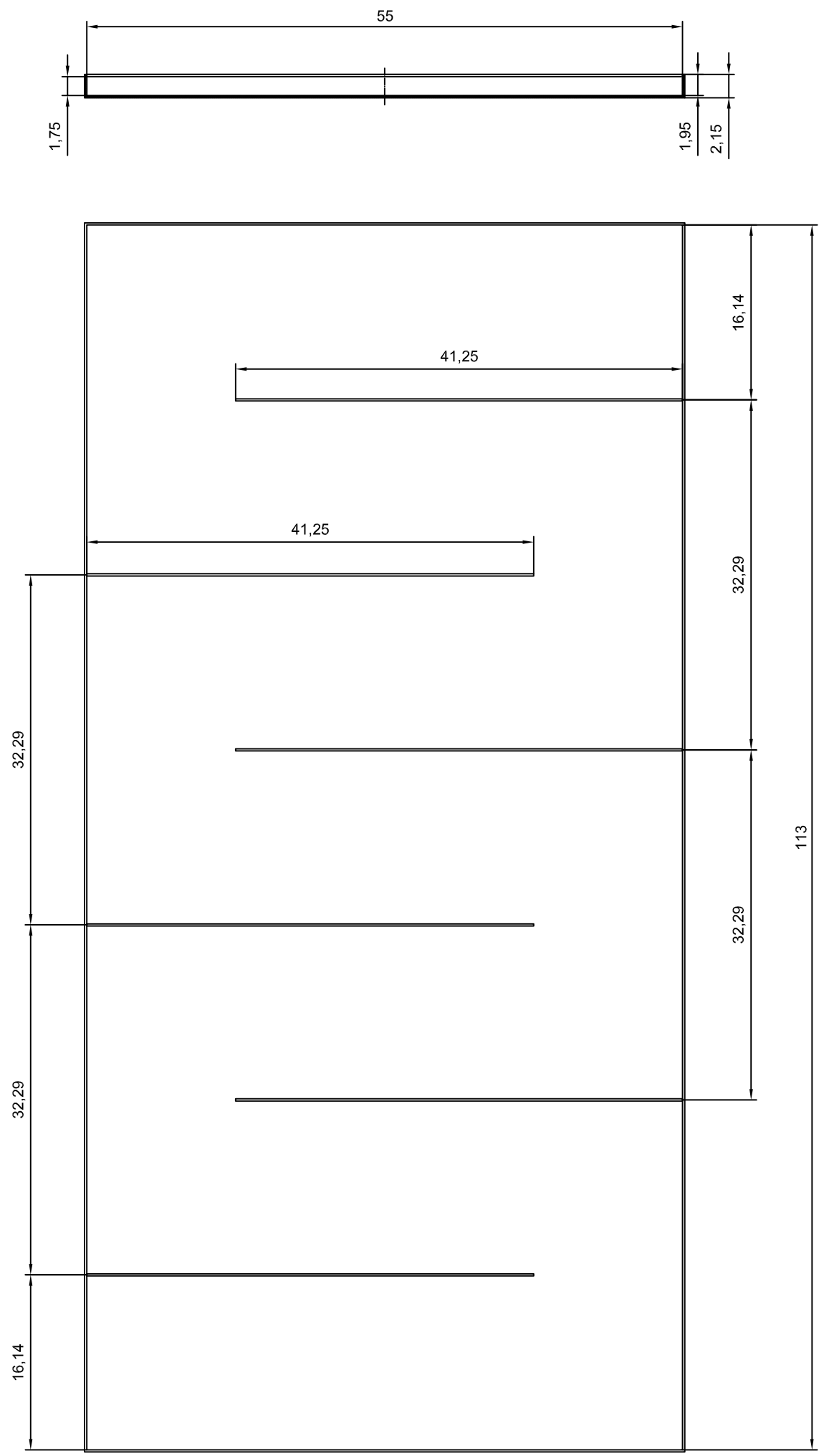

Miguel Ángel Márquez Lapuente

Escuela Politécnica Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

Proyecto de piscifactoría de trucha arcoiríris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

BALSAS B2, B3, B5

Fecha: 1-9-16
Escala: 1/500
Plano nº 14



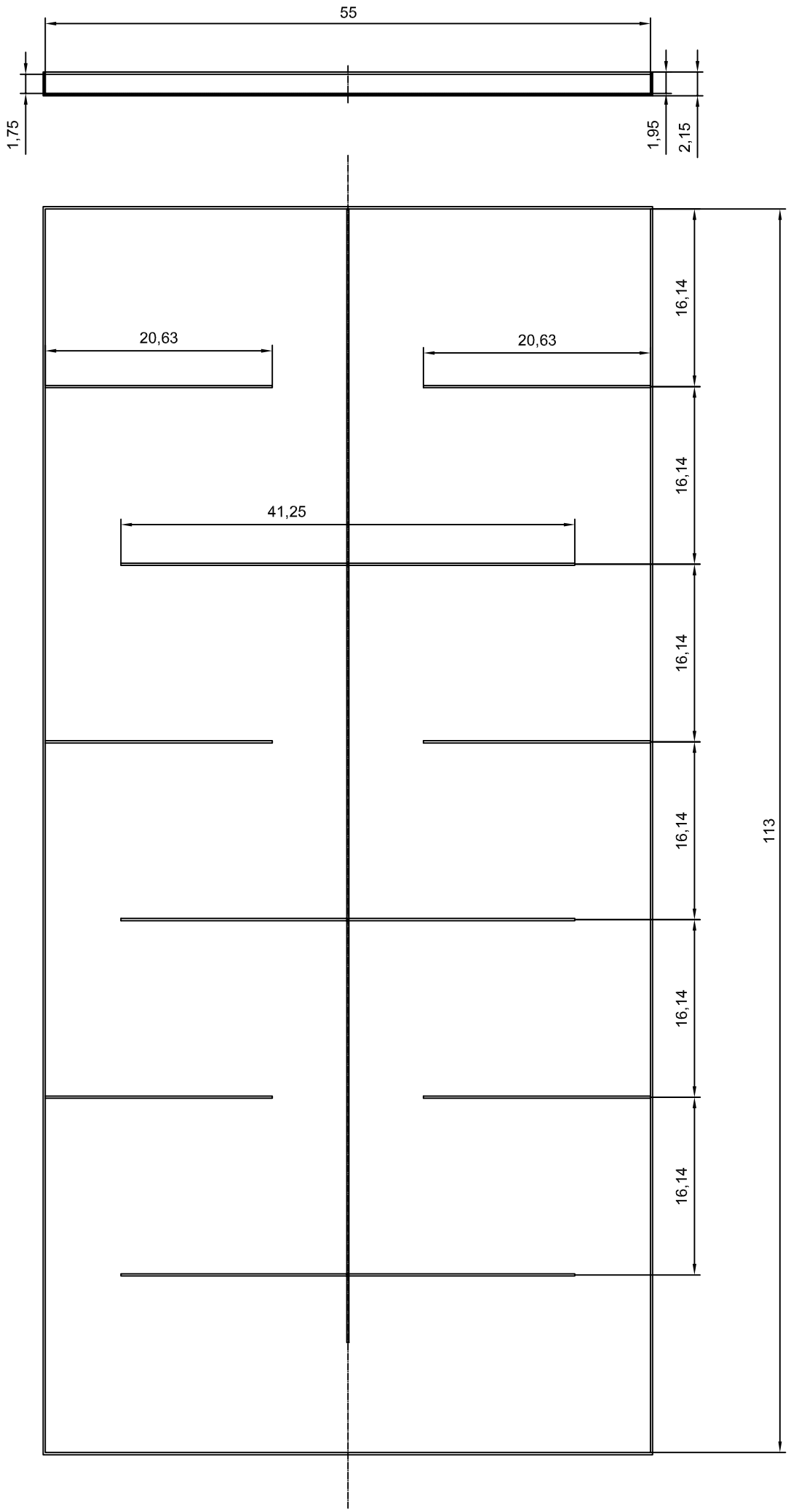

Miguel Ángel Márquez Lapuente

Escuela Politécnica Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

Proyecto de piscifactoría de trucha arcoiríris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

BALSAS B2, B3, B5

Fecha: 1-9-16
Escala: 1/500
Plano nº 14



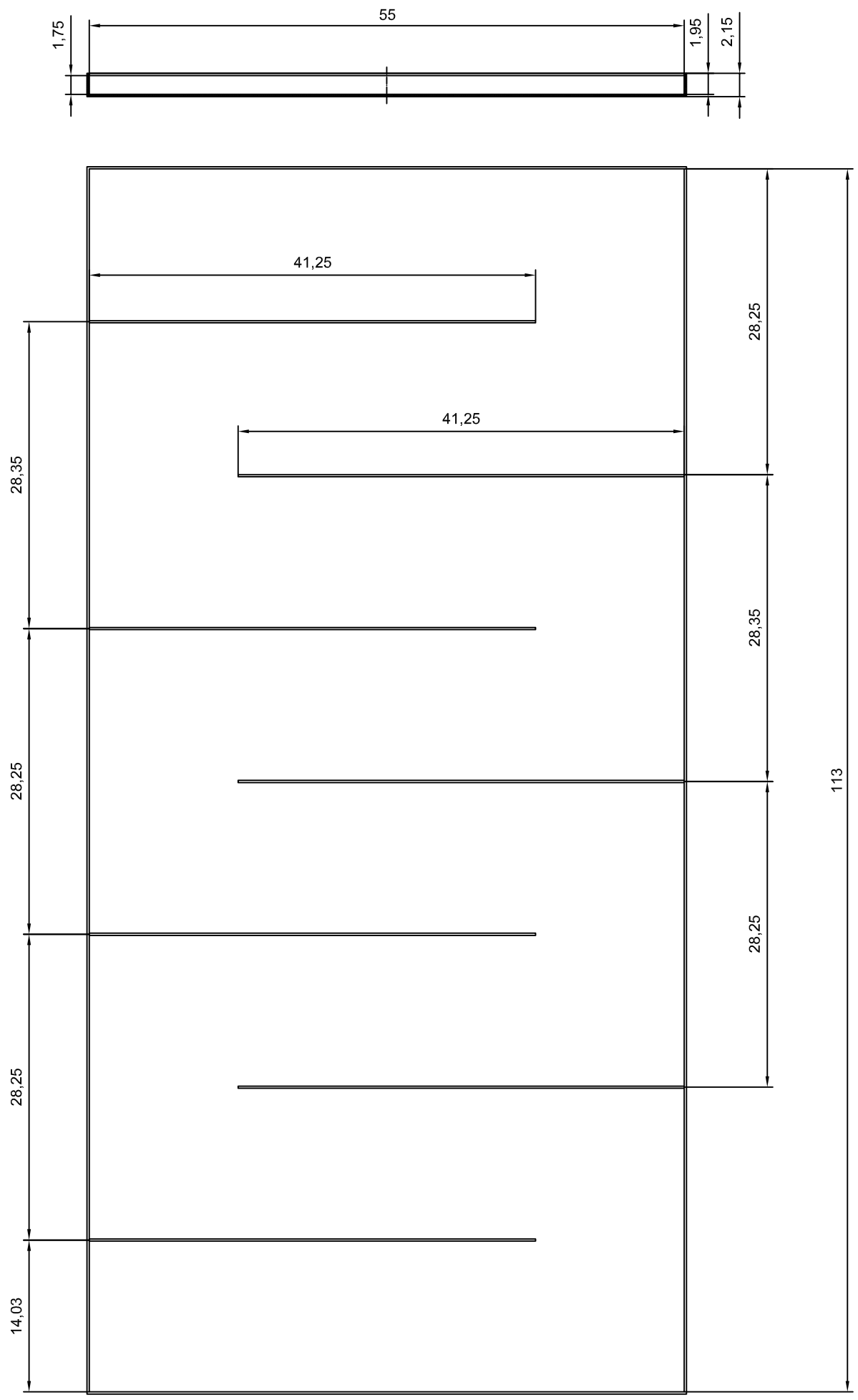

Miguel Ángel Márquez Lapuente

Escuela Politécnica Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

Proyecto de piscifactoría de trucha arcoiríris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

BALSA B4

Fecha: 1-9-16
Escala: 1/500
Plano nº 15



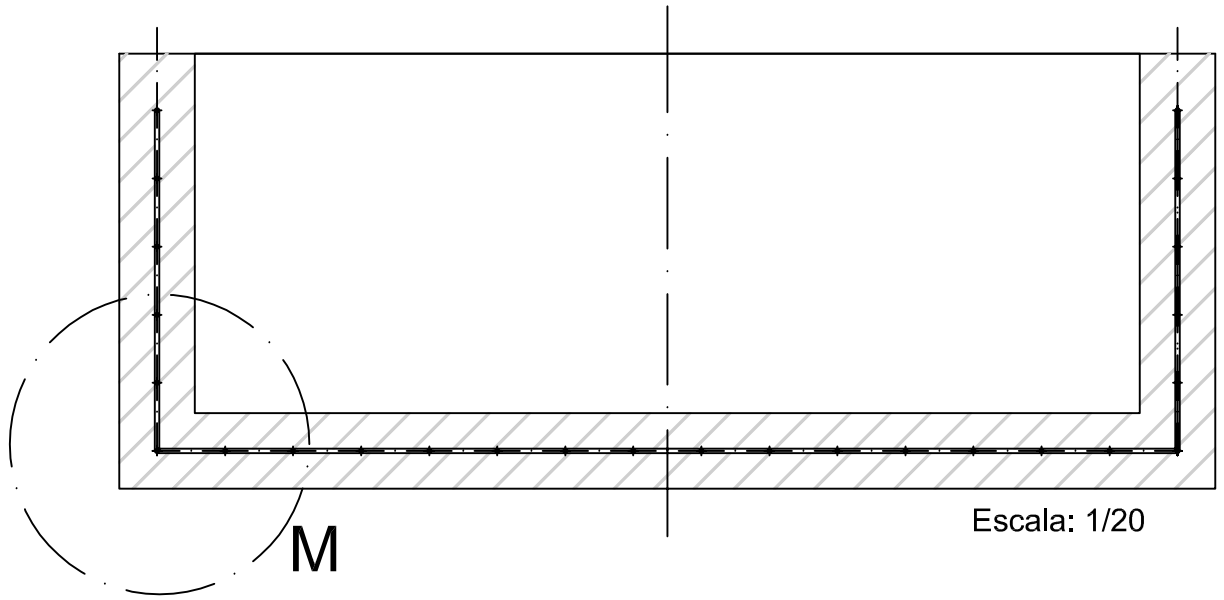

Miguel Ángel Márquez Lapuente

Escuela Politécnica Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

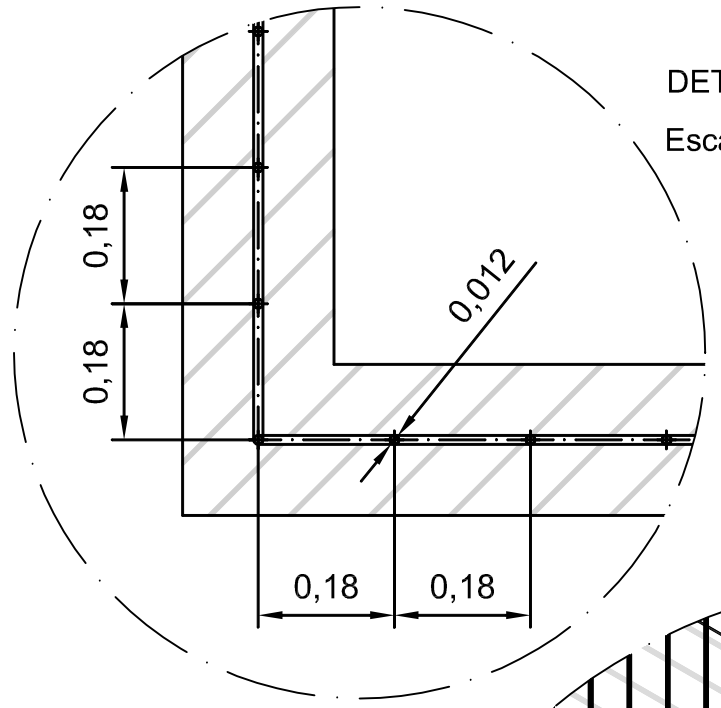
Proyecto de piscifactoría de trucha arcoiríris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

BALSA B6

Fecha: 1-9-16
Escala: 1/500
Plano nº 16

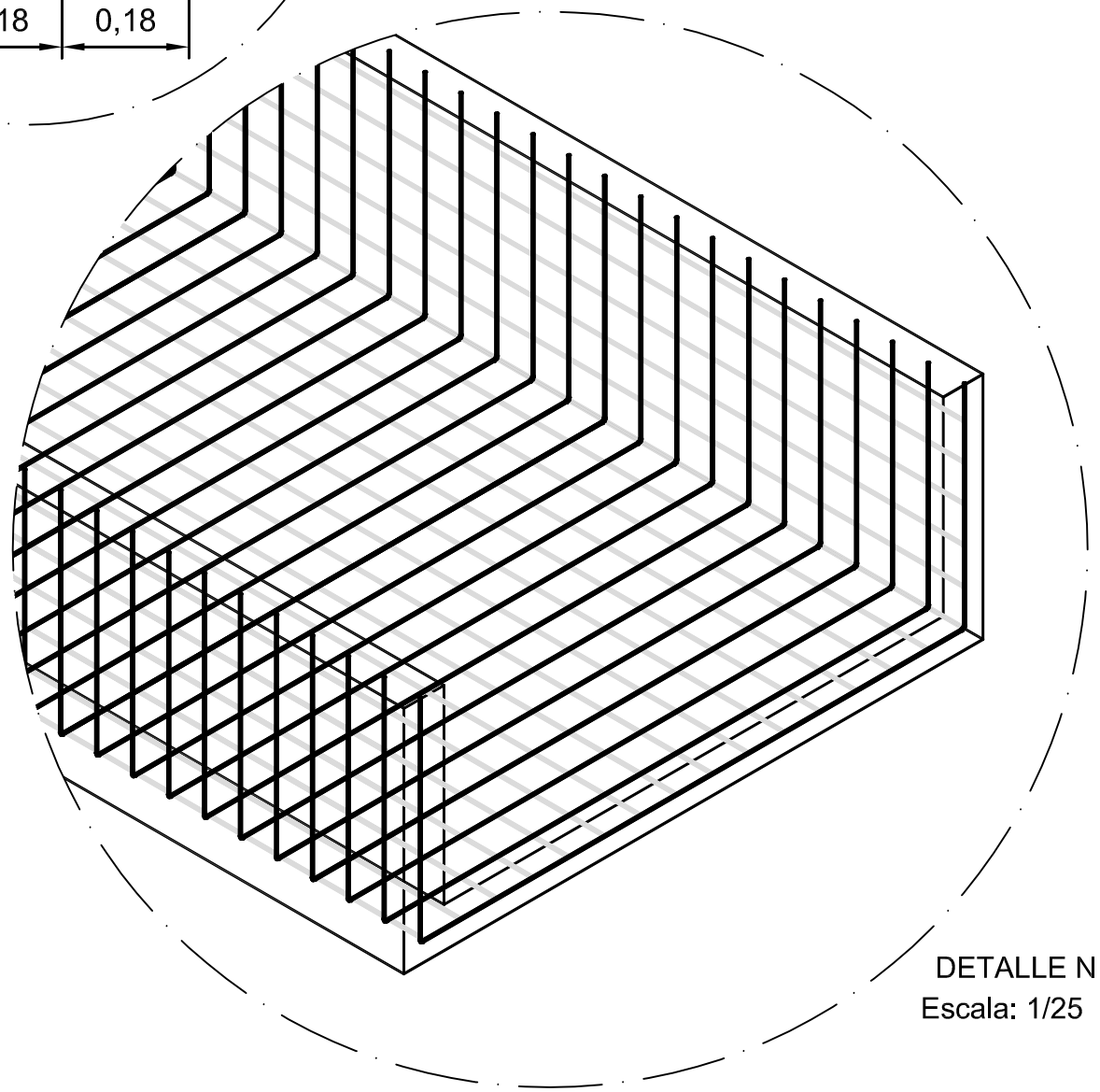



Escala: 1/20



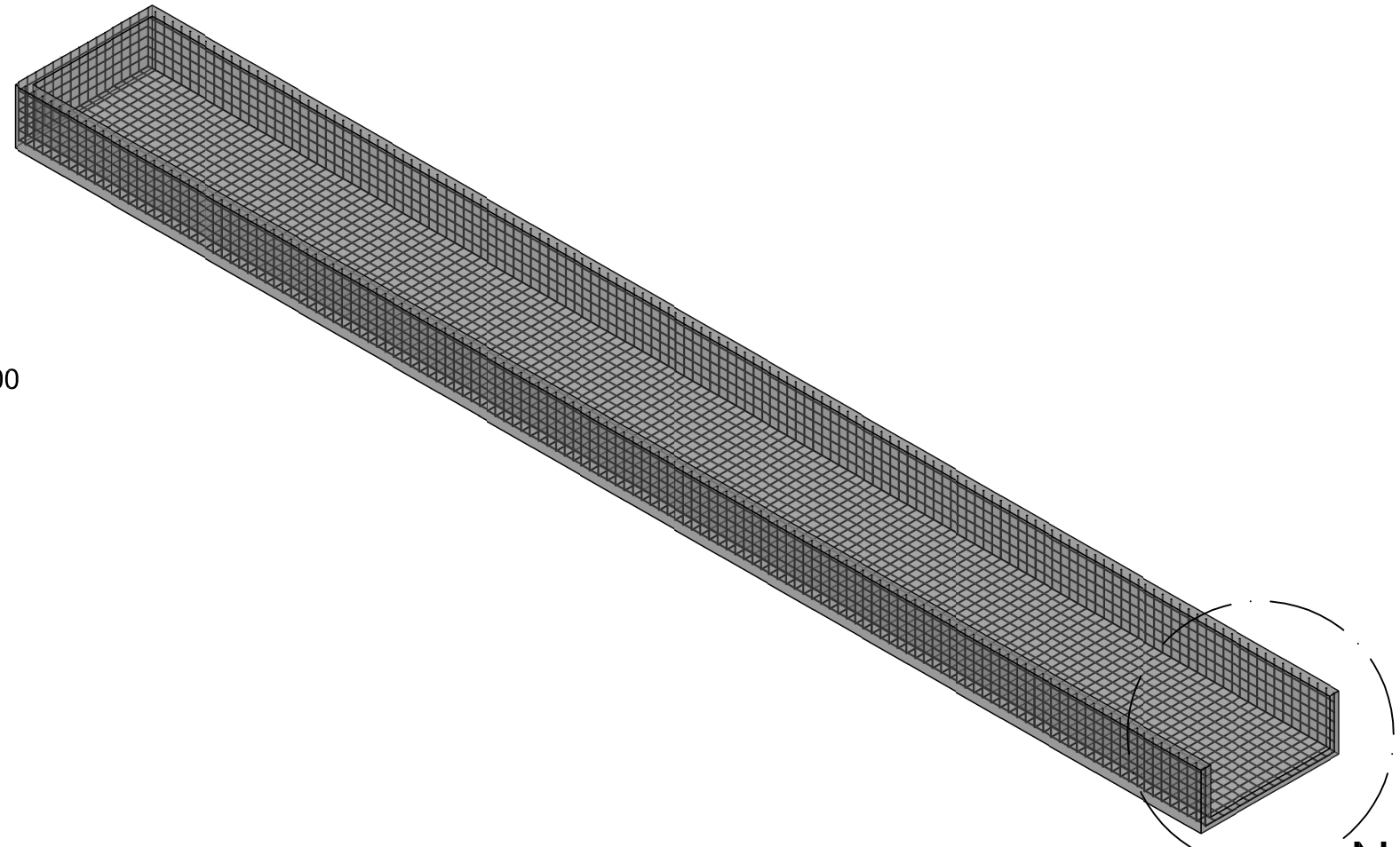

DETALLE M

Escala: 1/10



DETALLE N

Escala: 1/25



Escala: 1/100

N

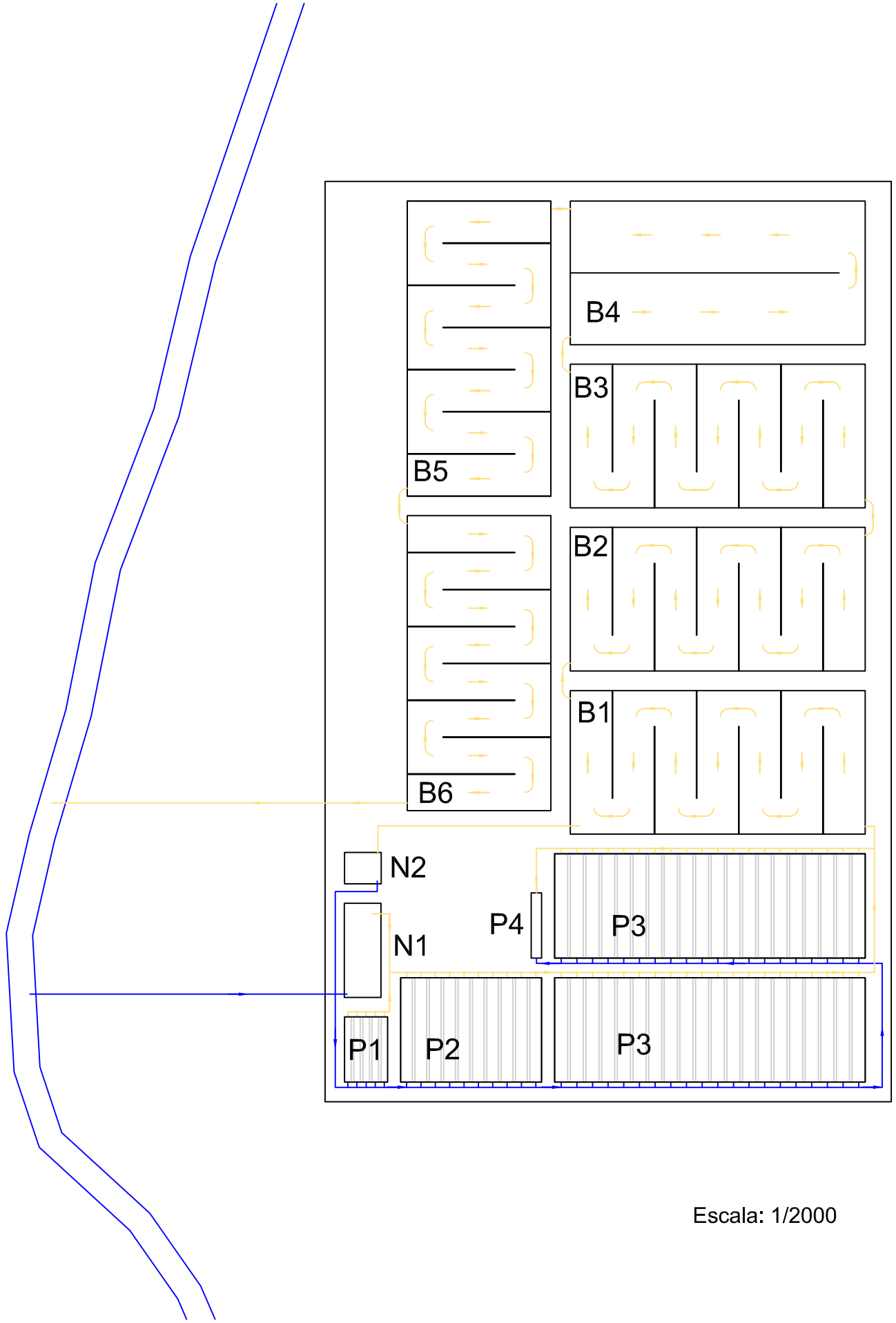
Miguel Ángel Márquez Lapuente

Escuela Politécnica Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

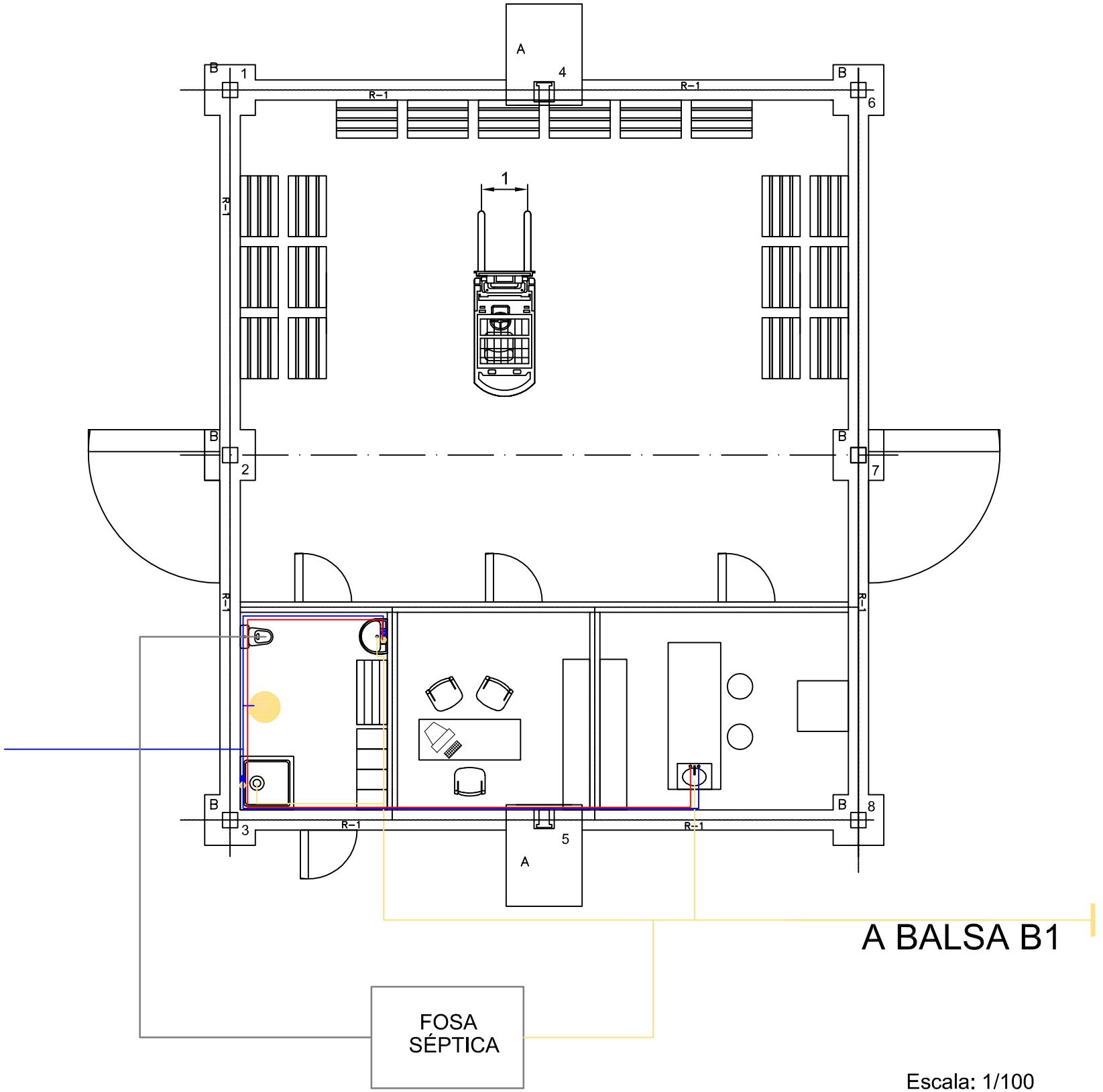
Proyecto de piscifactoría de trucha arcoiríris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

FORJADO DE NAVES Y PISCINAS

Fecha: 1-9-16
Escala:
Plano nº 17




Escala: 1/2000




Escala: 1/100

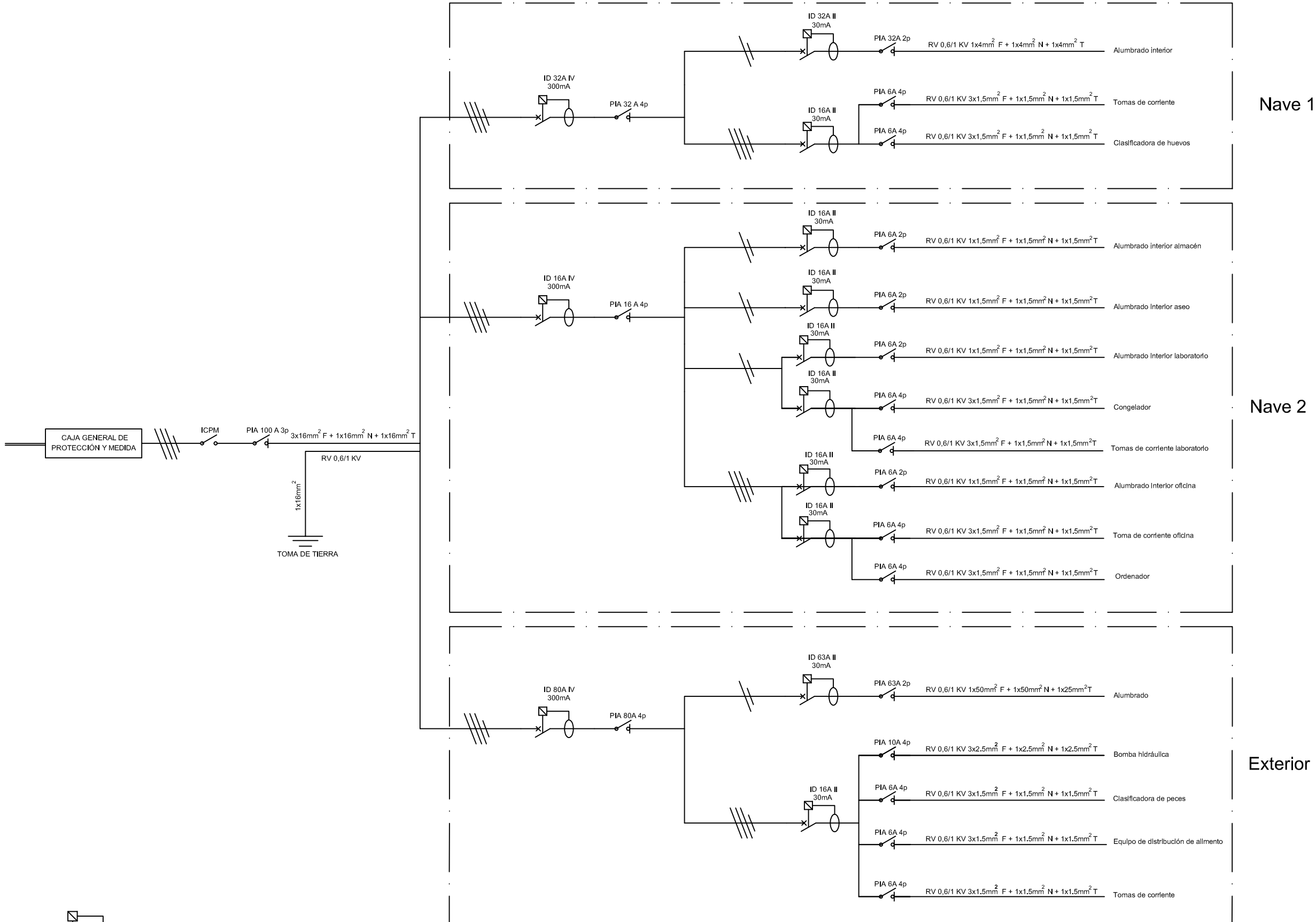
Miguel Ángel Márquez Lapuente

Escuela Politécnica Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

Proyecto de piscifactoría de trucha arcoiríris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

CANALIZACIÓN AGUA NAVE N2

Fecha: 1-9-16
Escala:
Plano nº 18




INTERRUPTOR DIFERENCIAL

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

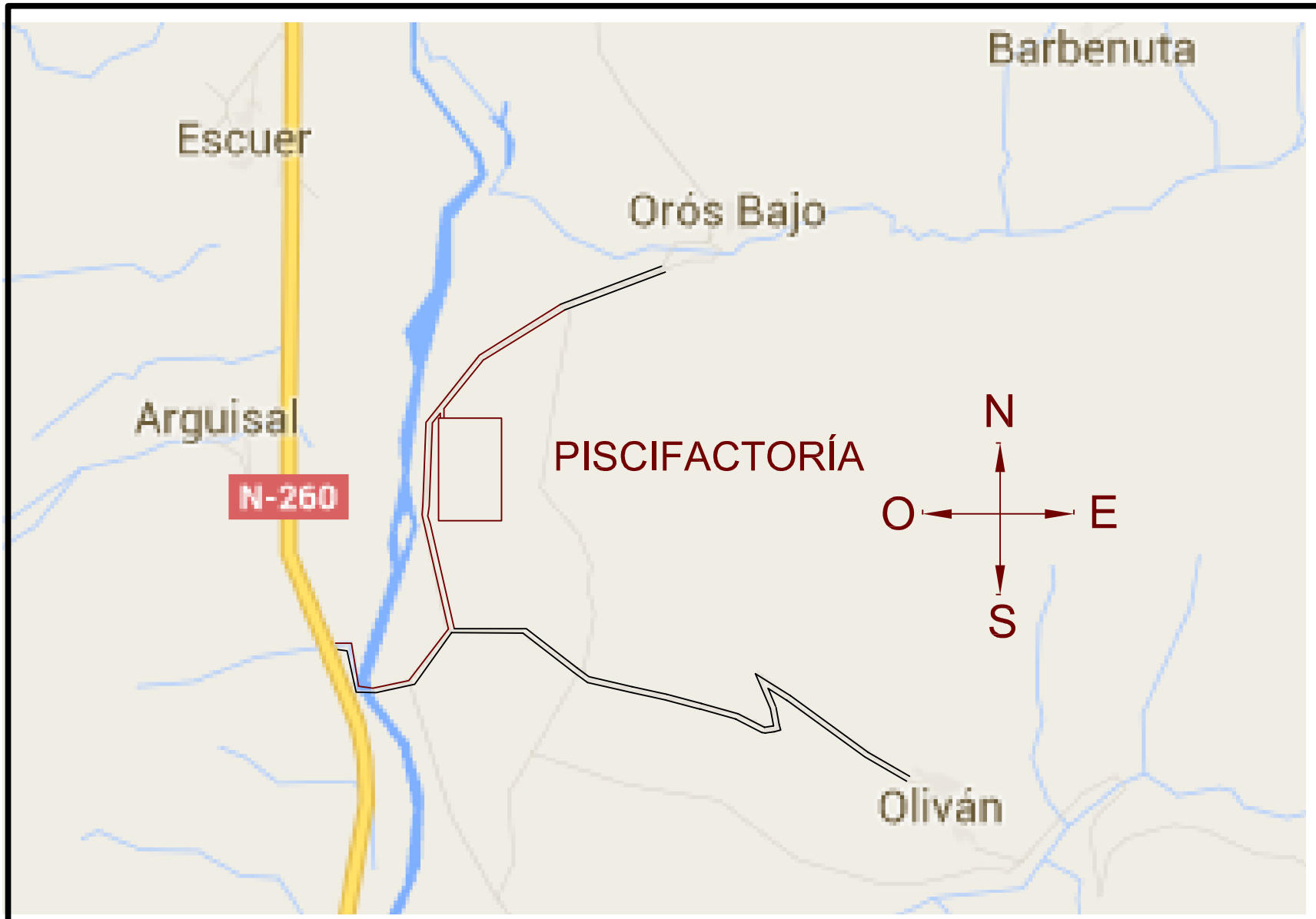
Miguel Ángel Márquez Lapuente

Escuela Politécnica Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

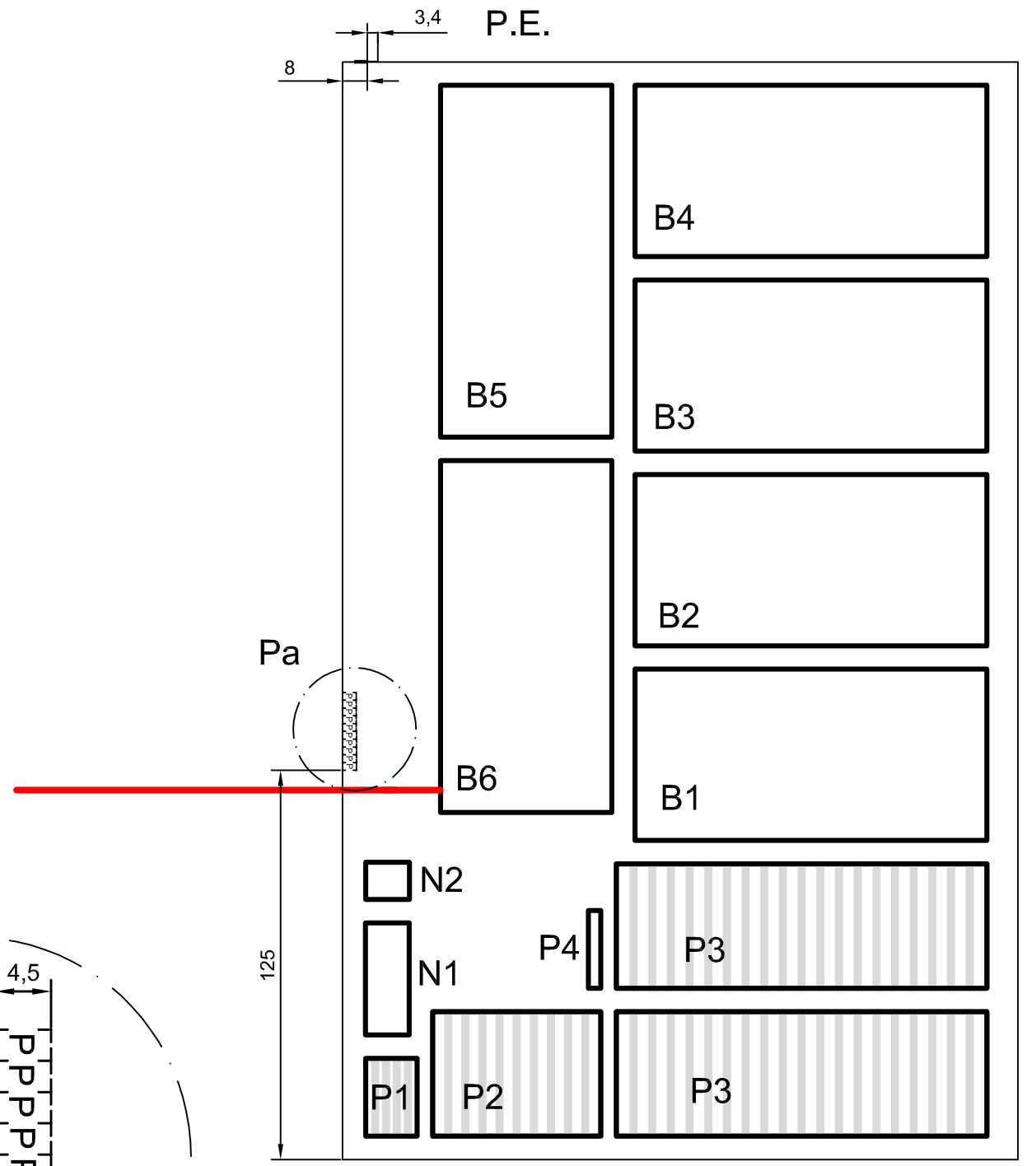
Proyecto de piscifactoría de trucha arcoiríris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

# DIAGRAMA UNIFILAR

Fecha: 1-9-16
Escala:
Plano nº 19




Escala: 1/20000




Escala: 1/2000

P1: PISCINA DE RECRÍA 25mx2.5m

P2: PISCINA DE ENGORDE 40mx4.5m

P3: PISCINA DE TRUCHAS DE CONSUMO 40mx5m

P4: PISCINA DE REPRODUCTORES 25mx4m

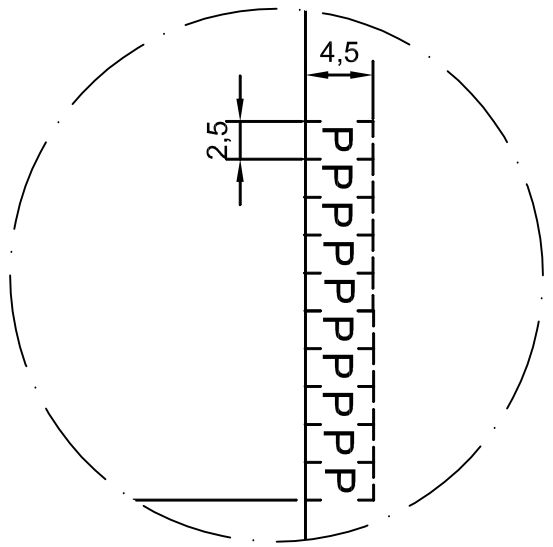
N1: NAVE DE INCUBACIÓN Y ALEVINAJE 36mx14m

N2: ALMACÉN, OFICINA, LABORATORIO, ASEO 12mx14m

Bi: BALSAS DE DECANTACIÓN Y FILTRADO 113mx55m

P.E.: PUERTA DE ENTRADA

Pa: APARCAMIENTOS




DETALLE Pa

Escala: 1/500

Miguel Ángel Márquez Lapuente

Escuela Politécnica Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

Proyecto de piscifactoría de trucha arcoiríris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

ACCESO A INSTALACIONES

Fecha: 1-9-16
Escala: 1/2000
Plano nº 20

escuela politécnica superior de huesca

**TRABAJO DE FIN DE CARRERA DE**

**INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TÍTULO**

# Proyecto de piscifactoría de trucha arcoíris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

## Anejo XII – Estudio de seguridad y salud en la obra


| | |
|---|---|
| **AUTOR:** | **Miguel Ángel Márquez Lapuente** |
| **ENSEÑANZA:** | **Ingeniería Agrónoma** |
| **DIRECTOR:** | **Juan Escós Quílez** |
| **FECHA:** | **Octubre 2016** |

1. MEMORIA .....3
2. PLIEGO DE CONDICIONES.....13
3. PRESUPUESTO.....30

# 1. MEMORIA

## 1.1. Objeto de este estudio

El presente estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de estas obras, las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades derivadas de la actividad profesional, asi como los derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y salud de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices a las empresas contratistas para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos laborales, facilitando su desarrollo bajo el control de la Dirección Facultativa durante la obra, de acuerdo con el Real Decreto 337/2010, de 19 de Marzo, que establece las disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud.

## 1.2. Características de la obra

Proyecto: Construcción de una piscifactoría

Emplazamiento: Biescas (Huesca)

Situación: a 6 km. Al sur de Biescas, entre Oliván y Arguisal

Superficie de la explotación: 76.427,7 $m^2$

Acceso: carretera nacional N-330

## 1.3. Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra

La ejecución por contrata de las obras incluye la totalidad del presupuesto y cuyo importe asciende a la cantidad de 3.708.852,12 Euros.

El plazo de ejecución es de 12 meses.

El número de trabajadores que se estima intervengan en la obra, por término medio, es de 6 personas.

## 1.4. Actividades en el entorno

No existen en las proximidades de la obra, actividades, edificios o lugares públicos que puedan ser afectados directamente por estas obras.

## 1.5. Centros asistenciales

El punto de asistencia sanitaria más cercano se encuentra en el casco urbano de Biescas, a menos de 5 km de distancia de la obra.

## 1.6. Descripción de la obra

La obra consiste en la construcción de dos naves metálicas, una para la incubación y alevinaje y otra que servirá de almacén, y de piscinas de hormigón, junto con todas las obras accesorias (balsa de decantación, filtro verde).

## 1.7. Climatología

Las condiciones climatológicas de la zona son húmedas aunque como la obra se realizará en verano, estas condiciones no serán especialmente desfavorables.

## 1.8. Proceso constructivo

El proyecto de ejecución incluye los siguientes capítulos de obra:

- Movimiento de tierras: explanación, excavación de zanjas y transporte a vertedero del material extraído
- Cimentación, de hormigón armado a base de acero corrugado en zapatas y vigas riostras
- Estructura, ejecución de las estructuras metálicas descritas en el proyecto
- Cubierta, instalación de placas de chapa galvanizada

## 1.9. Trabajos previos

Antes del inicio de las obras, se tendrán en cuenta los siguientes trabajos:

a) Realización del vallado del perímetro de la obra
b) La entrada a la obra estará provista de las siguientes señales:
   - Prohibido aparcar
   - Obligatoriedad del uso de material de seguridad en la obra
   - Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra

## 1.10. Seguridad en el proceso constructivo

### 1.10.1. Movimiento de tierras

Se incluyen en este apartado tanto el refino del terreno como la excavación de las zanjas. Se lleva cabo principalmente con máquinas, quedando la acción del hombre sujeta al control y dirección de dichas máquinas

Riesgos

- Atropellos y colisiones, en especial marcha atrás y en giros inesperados e las máquinas
- Caída del material de excavación desde la cuchara de la pala
- Circular con el volquete levantado
- Fallo en frenos y dirección de camiones
- Caída de piedras y terrones durante la descarga del camión
- Caída dentro de la zona de excavación
- Atropello y colisiones en la entrada y salida
- Vuelco de la maquinaria

Medidas preventivas

Dado el tipo de obra que nos estamos refiriendo, los riesgos son mínimos y no es necesario adoptar medidas preventivas especiales. Únicamente se deberán señalizar adecuadamente las zanjas de cimientos y pozos de las zapatas durante el corto periodo de tiempo que pasa entre su apertura y el posterior relleno de los mismos

Protección individual

- Casco de seguridad homologado
- Gafas antipolvo en caso necesario
- Casco de protección acústica
- Cinturón antivibarciones para el maquinista
- Botas de seguridad de cuero
- Mascarilla de respiración antipolvo

Protecciones colectivas

- No se permitirá el acceso del personal a la zona de influencia de la maquinaria móvil
- Prever taludes adecuados para evitar desprendimientos y desplomes
- Antes de iniciar el vaciado se habrá de realizar el vallado del perímetro
- Las maquinas irán provistas de dispositivos sonoros y luz blanca de marcha atrás
- Cabinas de máquinas con dispositivo antivuelco

### 1.10.2. Cimentaciones

La cimentación proyectada para esta edificación es de pozos y zanjas de hormigón armado para los pórticos

Riesgos

- Caída a pozos y zanjas

- Caída desde la pared alta del talud
- Caídas del mismo nivel por terreno resbaladizo
- Cortes y caídas con armaduras
- Caída de objetos desde la maquinaria
- Atropello con la maquinaria

Medidas preventivas

Teniendo en cuenta que el vertido del hormigón se hará directamente sobre la canaleta, se instalarán topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos, prohibiéndose el acercamiento de las ruedas de estos camiones a menos de 2 metros del borde de la excavación. Los operarios no deberán situarse detrás de los camiones durante el retroceso. Todo ello será controlado por el capataz de la obra.

Las armaduras, para su colocación en zanja, serán suspendidas verticalmente mediante eslingas, por medio de la grúa torre y serán dirigidas con cuerdas por la parte interior, estando prohibida la permanencia del personal, en el radio de acción de la máquina

Protección individual

- Casco homologado de seguridad
- Guantes homologados para el manejo de armaduras y el hormigonado
- Botas de goma
- Botas de seguridad con plantillas de acero
- Mono o buzo de trabajo

Protecciones colectivas

- Señalización de la zona de trabajo de la maquinaria
- Protección de zanjas y pozos con barandillas
- Limitación del campo de trabajo de la maquinaria y ausencia de personal en su zona de influencia
- Mantenimiento adecuado de la maquinaria
- Mantenimiento de la zona de rodadura

### 1.10.3. Estructuras

Las operaciones a realizar en la obra para las estructuras metálicas son:

- Recepción y descarga de la obra
- Acopio, elevación y transporte
- Colocación y montaje

La estructura de esta edificación se proyecta mediante pórticos metálicos a dos aguas

Riesgos

- Caídas de personas tanto en altura como al mínimo nivel durante las fases de encofrado, puesta en obra del hormigón y desencofrado
- Cortes, golpes y choques en la cabeza, manos y pies
- Pinchazos con objetos punzantes
- Electrocuciones por contacto directo e indirecto
- Caída de objetos a distinto nivel

Medidas preventivas

- Habilitación de espacios determinados para el acopio de la perfilería
- Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas estableciéndose capas hasta una altura no superior a 1,5 metros
- Los perfiles se apilarán clasificados en función de sus dimensiones y siempre ordenados en capas horizontales
- Las maniobras de ubicación in situ de pilares y vigas (montaje de la estructura) serán de gobernadas por tres operarios. De ellos, dos guiarán el perfil mediante sogas sujetos a sus extremos siguiendo las directrices del tercero
- Entre pilares se tenderán cables de seguridad a los que amarrar el mosquetón del cinturón de seguridad que será usado durante los desplazamientos sobre las alas de las vigas
- Los perfiles se izarán cortados a la medida requerida por el montaje
- Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas y bajo tajos de soldadura
- Se prohíbe trepar directamente por la estructura
- Se prohíbe desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad

Protección individual

- Mono o buzo de trabajo
- Casco homologado
- Gafas frente a protección de partículas
- Cinturón de seguridad
- Guantes de cuero
- Botas de seguridad con suela aislante
- Calzado con plantilla de acero

Protecciones colectivas

- Limpieza de la zona de trabajo
- Protección de la maquinaria contra contactos eléctricos directos
- Protección con carcasas o pantallas de los elementos móviles de las máquinas, especialmente sierra de disco
- Señalización de la zona de trabajo de la maquinaria
- No se permitirá el acceso del personal a la zona de influencia de la maquinaria móvil

### 1.10.4. Cubierta

Se consideran en este apartado el conjunto de trabajos necesarios para la colocación de placas de chapa galvanizada.

Todos los materiales de cubierta se elevarán hasta el lugar de trabajo mediante grúa.

Sobre la estructura porticada se colocarán las correas a un intereje de 6 metros y sobre estas placas de fibrocemento.

Riesgos

- Caída de personas en altura
- Caída en altura de materiales y herramientas
- Golpes y cortes con materiales o herramientas

Medidas preventivas

- Personal especializado para evitar riesgos de impericia
- Se tendrán cables de acero amarrados a “puntos fuertes” para anclar en ellos los mosquetones de seguridad, cuyo uso será obligatorio.
- No se trabajará bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h, lluvia, helada o nieve

Protección individual

- Mono o buzo de trabajo
- Impermeable
- Cinturón de seguridad
- Casco de seguridad
- Par de botas de seguridad
- Par de guantes de cuero
- Uso de gafas de seguridad en corte de placas de acero galvanizado

Protecciones colectivas

- Zonas de trabajo limpias y ordenadas
- La operación de carga y descarga de los materiales en la cubierta, debe hacerse bajo la supervisión de una persona instruida en el manejo de las mismas
- Red protectora para evitar caídas de altura
- Mantenimiento de las maquinarias para la protección contra caída de objetos

## 1.11. Medidas auxiliares

Andamios tubulares

El montaje de los módulos metálicos y las cruces, se iniciará con la nivelación de la primera altura de andamiaje, se irá arriostrando en los puntos previstos en los puntos

previstos y se comprobará que estos arriostramientos estén bien realizados. La elevación de las grapas se realizará mediante poleas depositas en recipientes metálicos que impidan su caída. Se colocarán barandillas de 90 cm. De altura provistas con barra intermedia y zócalo de 20 cm en todas las plataformas que sean necesarias y tendrá una anchura de 60 cm. Debiendo estar perfectamente anclada al andamio

Andamios de borriquetes

Están formados por apoyos en V invertida y plataforma de 60 cm. De anchura con tableros seleccionados de forma que no sean utilizados en otro tipo de operaciones que pudieran disminuir su resistencia.

Escaleras de mano

Serán de dos tipos, metálicas y de madera. Se emplearán para ascender a alturas pequeñas. Irá provistas de…de apoyo antideslizantes sobre superficies planas y se

Redes protectoras

Constituyen un sistema de protección adecuado para trabajos de ejecución de estructuras y tienen como objeto prever y evitar la caída de una persona. Se componen de una superficie de recogida elástica cuya que es la red que se suspende de un mastín metálico correspondientemente anclado a la estructura del edificio. Se adoptan anchuras de superficie de recogida, dando un margen de +- 50 cm, sobre la trayectoria teórica del centro de gravedad del trabajador que cae al borde del vacío e impulsado con una velocidad inicial de componente horizontal, y perpendicular a la construcción de v =2 m/s. El empleo de superficies de recogida por redes inclinadas, permite reducir la inclinación horizontal y la altura de caída. La inclinación óptima es 50º sobre la horizontal. Las redes deben estar lo más cerca posible del trabajador del trabajador en su campo de acción y a una altura superior a los 90 cm. del piso donde trabaja.

## 1.12. Instalación eléctrica provisional de obra

Para la prevención de riesgos eléctricos se necesita más preparación que en otros casos. Los factores de gravedad de la instalación eléctrica son:

- Intensidad de la corriente, que influye directamente en la gravedad del accidente, entre 20 y 200 mA.
- Tiempo que dura el paso de la corriente.
- Naturaleza de la corriente.
- Capacidad de reacción del cuerpo humano.

Se definen como contactos directos aquellos de personas con las partes activas de los materiales y equipos.

Son contactos indirectos, por el contrario, aquellos de personas con partes puestas accidentalmente bajo tensión.

Desde el punto de vista de la seguridad en los trabajos de obra, las condiciones mínimas que deberán reunir los cuadros eléctricos que se instalen en las mismas serán:

- En el origen de la instalación se dispondrán diferenciales, cuyas sensibilidades mínimas serán de 300 mA, para las instalaciones de fuerza y de 30 mA para las instalaciones de alumbrado.
- Los distintos elementos deben disponerse sobre una placa de montaje de material aislante.
- El conjunto de mecanismos se ubicará en armarios que protejan de las condiciones desfavorables de la obra con un índice de protección aceptale de estanqueidad contra el agua, polvo y resistencia mecánica contra impactos. Su carcasa metálica estará dotada de puesta a tierra y dispondrá de cerradura.
- Las partes activas de la instalación se recubrirán con aislante adecuado. Las bases de enchufe o tomas de corriente se ubicarán preferiblemente en los laterales del armario para facilitar que este pueda estar cerrado. Dispondrán de puntos de puesta a tierra para poder conectar las distintas máquinas que lo necesiten.

Puesta a tierra

Toda máquina utilizada en obra con alimentación eléctrica, que trabaje a tensiones superiores a 24 V y no posea doble aislamiento, deberá estar dotada de puesta a tierra con resistencia adecuada, esta adaptación estará en función de la sensibilidad del interruptor diferencial, cuya relación será:

1. Diferencial de 30 mA. Resistencia tierra 800 ohm
2. Diferencial de 300 mA. Resistencia tierra 800 ohm

La línea principal de tierra será de cobre de S = 16 mm2 y a ella se conectarán todas las máquinas por línea de tierra secundaria. La línea de enlace de los electrodos con tierra será de cobre de sección 35 mm2.

Conductores eléctricos

En el calibrado de alimentación eléctrica a las distintas máquinas y desde el punto de vista de la seguridad en el trabajo, se cumplirán rigurosamente estas normas:

- No se colocarán por el suelo en zonas de paso y acopio de cargas, en caso de no poder evitar que discurran por esas rutas se dispondrán elevados y fuera del alcance de vehículos que por allí deban circular o enterrados y protegidos por una canalización resistente.
- Así mismo deberán colocarse elevados si hay zonas encharcadas.
- Sus extremos estarán dotados de sus correspondientes clavijas de conexión y se prohíbe conectar directamente los tubos desnudos en las bases de enchufe.

- En caso de tener que realizar empalmes, estos se realizarán por personal especializado y las condiciones de estanqueidad serán como mínimo las propias del conductor.

## 1.13. Instalaciones provisionales de obra

### 1.13.1. Montacargas

Riegos

- Rotura del cable o del gancho.
- Caída de la carga.
- Electrocución por defecto de puesta a tierra.
- Golpes y aplastamientos por la carga.
- Caída en altura de personas en mantenimiento y reparación.
- Derrumbamiento o vuelco por el viento, exceso de carga, arriostramiento deficiente, etc.

Medidas preventiva de seguridad

- Perfecta visibilidad de todas las operaciones.
- No colocarse bajo cargas suspendidas.
- Respetar las instrucciones de funcionamiento.
- La persona encargada del funcionamiento de la máquina, deberá conocer las características de la misma
- Diariamente, antes de empezar a trabajar con ella, se vigilará el funcionamiento y conservación de todos sus mecanismos de maniobra y rigidez.
- El gancho de izado dispondrá de limitador de ascenso y portillo de seguridad. La maniobra de elevación de la carga será lenta.
- Dispondrá de un mecanismo de seguridad contra sobrecargas.
- Al finalizar la jornada de trabajo, se colocará el gancho al lado del mástil, comprobando que no se puede enganchar al girar libremente. Se desconectará la corriente eléctrica.

Protección colectiva

- Todo el personal llevará casco de seguridad y guantes de cuero para manejar cables y otros elementos rugosos y cortantes.
- Se desconectará la corriente eléctrica si es necesario actuar en los componentes eléctricos de la grúa.

### 1.13.2. Vibrador

Vibrador de agua, de voltaje 24 V.; Longitud de aguja 280 mm y diámetro 56 mm; peso de agua 5,6 kg; peso total de 15,5 kg; Cable de conexión de hasta 15 metros; y longitud de manguera de 3,5 metros.

Riesgos

- Caídas de elementos en altura.
- Descargas eléctricas.
- Salpicaduras de lechada en ojos y piel.

Prevención

- El cable de alimentación se protegerá en las zonas de paso habitual de los operarios.
- El vibrado se realizará desde una posición estable.
- Limpieza diaria después de su utilización.

Protecciones personales

- Casco de seguridad, botas de goma, guantes dieléctricos, gafas de protección contra salpicaduras.

## 1.14. Medicina preventiva y primeros auxilios

- Botiquines

Se dispondrá de un botiquín que contenga el material especificado en la ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.

- Asistencia a accidentados

Se deberá informar en la obra del emplazamiento de los diferentes centros médicos (Servicios propios, Mutualidades, centros de Salud asistida, etc.) donde deberá trasladarse a los accidentados para un rápido y efectivo tratamiento.

Es conveniente disponer de la obra y en sitio bien visible, de un alista con teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, etc. para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

- Reconocimiento médico

Todo el personal que trabaje en la obra, deberá haber pasado un reconocimiento médico previo al trabajo

# 2. PLIEGO DE CONDICIONES

## 1. Disposiciones legales de aplicación

Son de obligada aplicación las disposiciones contenidas en:

- Estatuto de los trabajadores
- Ley de Prevención de riesgos laborales (ley 13/1995, de 8 de Noviembre), R.D. 337/2010, de 19 de Marzo, disposiciones mínimas de Seguridad y salud en las obras de Construcción
- R.D. 485/1997, de 14 *de* Abril sobre disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 949/1997, de 30 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por parte de los trabajadores de equipos de protección individual
- R.D. 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo.
- Reglamento electrotécnico de Baja Tensión (R.D. 1053/2014, de 12 de Diciembre).
- Reglamento electrotécnico de Alta Tensión (R.D. 1053/2014, de 12 de Diciembre).
- Norma de señalización de obras (8.3- IC)
- Señalización de seguridad y salud en el trabajo (R.D. 485/1997)
- Convenio colectivo provincial de la Construcción
- Demás provisiones oficiales relativas a la Seguridad y Salud en el trabajo que puedan afectar a los trabajos que se refieran a la obra.

## 2. Condiciones de los medios de protección

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término. Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá, independientemente e la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo que por su uso hayan adquirido más holguras i imperfecciones de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente. El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

### 2.1. Protecciones individuales

Todo elemento de protección individual se ajustará a lo establecido en el R.D. 2177/2004, de 12 de noviembre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud

relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, siempre que exista en el mercado.

En los casos en que no exista disposición oficial pertinente, serñan de calidad adecuada a sus prestaciones.

2.2. Protecciones colectivas

- Pórticos limitadores de gálibo. Dispondrán de dintel debidamente señalizado
- Vallas autónomas de limitación y protección. Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas a base de tubos metálicos. Dispondrán de patas para mantener la verticalidad. Las patas serán tales que en el caso de caída de la valla, no supongan un peligro en sí mismas al colocarse en posición aproximadamente vertical.
- Topes de desplazamiento de vehículos. Se podrán fabricar con un par de tablones embrionados, fijados en el terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz.
- Pasillos de seguridad. Podrán realizarse a base de pórticos con pies derechos y dintel a base de tablones embrionados, firmemente sujetos al terreno y cubierta cuajada de tablones. Estos elementos también podrán ser metálicos (los pórticos a base de tubos o perniles y la cubierta de chapa). Serán capaces de soportar el impacto de los objetos que se prevea puedan caer, pudiendo colocar elementos amortiguadores sobre la cubierta (sacos terreros, capas de arena, etc.).
- Barandilla. Dispondrán de listón superior a una altura de 90 cm de suficiente resistencia para garantizar la retención de personas, y llevarán un listón horizontal intermedio, así como el correspondiente rodapié.
- Plataformas de trabajo. Tendrán como mínimo 60 cm de ancho y las situadas a más de 2 metros del suelo estarán dotadas de barandillas.
- Escaleras de mano. Serán metálicas y deberán ir provistas de zapatas antideslizantes.
- Redes. Serán de poliamida. Sus características generales serán tales que cumplan, con garantía, la función protectora para la que están previstas.
- Lonas. Serán de buena calidad y de gran resistencia a la propagación de llamas.
- Cables de sujeción de cinturón de seguridad, sus anclajes, soportes y anclajes de redes. Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan sometidos, e acuerdo con su función protectora.

- Interruptores diferenciales y tomas de tierra. La sensibilidad mínima de los interruptores será para alumbrado de 30 mal y para fuerza de 300 mal. La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de 24 V. Se medirá su resistencia periódicamente y, al menos, en la época más seca del año (verano).

- Riegos. Las pistas para vehículos se regarán convenientemente para evitar levantamiento de polvo por el tránsito de los mismos.

- Extintores. Serán adecuados en agente extintor y tamaño al tipo de incendio prevesible, y ser revisarán cada 6 meses como plazo máximo.

- Medios auxiliares de topografía. Estos medios, tales como cintas, jabones, miras, etc, serán dieléctricos, dado el riesgo de electrocución por las líneas eléctricas.

## 3. Prevención de riesgos laborales

### 3.1. Formación

Todo personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que estos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo de primeros auxilios, de forma que todos los trabajos dispongan de algún socorrista.

### 3.2. Medicina preventiva y primeros auxilios

#### 3.2.1. Botiquines

Se prevé la instalación de varios botiquines de obra para primeros auxilios conteniendo el material especificado en la Ordenación General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

#### 3.2.2. Asistencia a accidentados

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes centros médicos (servicios propios, mutuas patronales, Mutualidades laborales, Ambulatorios, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su rápido y efectivo tratamiento.

Se deberá disponer en la obra y en sitio visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

### 3.2.3. Reconocimiento médico

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico, previo al trabajo.

### 3.2.4. Análisis

Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad, si no proviene de la red de abastecimiento de la población contigua.

## 4. Prevención de riesgos de daños a terceros

Se señalizará, de acuerdo con la normativa vigente, el enlace con los caminos, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalizarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso los cerramientos necesarios.

## 5. Normas de actuación en la obra

### 5.1. Circulación en la obra

Las nomas serán las siguientes:

- Se eliminarán interferencias de personas extrañas a la obra mediante recintos o vallas y señales.
- Habrá que evitar y reducir al máximo las interferencias de personas y medios, mediante una planificación inteligente de accesos a la obra, vías de tráfico, medios de transporte horizontales hasta los lugares de carga y descarga, trayectorias planificadas y claras.
- Las vías de tráfico deberán estar señalizadas y bien protegidas frente al acceso de trabajadores.

### 5.2. Excavación a cielo abierto

La altura de corte de evacuación realizada en más de un metro la máxima altura de ataque de la misma.

El frente de excavación será revisado, como mínimo dos veces durante la jornada, por el encargado o capataz. En el caso de existir riesgo de desprendimiento, se procederá a sanear la zona por personal capacitado para esta misión y, si fuese necesario, se iniciarán los trabajos de resolución de dichos problemas.

Está prohibida la sobrecarga de materiales en los bordes de la excavación.

En las excavaciones realizadas con máquinas se debe cuidar que no circule personal dentro del radio de sección de las mismas. Se evitará que el acceso de los vehículos y del personal al fondo de la excavación sea el mismo. Si por necesidad no se pudiese hacer independiente, el del personal se protegerá con una valla.

Todas las maniobras de los vehículos, cuando representen un peligro, serán guiadas per una persona, y el tránsito de los mismos dentro de la zona de la zona de trabajo se procurará que sea por sentidos constantes y previamente estudiados, evitando toda circulación junto a los a de la excavación.

Dichos bordes se protegerán con barandillas cuando exista o se prevea circulación en sus proximidades, en caso contrario se señalizarán.

Antes de comenzar los trabajos de excavación, se deberá investigar la posible existencia de canalizaciones de agua, gas, electricidad o conducciones telefónicas y alcantarillado. Cuando se encuentren canalizaciones sobre las cuales no existe información en os planos, se debe para inmediatamente el trabajo y no se reaundará hasta la identificación y, si es necesario, el desvío del servicio encontrado

En las excavaciones importantes se debe tener previsto el desagüe y achique en caso de lluvia.

5.3. Normas de seguridad par entibaciones

Las normas a seguir serán las siguientes:

- Si en una excavación la pendiente de las paredes es superior al talud natural, será necesario entibar
- Si se estima que debido a circunstancias especiales, es suficiente una entibación parcial, esta deberá legar, como mínimo, hasta la mitad de la profundidad de la pared y tener 1/3 de la altura de la misma.
- Si se prevén desprendimientos en la base o al pie de la excavación es conveniente colocar una entibación en toda la altura.
- En terrenos arenosos o suelos con grava se empleará entibación vertical y en los arcillosos o compactos sin roca, la entibación horizontal.
- Para profundidades de excavación de hasta 3 metros y para los tipos de terrenos indicados, el espesor de los tablones será de 5 metros, la separación horizontal de 1,5 metros y la vertical de 1 metro.
- En todos los casos, para anchuras de excavación menor de 3,5 metros, la sección de los codales será de 15x15 cm. Si el ancho es mayor de 3,5 metros, la sección será de 20x20 cm.

- Los tablones estarán en perfecto contacto con el terreno. Si hay concavidades se rellenarán y se ajustarán con cuñas.
- Los tornapuntas no se apoyarán directamente sobre el suelo, se intercalarán cuñas y base resistente.

5.4. Retroexcavadora

Equipo individual de protección:

- Casco
- Ropa de trabajo
- Protección para la vista
- Protección de vías respiratorias
- Calzado protector
- Cinturón antivibratorio

Normas de acutación:

- Se evitará subir la máquina con el calzado lleno de barro o grasa.
- Se mantendrá la cabina en las debidas condiciones de orden y limpieza.
- No deberá acercarse demasiado al borde de taludes y excavaciones.
- Al circular, lo hará siempre con la cuchara en posición de traslado.
- No se permitirá la presencia de personas en las proximidades de la máquina, cuando está esté funcionando.
- Cuando se esté cargando un camión, se procurará no pasar con el cazo lleno por encima de la cabina del mismo.
- Se prestará atención a las líneas eléctricas, tanto aéreas como subterráneas. En caso de contacto, el conductor permanecerá quieto en la cabina hasta que la red sea desconectada o se deshaga el contacto. Si es preciso bajar de la máquina, lo hará de un salto, lo mayor posible.
- Si en alguna excavación se descubriese o averiase alguna conducción, se detendrá el trabajo y se avisará en seguida al responsable de los trabajos.

Al finalizar la jornada o durante los descansos se observarán los siguientes puntos:

- El cazo debe apoyarse en el suelo, o en su sitio en la máquina.
- Se dejarán los calzos apoyados en el suelo.

- La batería debe quedar desconectada.

Queda terminantemente prohibido:

- Bajarse del vehículo sin dejarlo frenado y sin que esté sobre una superficie horizontal.
- Permitir que personal no autorizado manipule la máquina.
- Transportar personal en la máquina.

5.5. Buldozer

Obligación de:

- No permitir la presencia de grupos de personas en las cercanías donde se realice el trabajo, o en los lugares donde puedan ser alcanzados por la máquina.
- Prestar especial atención al realizar la maniobra de marcha atrás comprobando el buen funcionamiento del chivato de advertencia.

Observar las siguientes reglas al finalizar la jornada o durante los descansos:

- La cuchilla y el ripper se deben apoyar en el suelo.
- La batería debe quedar desconectada.
- Se debe echar el freno.
- Limpiar el calzado de barro o grasa antes de subir a la máquina.
- Hacer toda operación de engrase, limpieza, revisión, reparación o repostaje a máquina parada y con la cuchilla apoyada en el suelo. Si la reparación se hiciese en la misma cuchilla, se utilizarán calzos para apoyarla, evitando de esta forma el riesgo de caída inesperada.
- Realizar escrupulosamente las revisiones prescritas por el servicio de maquinaria.

Prohibición de:

- Bajar sin dejar frenada la máquina, apoyada la cuchilla y el ripper en el suelo y sobre superficie horizontal.
- Permitir la manipulación de la máquina por personas o autorizadas.
- Transportar personas en la máquina.

5.6. Pala cargadora

Equipo individual de protección: casco, ropa de trabajo, protección para la vista, cinturón atrivibratorio.

Normas de actuación

- La máquina llevará conectado a la marcha atrás un silbato que funcionará cuando la propia se mueva en dicho sentido.
- .Se evitará el acercarse demasiado al borde de los taludes y excavaciones en los que pudiera haber derrumbes y vuelcos.
- Cuando se efectúen operaciones de reparación, engrase y repostaje, es obligatorio para el motor y apoyar la cuchara en el suelo. En caso de reparaciones de ésta, se pondrán topes para evitar la caída la intepestiva de la misma.
- Siempre que se desplace de un lugar a otro, se mantendrá la cuchara lo más cerca posible del suelo y se circulará a velocidad moderada, respetando las señalizaciones existentes.
- No se permitirá la presencia de grupos de personas en las cercanías de la zona de trabajo, o en lugares donde puedan ser alcanzados por la máquina.
- Hay que limpiarse el calzado de barro o grasa antes de subir a la máquina.
- Cuando se carguen camiones, no se colocará ni pasará la pala por encima de la cabina.
- En los desplazamientos y maniobras se prestará especial atención a las líneas eléctricas, respetando siempre las distancias de seguridad, previnicnedo los movimientos de la cuchara y la carga, por acción de la suspensión o de las irregularidades del terreno.
- La distancia mínima a una línea eléctrica será:
    - 4 metros para hasta 66.000 voltios
    - 5 metros para más de 66.000 voltios
- Cuando la máquina se encuentre averiada, se señalará con un cartel de “máquina averiada” y se señalizará la máquina si quedara en zona de paso de vehículos.
- Cualquier anomalía observada en el funcionamiento de la máquina deberá ser puesta en conocimiento del inmediato superior.

Al finalizar la jornada, o durante los descansos, se observarán las siguientes reglas:

- La cuchara debe quedar apoyada en el suelo.

- La batería debe desconectarse.
- Debe echarse el freno de aparcamiento.
- No se transportarán personas en la máquina, especialmente dentro del cucharón.

5.7. Camiones

Equipo individual de protección: casco (estando fuera del vehiculo)

Normas de actuación generales:

- El vehículo llevará conectado a la marchas atrás un silbato, el cual sonará cuando se mueva en dicho sentido.
- Antes de iniciar la jornada se revisarán los puntos siguientes para verificar para su correcto funcionamiento: silbato marcha atrás, frenos, dirección, limpia….
- En caso de avería o mal funcionamiento de alguno de ellos, se reparará antes de iniciar el trabajo.
- No se dejará desatendido el vehículo estando le motor en marcha.
- Si el camión tuviera que ser remolcado, hay que asegurarse de que lleva bastante aire para el funcionamiento de los frenos. En caso contrario hay que usar una barra rígida para el remolque.
- No se hará ninguna reparación o ajuste con el motor en marcha, excepto cuando esto sea estrictamente necesario.
- Se comprobará periódicamente, durante el trabajo, el freno de mano, que se usará únicamente para aparcar, excepto en casos de emergencia.
- Al aparcar se dejará una distancia de seguridad con los demás vehículos.
- Al comprobar e líquido del radiador, se dejará escapar primero la presión, antes de quitar el tapón.
- No se permitirá que haya nadie sobre los estribos, aletas o caja del camión.
- Cuando se haya utilizado un extintor debe darse aviso de ello, para que se proceda a su rellenado o sustitución.
- Hay que informar al superior inmediato de la falta de seguridad de la ruta, debido a baches, terreno blando, etc.
- Al estacionar, el vehículo se dejará siempre con el freno de mano puesto y una marcha metida. Se evitará aparcar en pendiente, sobre todo con el vehículo cargado.

- Tendrá en cuenta el riesgo de emisión de gases de los motores cuando trabaje en recintos con poca ventilación, parando en este caso el motor durante los vertidos, siempre que sea posible.

- Siempre que sea obligación detenerse en curvas o rampas de visibilidad reducida, se asegurará de ser visto desde otros vehículos en movimiento, requiriendo la ayuda de señales o colocación de señalización vial.

Normas de actuación durante la carga:

- Se introducirá el camión con cuidado en la zona de carga, y se mantendrá una distancia, segura con el camión que le procede.

- Cuando se haga marcha atrás, se asegurará que no hay personas, obstáculos ni vehículos y tocará el claxon intermitentemente.

Normas de actuación específicas para el camión hormigonera:

- Se asegurará que el vehículo esté parado y estable antes de accionar el mecanismo de rotación de la hormigonera.

- No circulará con la canaleta suelta.

5.8. Dumper

Equipo individual de protección:

Casco, ropa de trabajo, calzado de protección, gafas antipolvo, cinturón antivibratorio

Normas de actuación:

- Se evitarán giros bruscos o demasiado rápidos que podrían originar vuelcos.

- Se deberán poner en los puntos de descarga unos topes para las ruedas.

- La velocidad de circulación estará en función de la visibilidad, carga transportada, condiciones del peso.

- Hay que mantenerse a distancia segura del borde de la zona de descarga.

- En la posición de basculado, hay que adoptar una velocidad adecuada hacia adelante, aflojar el freno de mano y salir con cuidado de la zona.

- Está terminantemente prohibido salir de la zona de descarga con el volquete levantado. Hay que prestar especial atención a las líneas eléctricas.

- Cualquier anomalía en frenos o dirección debe ser objeto de consulta inmediata con un mecánico especializado.

- Al dejar parada la máquina en una pendiente, estará bien frenada y calzada.

- En los arranques por manivela, se empuñará está colocando el pulgar en el mismo lado que los demás dedos y dando el tirón hacia arriba.

- No es transportarán personas en el dumper.

5.9. Grúa móvil

El operador deberá seguir las siguientes normas:

- Efectuará periódicamente todas las revisiones indicadas en las Normas de Manteniemiento y cuidará, en especial, de aquellos elementos de seguridad que lleve la máquina y que bajo ningún concepto deberá estar fuera de servicio. Así mismo, comprobará diariamente el estado de los cables, de sus arrollamientos en los tambores y del gancho.

- Cuidará el perfecto estado de eslingas, bragas, pernillos, etc., procediendo a su renovación siempre que estos medios de enganche muestren síntomas de deterioro o fatiga.

- Antes de utilizar la grúa, se deberá comprobar el correcto funcionamiento de los embragues de giro y elevación de carga y pluma. Esta maniobra e har´en vacío.

- Se limpiará el calzado de barro o grasa antes de subir a la máquina.

- Elevará la carga verticalmente, los tiros sesgados están prohibidos terminantemente.

- No realizará nunca movimientos en los que las cargas queden fuera de su vista, sin los servicios de un señalista.

- En los desplazamientos y maniobras, prestar atención a las líneas eléctricas, sin olvidar que las distancias de seguridad son de 3 metros para baja tensión y 5 metros para alta. En caso de contacto, permanecer quieto en la cabina hasta que la red sea desconectada o se deshaga el contacto. Si es preciso bajar de la máquina o hará de un salto lo más grande posible.

- Está totalmente prohibido el transporte de personas colgadas en el cubo.

- No se permitirá que nadie pase bajo las cargas suspendidas o que se estacionen en la zona de maniobras.

- Controlará el movimiento de cargas de gran longitud y evitará su giro mediante cuerdas sujetas a lo extremos de la misma, con ayuda de los operarios necesarios.

- Pondrá extremo cuidado al montar y desmontar tramos de pluma, no se situará nunca debajo de ella y efectuará la operación en la forma correcta.

- No abandonará nunca la máquina con una carga suspendida. No dejará nunca la máquina en una pendiente.
- No permitirá que ninguna persona no autorizada manipule la máquina.
- En caso de que los cables de suspensión de la carga se enrollen entre sí, no apoyar la carga antes de hacer volver los cables a su posición normal.

5.10. Motoniveladora

Equipo individual de protección: casco, ropa de trabajo, protección para la vista, protección de las vías respiratorias, calzado de protección y cinturón antivibratotio.

Normas de actuación:

- Se circulará con precaución y a velocidad moderada, sobre todo en proximidad de taludes y zanjas.
- Se evitará detener la máquina en pendientes.
- No se permitirá la presencia de grupos de personas en las cercanías de la máquina, donde se realice el trabajo o en lugares dónde puedan ser alcanzados por ésta, prestando especial atención en la operación de marcha atrás.
- La máquina llevará conectada a la marcha atrás un silbato, que funcionará cuando la máquina se mueva en dicho sentido.
- Al finalizar la jornada, o durante los descansos, se observarán las siguientes normas:
    - Apoyar la cuchilla y ripper en el suelo.
    - La batería debe quedar desconectada.
    - Se colocará el freno de aparcamiento.
- Antes de subir a la máquina, tendrá cuidado de no llevar barro o grasa adheridos al calzado, para evitar el peligro de caída y también para evitar el peligro de que los pies puedan resbalar sobre los pedaños.
- Cuando la máquina se encuentre averiada, se señalará, se eñalará con un cartel de “maquina averiada”. Cuando quede parada en zona de tráfico, se señalizará adecuadamente.
- Las operaciones de mantenimiento, reparación, repostaje, etc., deberán ser efectuados con la máquina parada, apoyando previamente la cuchilla en el suelo.

- Cualquier anomalía observada en el normal funcionamiento d la máquina, deberá ser puesto en conocimiento del inmediato superior.

5.11. Rodillo vibratorio

El operador deberá seguir las siguientes consignas:

- En el caso de que el rodillo sea arrasatrado por un tractor, se asegurará que el enganche sea correcto.
- Si el rodillo es autopropulsado, permanecerá en su puesto de trabajo, sin abandonar éste hasta que el rodillo esté parado.
- Vigilará especialmente la estabilidad del rodillo cuando circule por superficies inclinadas, así como la consistencia mínima del terreno necesaria para mantener dicha estabilidad.
- Se asegurará de ser visto con suficiente antelación desde otros vehículos que estén circulando por la zona, requiriendo la ayuda del señalista o colocando señalización vial, siempre que sea necesario. Las operaciones de mantenimiento o de reparación se harán a máquina parada.

5.12. Soldadora eléctrica

Equipo individual de protección: casco, pantalla para soldador, gafas contra proyecciones, manoplas, manguitos, polainas, mndil de cuero, calzado de seguridad, cinturón de seguridad.

Normas de actuación:

- Las zonas de trabajo se mantendrán limpias, ordenadas y con iluminación suficiente.
- Si existiese peligro de caída de objetos o materiales a nivel inferior, éste se acortará para impedir el paso. Si el peligro de caída de objetos y materiales fuese sobre la zona de trabajo, éste se protegerá adecuadamente.
- No se deberá arrojar las puntas de los electrodos desde altura, por lo que el soldador llevará una bolsa para recogerlas.
- El soldador deberá estar sobre apoyo adecuado que evite su caída en caso de pérdida de equilibrio por cualquier causa. De no ser posible, estará sujeto con cinturón de seguridad.
- Será perceptivo el empleo de mascarilla o careta con el filtro químico correspondiente, en trabajos de soldadura o corte sobre material galvanizado.
- Los bordes de conexión estarán cuidadosamente aislados.

- Los cables de conducción de corriente estarán debidamente aislados y se tendrán de forma que, en una rotura accidental, no produzca contacto con los elementos metálicos que se estén montando y sobre los cuales estén trabajando otros operarios.

- Los cables estarán en buen uso, evitándose los empalmes, que en caso obligado, se aislarán con cinta antihumedad.

- Los grupos se hallarán aislados adecuadamente y protegidos contra la lluvia.

- Los interruptores eléctricos estarán cerrados y protegidos contra la intemperie.

- Los cables del circuito de soldadura deberán mantenerse siempre limpios y secos.

- Las masas de cada aparato de soldadura estarán puestas a tierra, así como uno de los conductores del circuito de utilización para la soldadura. Será admisible a conexión de uno de los polos del circuito de soldar a estas asas cuando por su puesta a tierra no se provoquen corrientes parásitas de intensidad peligrosa

- - Antes de conectar una máquina a una toma de corriente cuyo voltaje se ignore, se comprobará la tensión de la misma con un voltímetro y nunca con lámparas.

- Se evitará el poner en contacto la pinza de soldadura con ropas mojadas o sudorosas.

- No se harán trabajos de soldadura eléctrica a cielo abierto mientras llueva o nieve, ni en caso de tormentas eléctricas o de viento de gran fuerza.

- Los aparatos de soldadura se colocarán en la periferia y/o en cota inferior a la zona de trabajo, a fin de que en ésta no penetren los cables de alineación a los mismos, sino solamente los de pinza y masa.

- En los montajes en altura, mientras no se esté soldando, deberá estar desconectado el grupo y en los pequeños intervalos en que esto no sea posible, el portaelectrodos se guardará en la funda de cuero que forma parte del equipo soldador.

- Cuando el soldador abandone el tajo de soldadura, deberá desconectar previamente el grupo, independientemente del tiempo que dure la asistencia.

5.13. Normas de comportamiento para mecánicos

Los equipos de seguridad que la empresa le entrega son para ser utilizados correctamente en los casos adecuados. Deberá conservarlos en buen estado y solicitar su cambio cuando se hayan deteriorado.

Deberá comunicar a su superior cualquier deficiencia observada en herramientas, máquinas e instalaciones, a fin de procurar que sea subsanado.

Existen recipientes para la recogida de desperdicios. No deberá, por lo tanto, tirarlos al suelo ni abandonarlos en cualquier lugar fuera de los indicados para ello.

Está prohibido inutilizar cualquier dispositivo de seguridad auque aparentemente facilite su trabajo.

Solo los electricistas están autorizados para efectuar reparaciones o ajustes en instalaciones eléctricas.

- Evitará permanecer o circular debajo de cargas suspendidas.
- Cuando realice revisiones o reparaciones en cualquier elemento accionado por cilindros hidráulicos, siendo necesario mantenerlo elevado (calzos de palas cargadoras, hojas de tractores, basculantes de camnioes, etc.) deberá calzarlo adecuadamente con tacos u otros elementos apropiados.
- Está prohibido fumar en las inmediaciones del surtidor de combustible, del almacén de lubricantes y de la zona de carga de batería.
- Es obligatorio el uso de gafas protectoras en todos aquellos trabajos en los que existe riesgo de proyección de partículas, como son por ejemplo:
    - Oxicorte y trabajos en la piedra esmeril
    - Trabajos con Rotaflex
    - Rascado de pintura
    - Trabajos en máquinas-herramientas con arranque de viruta
    - Deberá utilizar guantes siempre que maneje cables y piezas con aristas cortantes

5.14. Normas de comportamiento para electricistas

- Es obligatorio el uso de botas y guantes de goma para tocar cualquier aparato que esté o tenga posibilidades de estar bajo tensión.
- Es obligatorio cortar tensión en el punto de trabajo, condenando efectivamente el interruptor para que no pueda ser puesto bajo tensión accidentalmente.
- En caso de trabajos baja tensión, dará parte al superior inmediato, antes de comenzarlos.
- Está prohibido puntear los dispositivos eléctricos de protección.
- Mensualmente comprobará el estado de los cuadros eléctricos.

- Antes de cualquier operación en el transformador, hará uso de la pértiga de detección, para comprobar la ausencia de tensión. Para ello:

  - Verificará el correcto funcionamiento de la pértiga de detección, utilizando la magneto portátil de comprobación.
  - Comprobará, con la pértiga de detección ya verificada, la ausencia de tensión de los puntos accesibles.
  - Volverá a comprobar la pértiga con la magneto.
  - Empleará para estas y las demás operaciones, guantes aislantes y taburetes aislantes.
  - No efectuará ninguna operación en el transformador sin llevar un ayudante.

## 6. Servicios de prevención

### 6.1. Servicio técnico de seguridad e higiene

La obra dispondrá de Técnico de Seguridad e Higiene con dedicación completa, y de Brigada de Seguridad (oficial y peón) para mantenimiento y reposición de protecciones.

### 6.2. Servicio médico

La empresa dispondrá de un Servicio Médico de empresa propia o mancomunada.

### 6.3. Vigilante de seguridad y comité de seguridad e higiene

Se nombrará Vigilante de Seguridad de acuerdo con lo previsto en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.

Se constituirá el comité cuando el número de trabajadores supere el previsto en la Ordenanza Laboral de construcción, o en su caso, lo que disponga el Congreso Colectivo Provincial.

### 6.4. Instalaciones médicas

El botiquín se revisará semanalmente y se repondrá inmediatamente el material utilizado.

### 6.5. Instalaciones de higiene y bienestar

Se dispondrá de vestuario, servicios higiénicos, y comedor, debidamente dotados. El vestuario dispondrá de taquillas individuales, con llave, asientos y calefacción.

Los servicios higiénicos tendrán lavabo y una ducha con agua tanto fría como caliente, cada diez trabajadores y un W.C. por cada 25 trabajadores, disponiendo de espejos y calefacción.

El comedor dispondrá de mesas y asientos con respaldo, pilas lavavajillas, microondas, calefacción y un recipiente para desperdicios. Para la limpieza y conservación de estos locales se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

## 6.6. Plan de seguridad y salud

El contratista está obligado a redactar un plan de Seguridad e Higiene, adaptando este estudio a sus medios y métodos de ejecución.

El Plan de Seguridad y Salud que estudie, analice y complemente este Estudio, constará de los mismos aparatos, con adaptación expresa de los sistemas de producción previstos por el constructor, respetando fielmente el pliego de condiciones.

Dicho plan será informado por el Coordinador de Seguridad y Salud y con éste informe se llevará a su aprobación por la Administración Pública que haya ejecutado la obra.

# 3. PRESUPUESTO

1.- MEDICIONES

2.- CUADRO DE PRECIOS 1

3.- CUADRO DE DESCOMPUESTOS

4.- MEDICIONES Y PRESUPUESTO

5.- RESUMEN DEL PRESUPUESTO

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTiDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO PROT. INDIVID protección idividual** | | | | | | |
| **U42EA401** | **Mascara antipolvo** | | | | | | |
| | | | | | | 10,00 | |
| **U42EA410** | **Filtro para mascarilla antipolvo** | | | | | | |
| | | | | | | 20,00 | |
| **U42EA001** | **Casco de seguridad homologado** | | | | | | |
| | | | | | | 10,00 | |
| **U42EA201** | **Pantalla de seguridad para soldador** | | | | | | |
| | | | | | | 2,00 | |
| **U42EC001** | **Mono de trabajo** | | | | | | |
| | | | | | | 10,00 | |
| **U42EC010** | **Impermeable** | | | | | | |
| | | | | | | 10,00 | |
| **U42EC030** | **Mandil de cuero para soldador** | | | | | | |
| | | | | | | 2,00 | |
| **U42EE014** | **Par de guantes de cuero** | | | | | | |
| | | | | | | 10,00 | |
| **U42EE016** | **Par de guantes de látex anticortes** | | | | | | |
| | | | | | | 10,00 | |
| **U42EG016** | **Par de btas de seguridad de lona** | | | | | | |
| | | | | | | 10,00 | |
| **U42EG001** | **Par de botas de agua** | | | | | | |
| | | | | | | 10,00 | |

**U42EC401** **u** **Cinturon de seguridad homologado**

10,00

**U42EA220** **u** **Gafas de seguridad contra polvo e impactos**

10,00

**U42EA601** **u** **Protectores auditivos**

10,00

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO PROT. COLECT. protección colectiva** | | | | | | |
| U42GA001 | **Red de seguridad h=10 m** | | | | | | |
| | | | | | | 40,00 | |
| U42CA052 | **Señal cuadrada obras D=600 mm** | | | | | | |
| | | | | | | 2,00 | |
| U42CA001 | **Señal circular D=600 mm** | | | | | | |
| | | | | | | 2,00 | |
| U42CG210 | **Cordón de señalización bicolor rojo/blanco** | | | | | | |
| | | | | | | 500,00 | |
| U42CC250 | **Valla metálica 2,40 m móvil pies hormigón** | | | | | | |
| | | | | | | 20,00 | |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO EXT. INC. extinción de incendios** | | | | | | |
| U35AA015 | **u Extintor polvo ABC 25 kg.** | | | | | | |
| | | | | | | 4,00 | |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO HIG. BIENEST higiene y bienestar** | | | | | | |
| U42VJ420 | **Alquiler caseta prefabricada aseos. ducha, termo** | u | | | | 1,00 | 1,00 |
| U42AA601 | **Alquiler caseta prefabricada almacen** | u | | | | 1,00 | 1,00 |
| U42AA710 | **Alquiler caseta prefabricada comedor** | u | | | | 1,00 | 1,00 |
| U42AA810 | **Alquiler caseta prefabricada vestuarios** | u | | | | 1,00 | 1,00 |
| U42AE001 | **Acometida provisional eléctrica a caseta** | u | | | | 1,00 | 1,00 |
| U42AE101 | **Acometida provisional fontatería a caseta** | u | | | | 1,00 | 1,00 |
| U42AG630 | **Mesa melanina para 10 personas** | u | | | | 1,00 | 1,00 |
| U42AG210 | **Banco polipropileno para 5 personas** | u | | | | 2,00 | 2,00 |
| U42AA210 | **Alquiler caseta prefabricada oficina** | u | | | | 1,00 | 1,00 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO PRIM. AUX primeros auxilios** | | | | | | |
| **U42AG801** | **Botiquin de obra** | | | | | | |
| | | | | | | 1,00 | |
| **U42AG810** | **Reposición de botiquín** | | | | | | |
| | | | | | | 1,00 | |

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|
| | | **CAPÍTULO PROT. INDIVID. Protección individual** | |
| **U42EA401** | **U** | **Mascara antipolvo** | **4,54** |
| | | CUATRO EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS | |
| **U42EA410** | **U** | **Filtro para mascarilla antipolvo** | **4,27** |
| | | CUATRO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS | |
| **U42EA001** | **U** | **Casco de seguridad homologado** | **1,47** |
| | | UN EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS | |
| **U42EA201** | **U** | **Pantalla de seguridad para soldador** | **10,11** |
| | | DIEZ EUROS con ONCE CÉNTIMOS | |
| **U42EC001** | **U** | **Mono de trabajo** | **16,41** |
| | | DIECISEIS EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS | |
| **U42EC010** | **U** | **Impermeable** | **9,47** |
| | | NUEVE EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS | |
| **U42EC030** | **U** | **Mandil de cuero para soldador** | **14,70** |
| | | CATORCE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS | |
| **U42EE014** | **U** | **Par de guantes de cuero** | **1,89** |
| | | UN EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS | |
| **U42EE016** | **U** | **Par de guantes de látex anticortes** | **1,89** |
| | | UN EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS | |
| **U42EG016** | **U** | **Par de botas de seguridad de lona** | **9,51** |
| | | NUEVE EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS | |
| **U42EG001** | **U** | **Par de botas de agua** | **4,42** |
| | | CUATRO EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS | |
| **U42EC401** | **U** | **Cinturon de seguridad homologado** | **5,00** |

CINCO EUROS

| | | | |
|---|---|---|---|
| **U42EA220** | **U** | **Gafas de seguridad contra polvo e impactos** | **3,71** |

TRES EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS

| | | | |
|---|---|---|---|
| **U42EA601** | **U** | **Protectores auditivos** | **5,92** |

CINCO EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|
| | | **CAPÍTULO PROT. COLECT. protección colectiva** | |
| **U42GA001** | **u** | **Red de seguridad h=10 m** | |
| | | CERO EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS | |
| **U42CA052** | **u** | **Señal cuadrada obras D=60 mm** | **2,91** |
| | | DOS EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS | |
| **U42CA001** | **u** | **Señal circular D=600 mm** | **2,91** |
| | | DOS EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS | |
| **U42CG210** | **m** | **Cordón de señalización bicolor rojo/blanco** | **0,41** |
| | | CERO EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS | |
| **U42CC250** | **u** | **Valla metálica 2,40 m móvil pies hormigón** | **4,51** |
| | | CUATRO EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS | |

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|
| | | **CAPÍTULO EXT. INC. Extinción de incendios** | |
| **U42AA015** | **U** | **Extintor polvo ABC 25 kg.** | **162.61** |
| | | CIENTO SESENTA Y DOS EUROS con SESENTA Y UN CÉNTMOS | |

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|
| | | **CAPÍTULO HIG. BIENEST higiene y bienestar** | |
| **U42VJ420** | **u** | **Alquiler caseta prefabricada aseos. ducha, termo** | **215,00** |
| | | DOSCIENTOS QUINCE EUROS | |
| **U42AA601** | **u** | **Alquiler caseta prefabricada almacen** | **107,25** |
| | | CIENTO SIETE EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS | |
| **U42AA710** | **u** | **Alquiler caseta prefabricada comedor** | **107,25** |
| | | CIENTO SIETE EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS | |
| **U42AA810** | **u** | **Alquiler caseta prefabricada vestuarios** | **117,00** |
| | | CIENTO DIECISIETE EUROS | |
| **U42AE001** | **u** | **Acometida provisional eléctrica a caseta** | **99,45** |
| | | NOVENTA Y NUEVE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS | |
| **U42AE101** | **u** | **Acometida provisional fonatería a caseta** | **87,75** |
| | | OCHENTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS | |
| **U42AG630** | **u** | **Mesa melanina para 10 personas** | **191,65** |
| | | CIENTO NOVENTA Y UN EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS | |
| **U42AG210** | **u** | **Banco polipropileno para 5 personas** | **184,45** |
| | | CIENTO OCHENTA Y CUATRO EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS | |
| **U42AA210** | **u** | **Alquiler caseta prefabricada oficina** | **125,45** |
| | | CIENTO VEINTICINCO EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS | |

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|
| | | **CAPÍTULO PRIM.AUX primeros auxilios** | |
| **U42AG801** | **u** | **Botiquín de obra** | **21,43** |
| | | VENTIUN EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS | |
| **U42AA601** | **u** | **Reposición de botiquín** | **41,15** |
| | | CUANETA Y UN EUROS con QUINCE CÉNTIMOS | |

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|

## CAPÍTULO PROT. INDIVID protección individual

**U42EA401** **u** **Mascara antipolvo**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA** ..... **4,54**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

**U42EA410** **u** **Filtro para mascarilla antipolvo**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA** ..... **4,27**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

**U42EA001** **u** **Casco de seguridad homologado**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA** ..... **1,47**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS

**U42EA201** **u** **Pantalla de seguridad para soldador**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA** ..... **10,11**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con ONCE CÉNTIMOS

**U42EC001** **u** **Mono de trabajo**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA** ..... **16,41**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS

**U42EC010** **u** **Impermeable**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA** ..... **9,47**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS

**U42EC030** **u** **Mandil de cuero para soldador**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA** ..... **14,70**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

**U42EE014** **u** **Par de guantes de cuero**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA** ..... **1,89**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

**U42EE016** **u** **Par de guantes de látex anticortes**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA ..... 1,89**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

**U42EG016 u Par de btas de seguridad de lona**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA ..... 9,51**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS

**U42EG001 u Par de botas de agua**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA ..... 4,42**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

**U42EC401 u Cinturón de seguridad homologado**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA ..... 5,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS

**U42EA220 u Gafas de seguridad contra polvo e impactos**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA..... 3,71**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS cn SETENTA Y UN CENTIMOS

**U42EA601 u Protectores auditivos**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA..... 5,92**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad e CINOC EUROS con NOVENTA Y DOS CENTIMOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|

## CAPÍTULO PROT. COLECT. protección colectiva

**U42GA001** **u** **Red de seguridad h=10 m**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA ..... 0,99**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO UROS con NOVENTE Y NUEVE CENTIMOS

**U42CA052** **u** **Señal cuadrada obras D= 600 mm**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA ..... 2,91**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con NOVENTA Y UN CENTIMOS

**U42EA001** **u** **Señal circular D=600 mm**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA ..... 2,91**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con NOVENTA Y UN CENTIMOS

**U42CG210** **u** **Cordón de señalización bicolor rojo/blanco**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA ..... 0,41**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con CUARENTE Y UN CENTIMOS

**U42CC250** **u** **Valla metálica 2,40 m móvil pies de hotmigón**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA ..... 4,51**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con CINCUENTA Y UN CENTIMOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|

## CAPÍTULO EXT.INC. extinción de incendios

**U42AA015** **u** **Extintor polvo ABC 25 kg.**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA ..... 162,61**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESNTE Y DOS EUROS con SESNTA Y UN CENTIMOS

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|

### CAPÍTULO HIG.BIENEST higiene y bienestar

**U42VJ420** **u** **Alquiler caseta prefabricada aseos ducha, termo**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA ..... 215,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS QUINCE EUROS

**U42AA601** **u** **Alquiler caseta prefabricada almacén**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA ..... 107,25**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SETE EUROS con VEINTICINCO CENTIMOS

**U42AA810** **u** **Alquiler caseta prefabricada comedor**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA ..... 107,25**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SIETE EUROS con VEINTICINCO CENTIMOS

**U42AE001** **u** **Alquiler caseta prefabricada vestuarios**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA ..... 117,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO DIECISIETE EUROS

**U42AE101** **u** **Acometida provisional fontanería a caseta**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA ..... 99,45**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y NUEVE EUROS con CUARENTA Y CINCO CENTIMOS

**U42AG630** **u** **Mesa melanina para 10 personas**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA ..... 191,65**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NOVENTA Y UN EUROS con SESENTA Y CINCO CENTIMOS

**U42AG210** **u** **Banco propileno para 5 personas**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA ..... 184,45**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHENTA Y CUATRO EUROS con CUARENTA Y CINCO CENTIMOS

**U42AA210** **u** **Alquiler caseta prefabricada oficina**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA ..... 125,45**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTICINCO EUROS con CUARENTA Y CINCO CENTIMOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|

## CAPÍTULO PRIM. AUX primeros auxilios

**U42AG801** **u** **Botiquín de obra**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA ..... 21,43**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS CON CUARENTA Y TRES CENTIMOS

**U42AG810** **u** **Reposición de botiquín**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA ..... 41,15**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y UN EUROS CON QUINCE CENTIMOS

## MEDICIONES Y PRESUPESTO

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS PARCIALES | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO PROT. INDIVID protección idividual** | | | | | | | |
| **U42EA401** | **u Mascara antipolvo** | | | | | | | |
| | | | | | | 10,00 | 4,54 | 45,40 |
| **U42EA410** | **u Filtro para mascarilla antipolvo** | | | | | | | |
| | | | | | | 20,00 | 4,27 | 85,40 |
| **U42EA001** | **u Casco de seguridad homologado** | | | | | | | |
| | | | | | | 10,00 | 1,47 | 14,70 |
| **U42EA201** | **u Pantalla de seguridad para soldador** | | | | | | | |
| | | | | | | 2,00 | 10,11 | 20,22 |
| **U42EC001** | **u Mono de trabajo** | | | | | | | |
| | | | | | | 10,00 | 16,41 | 164,10 |
| **U42EC010** | **u Impermeable** | | | | | | | |
| | | | | | | 10,00 | 9,47 | 94,70 |
| **U42EC030** | **u Mandil de cuero para soldador** | | | | | | | |
| | | | | | | 2,00 | 14,70 | 29,40 |
| **U42EE014** | **u Par de guantes de cuero** | | | | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 10,00 | 1,89 | 18,90 |
| **U42EE016** | **u Par de guantes de látex anticortes** | | | |
| | | 10,00 | 1,89 | 18,90 |
| **U42EG016** | **u Par de botas de seguridad de lona** | | | |
| | | 10,00 | 9,51 | 95,10 |
| **U42EG001** | **u Par de botas de agua** | | | |
| | | 10,00 | 4,42 | 44,20 |
| **U42EC401** | **u Cinturon de seguridad homologado** | | | |
| | | 10,00 | 5,00 | 50,00 |
| **U42EA220** | **u Gafas de seguridad contra polvo e impactos** | | | |
| | | 10,00 | 3,71 | 37,10 |
| **U42EA601** | **u Protectores auditivos** | | | |
| | | 10,00 | 5,92 | 59,20 |

**TOTAL CAPÍTULO PROT. INDIVID protección idividual..... 777,32**

## MEDICIONES Y PRESUPUESTO

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO PROT. COLECT. protección colectiva** | | | | | | | | |
| **U42GA001** | **u Red de seguridad h=10 m** | | | | | | | | |
| | | | | | | | 40,00 | 0,99 | 39,60 |
| **U42CA052** | **u Señal cuadrada obras D=60 mm** | | | | | | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 2,91 | 5,82 |
| **U42CA001** | **u Señal circular D=600 mm** | | | | | | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 2,91 | 5,82 |
| **U42CG210** | **m Cordón de señalización bicolor rojo/blanco** | | | | | | | | |
| | | | | | | | 500,00 | 0,41 | 205,00 |
| **U42CC250** | **u Valla metálica 2,40 m móvil pies hormigón** | | | | | | | | |
| | | | | | | | 20,00 | 4,51 | 90,20 |
| | **TOTAL CAPÍTULO PROT. COLECT. protección colectiva.....** | | | | | | | | **346,44** |

## MEDICIONES Y PRESUPUESTO

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO EXT. INC. extinción de incendios** | | | | | | | | |
| **U35AA015** | **u Extintor polvo ABC 25 kg.** | | | | | | | | |
| | | | | | | | 4,00 | 162,61 | 650,44 |
| | **TOTAL CAPÍTULO EXT. INC. extinción de incendios .....** | | | | | | | | **650,44** |

## MEDICIONES Y PRESUPUESTO

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO HIG. BIENEST higiene y bienestar** | | | | | | | | |
| **U42VJ420** | **u Alquiler caseta prefabricada aseos. ducha, termo** | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 215,00 | 215,00 |
| **U42AA601** | **u Alquiler caseta prefabricada almacen** | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 107,25 | 107,25 |
| **U42AA710** | **u Alquiler caseta prefabricada comedor** | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 107,25 | 107,25 |
| **U42AA810** | **u Alquiler caseta prefabricada vestuarios** | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 117,00 | 117,00 |
| **U42AE001** | **u Acometida provisional eléctrica a caseta** | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 99,45 | 99,45 |
| **U42AE101** | **u Acometida provisional fontanería a caseta** | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 87,75 | 87,75 |
| **U42AG630** | **u Mesa melanina para 10 personas** | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 191,65 | 191,65 |
| **U42AG210** | **u Banco polipropileno para 5 personas** | | | | | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 2,00 | 184,45 | 368,90 |
| **U42AA210** | **u Alquiler caseta prefabricada oficina** | | | |
| | | 1,00 | 125,45 | 125,45 |

**TOTAL CAPÍTULO HIG. BIENEST higiene y bienestar..... 1.419,70**

## MEDICIONES Y PRESUPUESTO

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO PRIM. AUX primeros auxilios** | | | | | | | | |
| **U42AG801** | **u Botiquin de obra** | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 21,43 | 21,43 |
| **U42AG810** | **u Reposición de botiquín** | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 41,15 | 41,15 |
| | **TOTAL CAPÍTULO PRIM. AUX primeros auxilios.....** | | | | | | | | **62,58** |
| | **TOTAL.....** | | | | | | | | **3.256,48** |

## RESUMEN DE PRESUPUESTO

| CAPITULO | RESUMEN | EUROS | % |
|---|---|---|---|
| PROT. INDIVID | Protección idividual..... | 777,32 | 23,87 |
| PROT. COLECT. | Protección colectiva..... | 346,44 | 11,86 |
| EXT. INC. | Extinción de incendios..... | 650,44 | 22,26 |
| HIG. BIENEST | Higiene y bienestar..... | 1.419,70 | 48,58 |
| PRIM. AUX | Primeros auxilios..... | 62,58 | 2,14 |

| | | |
|---|---|---|
| | **TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL** | **3.256,48** |
| 13,00 % Gastos generales | .....423,34 | |
| 6,00 % Beneficio industrial | .....195,39 | |
| | SUMA DE G.G. y B.I. | 618,73 |
| 16,00 % I.V.A..... | ..... | 620,03 |
| | **TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA** | **4.495,24** |
| | **TOTAL PRESUPUESTO GENERAL** | **4.495,24** |

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CUATRO MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS

, a 19 de septiembre de 2016.

**El promotor** **La dirección facultativa**

escuela politécnica superior de huesca

**TRABAJO DE FIN DE CARRERA DE**

**INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TÍTULO**

# Proyecto de piscifactoría de trucha arcoíris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)

## Anejo XIII – Pliego de condiciones


| | |
|---|---|
| **AUTOR:** | **Miguel Ángel Márquez Lapuente** |
| **ENSEÑANZA:** | **Ingeniería Agrónoma** |
| **DIRECTOR:** | **Juan Escós Quílez** |
| **FECHA:** | **Octubre 2016** |

**CAPITULO 1. DISPOSICIONES GENERALES ..... 3**

**CAPÍTULO 2. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA ..... 5**

2.1. CONDICIONES TÉCNICAS GENERALES ..... 5
2.2. CONDICIONES TÉCNICAS QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES ..... 6
2.3. CONDICIONES TÉCNICAS QUE HA DE CUMPLIR LA EJECUCIÓN ..... 20

**CAPÍTULO 3. CONDICIONES DE LAS TUBERÍAS ..... 29**

EPÍGRAFE 1. CONDICIONES TÉCNICAS GENERALES ..... 29
EPÍGRAFE 2. TRANSPORTE, ACOPIO Y PUESTA EN OBRA DE LOS MATERIALES ..... 31

**CAPÍTULO 4. OBRAS DE TIERRA ..... 36**

**CAPÍTULO 5. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA ..... 40**

EPÍGRAFE 1. OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA ..... 40
EPÍGRAFE 2. TRABAJOS, MATERIAL Y MEDIOS AUXILIARES ..... 41
EPÍGRAFE 3. RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN ..... 43
EPÍGRAFE 4. FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS ..... 44

**CAPÍTULO 6. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA ..... 45**

EPÍGRAFE 1. BASE FUNDAMENTAL ..... 45
EPÍGRAFE 2. GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS CON CARGO A LA FIANZA ..... 45
EPÍGRAFE 3. PRECIOS Y REVISIONES ..... 46
EPÍGRAFE 4. VALORACIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS ..... 48
EPÍGRAFE 5. VARIOS ..... 49

**CAPÍTULO 7. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL ..... 51**

# CAPITULO 1. DISPOSICIONES GENERALES

**Artículo 1. Obras sujeto del presente proyecto**

Se considerarán sujetas a las condiciones de este pliego, todas las obras cuyas características, planos y presupuestos, se adjuntan en las partes correspondientes del presente proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminadas las instalaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

**Artículo 2. Obras accesorias no especificadas en el pliego**

Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier clase de obras o instalaciones que no se encuentren descritas dentro de este Pliego de Condiciones, el Adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto, reciba del Ingeniero Director de obra, y en cualquier caso, con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

Se entiende por obras accesorias, aquellas que, por su naturaleza, no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Las obras accesorias, se construirán a medida que se vaya conociendo su necesidad. Cuando su importancia lo exija, se construirán en base a los proyectos adicionales que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el Ingeniero Director de Obra.

El Ingeniero Director de Obra tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales estarán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, las obras que resulten defectuosas total o parcialmente, deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello de derecho a ningún tipo de reclamación por parte del Adjudicatario.

**Artículo 3. Documentos que definen las obras**

Los documentos que definen las obras y que la propiedad entregue al Contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo.

Son documentos contractuales los planos, Pliego de condiciones, cuadros de precios y Presupuesto Parcial y Total, que se incluyen en el presente Proyecto.

Los datos incluidos en la Memoria y Anejos, así como la justificación de precios tienen carácter meramente informativo.

Cualquier cambio en el planteamiento de la Obra que conlleve un cambio sustancial respecto de lo proyectado, deberá ponerse en conocimiento de la Dirección de Obra para que lo apruebe y, si procede, redacte el oportuno proyecto reformado.

**Artículo 4. Compatibilidad y relación entre los documentos**

En caso de contradicción entre los planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo descrito en éste último documento. Lo mencionado en los planos y omitido en el Pliego

de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

**Artículo 5. Director de la obra**

La propiedad nombrará en su representación a un Ingeniero Técnico Agrícola, en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente proyecto. El contratista proporcionará toda clase de facilidades para que el Ingeniero Técnico Director, o sus subalternos, puedan llevar a cabo su trabajo con el máximo de eficacia.

No será responsable ante la propiedad de la tardanza de los organismos competentes en la tramitación del Proyecto. La tramitación es ajena al Ingeniero Director, quien una vez conseguidos todos los permisos, dará orden de comenzar la obra.

**Artículo 6. Disposiciones a tener en cuenta**

- Ley de contratos del Estado aprobada por Decreto 931/1986 del 8 del 2 de Mayo
- Reglamento General de Contratación para aplicación de dicha ley, aprobado por Decreto 1570/1985 de 1 de Agosto
- Pliegos de Condiciones técnicas Generales vigentes del Ministerio de Fomento
- Normas básicas (NBE) y Tecnológicas de la Edificación (NTE)
- Instrucción E.H.E. para el proyecto y ejecución de hormigón en masa o armado
- Métodos y Normas de Ensayo de Laboratorio Central de M.O.P.U.
- Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y normas M.I.B.T.
- Resolución General de Instrucciones para la construcción, de 31 de Octubre de 1966

# CAPÍTULO 2. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA

## 2.1. Condiciones técnicas generales

### Artículo 7. Obras o instalaciones no especificadas

Si en el transcurso de los trabajos fuera necesario ejecutar alguna clase de obra no regulada en el presente Pliego de Condiciones, el Contratista queda obligado a ejecutarla con arreglo a las instrucciones que reciba del Ingeniero Director quien, a su vez, cumplirá la normativa vigente sobre el particular. El Contratista no tendrá derecho a reclamación alguna.

### Artículo 8. Replanteo

Antes de dar comienzo a las obras, auxiliado del personal subalterno necesario y en presencia del Ingeniero Director de Obras, procederá al replanteo general de la obra. Una vez finalizado el mismo, se levantará el acta de comprobación del replanteo.

Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo con las instrucciones y órdenes del Ingeniero Director de Obra, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante.

Los replanteos, trazados, nivelaciones y demás obras previas, se efectuarán de acuerdo con los datos del Proyecto, planos, medidas, datos u órdenes que se faciliten, realizando el mismo, con el máximo cuidado, de forma que no se admitirán errores mayores de 1/500 de las dimensiones genéricas, así como los márgenes de error indicados en las condiciones generales de ejecución del resto de las unidades de obra.

El contratista se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

### Artículo 9. Demoliciones

Se adoptará lo descrito en la norma N.T.E.-A.D.D. “Acondicionamiento del terreno. Desmontes. Demoliciones”, en cuanto a Condiciones Generales de ejecución, criterios de valoración y de mantenimiento.

Para la demolición de las cimentaciones y elementos enterrados se consultará además la norma N.T.E.-A.D.V; para los apeos y apuntalamientos, la norma N.T.E.-E.M.A.

### Artículo 10. Movimientos de tierras

Se refiere el presente artículo a los desmontes y terraplenes para dar al terreno la rasante de explanación, a cielo abierto realizado con medios manuales y/o mecánicos, y a la excavación de zanjas y pozos.

Se adoptan las condiciones generales de seguridad en el trabajo así como las condiciones relativas a los materiales, control de la ejecución, valoración y mantenimiento que especifican las normas:

- N.T.E.-A.D "Acondicionamiento del terreno. Desmontes"
- N.T.E.- A.D.E "Explanaciones"
- N.T.E.-A.D.V "Vaciados"
- N.T.E.-A.D.Z "zanjas y pozos"

## 2.2. Condiciones técnicas que han de cumplir los materiales

**Artículo 11. Materiales en general**

Todos los materiales que hayan de emplearse en la ejecución de las obras deberán reunir las características indicadas en este pliego y en los cuadros de precios y merecer la conformidad del Director de Obras.

El Director de Obras tiene la facultad de rechazar en cualquier momento aquellos materiales que considere no corresponden a las condiciones del Pliego o que sean inadecuados para el buen resultado de los trabajos.

Los materiales rechazados deberán eliminarse de la obra dentro del plazo que señale su Director.

El Contratista notificará con suficiente antelación al Director de la Obra a rechazar aquellos materiales que a su juicio, no respondan a las condiciones del Pliego, aún en el caso de que tales materiales estuvieran ya puestos en obra.

Sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego, citándose como referencia:

- Normas MV
- Normas UNE
- Normas DIN
- Normas ASTM
- Normas NTE
- Instrucción EH-91, EHE-98, EF-96, RL-88
- Normas AENOR

Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad, aquellos materiales que estén en posesión del Documento de Idoneidad Técnica, que avalen sus cualidades, emitido por organismos técnicos reconocidos.

Por parte del Contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores las cualidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose previamente al

empleo de los mismos, sea solicitado informe sobre ellos a la Dirección Facultativa y al Organismo de Control de Calidad.

**Artículo 12. Análisis y ensayos para la aceptación de los materiales**

En relación con cuanto se prescribe en este pliego acerca de las características de los materiales, el Contratista está obligado a presenciar o admitir en todo momento, aquellos ensayos o análisis que el Director de Obra juzgue necesario realizar para comprobar la calidad, resistencia y restantes características de los materiales empleados o que hayan de emplearse.

La elección de los laboratorios y el enjuiciamiento e interpretación de dichos análisis serán exclusiva competencia del Director de Obra.

A la vista de los resultados obtenidos, rechazará aquellos materiales que considere no responden a las condiciones del presente Pliego.

**Artículo 13. Hormigones**

Se refiere el presente artículo a las condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial relacionados con la ejecución de las obras de hormigón en masa o armado o pretensado fabricados en obra o prefabricados, así como las condiciones generales de ejecución, criterios de medición, valoración y mantenimiento.

Regirá lo prescrito en la instrucción E.H.E. para las obras de hormigón en masa o armado. Asimismo se adopta lo establecido en las normas N.T.E.-E.H. “Estructuras de hormigón” y las normas N.T.E.-E.M.E. “Estructuras de madera. Encofrados”.

Las características mecánicas de los materiales y dosificaciones y niveles de control son las que se fijan en los planos del presente Proyecto (especificaciones de los materiales).

Su docilidad será la necesaria para que no puedan quedar coqueras en la masa del hormigón sin prejuicio de su resistencia.

Durante la ejecución de la obra se sacarán probetas de la misma masa de hormigón que se emplee de acuerdo con las condiciones del control de calidad previsto, observándose en su confección análogas características de apisonado y curado que en la obra. Dichas probetas se romperán a los siete y veintiocho días de su fabricación, siendo válidos los resultados de este último plazo a los efectos de aceptación de la resistencia.

Si las cargas medias de rotura fueran inferiores a las previstas podrá ser rechazada la parte de la obra correspondiente, salvo en el caso de que las probetas sacadas directamente de la misma obra den una resistencia superior a la de las pruebas de ensayo .Si la obra es considerada defectuosa, estará obligado el Contratista a demoler la parte de la obra que se le indique por parte de la Dirección Facultativa, rechazándola a su costa y sin que ello sea motivo para prorrogar el plazo de ejecución. Todos estos gastos de ensayos, ejecución y rotura de probetas serán por cuenta del Contratista.

Durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón se precisa mantener su humedad, mediante el curado, que se realizará durante un plazo mínimo de siete días, durante los cuales se mantendrán húmedas las superficies del hormigón, regándolas directamente, o después de abrirlas con un material como arpillera, que mantenga la humedad y evite la evaporación rápida.

**Artículo 14. Cal grasa**

La cal grasa procederá de la calcinación de las rocas calizas exentas de arcilla, con una proporción de materias extrañas inferior al 5%. El resultado de esta calcinación no contendrá caliches ni conglomerados especiales. Será inmediatamente desechada toda partida que ofrezca el menor indicio de apagado espontáneo.

Las cales que se utilicen para la confección de morteros cumplirán o especificado en la norma UNE correspondiente.

**Artículo 15. Yeso**

El yeso negro estará bien cocido y molido, limpio de tierras y no contendrá más del siete y medio por cien de granzas. Absorberá al amasarlo una cantidad de agua igual a su volumen y su aumento al fraguar no será mayor de una quinta parte. El coeficiente de rotura por aplastamiento de la papilla de yeso fraguado no será inferior a 80kg/cm$^2$ a los veintiocho días.

Se ajustarán a las condiciones fijadas para el yeso en sus distintas designaciones, en el Pliego General de Condiciones para la recuperación de yesos y escayolas en las obras de construcción.

**Artículo 16. Áridos para hormigones y morteros**

**16.1. Definición y condiciones generales**

Los áridos a emplear en los hormigones serán productos obtenidos por la clasificación de arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas suficientemente resistentes trituradas, mezclas de ambos materiales y otros productos, que por su naturaleza, resistencia y diversos tamaños cumplan las condiciones exigidas en este artículo.

El material del que procedan los áridos ha de tener en igual o superior grado, las cualidades que se exijan para el hormigón con él fabricado. En todo caso el árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, sin exceso de piezas planas, alargadas, blandas o fácilmente desintegrables, polvo, suciedad, arcilla u otras materias indeseadas.

Cumplirá las condiciones exigidas en la EHE, y las que, en lo sucesivo, sean aprobadas con carácter oficial.

**16.2. Procedencia**

Podrán proceder de los depósitos o graveras naturales situadas en cualquier punto que ofrezca las garantías de calidad necesarias.

De acuerdo con lo descrito en el artículo 25 de este Pliego, el Contratista presentará al Ingeniero Director, para su aprobación expresa, relación de las canteras o depósitos de materiales que piensa utilizar. Asimismo, el Contratista deberá someter a la aprobación del Ingeniero Director un proyecto de la instalación de clasificación a instalar, bien en el lugar de extracción de los áridos o bien en el punto de fabricación del hormigón.

### 16.3. Clasificación

El Ingeniero Director, para lograr que la granulometría de los hormigones quede dentro de la curva límite en cada caso, deberá señalar, exigirá la clasificación de los áridos en cuatro tamaños, cuando aquellos se destinen a hormigón para armar.

Cuando los áridos se destinen a obras de hormigón en masa, en todos los casos se exigirá la clasificación en tres tamaños.

Tanto las arenas como las gravas, deberán cumplir todas las condiciones señaladas en el vigente EHE para el Proyecto y ejecución de Obras de Hormigón.

### 16.4. Ensayos

Se realizarán las series de ensayos que determine el Ingeniero Director de la Obra de acuerdo con las normas que se citan en el EHE.

## Artículo 17. Grava para hormigones

La cantidad de sustancias perjudiciales que puedan presentar las gravas o áridos gruesos no excederá los límites que se indican en el cuadro siguiente:

| | Cantidad máxima de % del peso total de la muestra |
|---|---|
| Terrones de arcilla<br>Determinados con arreglo al método de ensayo UNE 7133 | 0,25 |
| Partículas blancas<br>Determinados con arreglo a método de ensayo UNE 7134 | 5,00 |
| Material retenido por el tamiz | 0,063 |
| UNE 7050 y que flota en un líquido de peso específico 2<br>Determinados con arreglo al método de ensayo UNE 7244 | 1,00 |
| Compuestos de azufre, expresados en SO y referidos al ácido seco<br>Determinados con arreglo al método de ensayo indicado en UNE 83120 | 0,40 |

El árido grueso estará exento de cualquier sustancia que pueda reaccionar perjudicialmente con las sustancias alcalinas que contenga el cemento. Su determinación se efectuará con arreglo al método de ensayo UNE 7137. En el caso de

utilizar las escorias siderúrgicas como árido grueso, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contengan silicatos inestables ni compuestos ferrosos. Esta comprobación se efectuara con arreglo al método de ensayo UNE 7234.

Tanto las arenas como la grava empleada en la confección de hormigones para la ejecución de estructuras deberán cumplir las condiciones que se exigen en la instrucción EHE 88/91.

**Artículo 18. Arenas**

La cantidad de sustancias perjudiciales en la confección de hormigones que pueda presentar la arena o áridos finos no excederá los límites que se indican en el cuadro que se detalla a continuación:

| | Cantidad máxima en % del peso total en la muestra |
|---|---|
| Terrones de arcilla<br>Determinados con arreglo al método de ensayo UNE 7133 | 1,00 |
| Material retenido por el tamiz<br>0,063 UNE 7050 y que flota en un líquido de peso específico 2<br>Determinado son arreglo al método de ensayo UNE 7244 | 0,50 |
| Compuestos del azufre, expresados en SO y referidos al árido seco | 4,00 |
| Determinados con arreglo al método de ensayo indicado en UNE 83120 | 0,40 |

**Artículo 19. Cemento utilizables**

El cemento empleado podrá ser cualquiera de los que se definen en el vigente Pliego de Condiciones para la recepción de conglomerados hidráulicos, con tal de que sea de una categoría no inferior a la de 250 kg/cm$^2$ de presión y satisfaga las condiciones que en dicho Pliego se prescriben. Además el cemento deberá ser capaz de proporcionar al hormigón las cualidades que a éste se le exigen en el EHE.

En los documentos de origen figurarán el tipo, clase y categoría al que pertenece el conglomerante. Conviene que en dichos documentos se incluyan, asimismo, los resultados de los ensayos que proviene el citado Pliego, obtenidos en un laboratorio oficial.

Se cumplirán asimismo, las recomendaciones y prescripciones contenidas en la "Instrucción para el Proyecto y Ejecución de Obras de Hormigón en masa o armado EHE" y las que, en lo sucesivo, sean aprobadas con carácter oficial.

El cemento a utilizar se almacenará en sitio ventilado, defendido de la intemperie y la humedad, tanto en el suelo como en las paredes.

Se comprobará dentro del mes anterior a su empleo, que las distintas partidas de cemento cumplen los requisitos exigidos por el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos".

Las características de cada partida de cementos se comprobarán antes de su utilización mediante la ejecución de las series completas de ensayos que estime oportunos el Directos de Obra.

**Artículo 20. Mortero de cemento Portland**

La preparación de los morteros de cemento Portland puede hacerse a mano o máquina. Si el mortero va a prepararse a mano mezclarán, previamente, la arena con el cemento en seco, y añadiendo lentamente el agua necesaria. El mortero batido a máquina se echará toda la mezcla junta, permaneciendo en movimiento por lo menos cuarenta segundos. Se prohíbe terminantemente el rebatido de los morteros.

Los morteros de cemento de uso más corriente en albañilería son del tipo 1:3, 1:4 y 1:6 y cuyas dosificaciones son como sigue:

| Mortero de cemento | Kg/cemento | $M^3$/arena | L/agua |
|---|---|---|---|
| Tipo 1:3 | 440 | 0,975 | 260 |
| Tipo 1:4 | 350 | 1,030 | 260 |
| Tipo 1:6 | 250 | 1,100 | 255 |

No obstante, la determinación de las cantidades o proporciones en que deben entrar los distintos componentes para formar los morteros, será fijada en cada unidad de obra por la Dirección de Obra, no pudiendo ser variadas en ningún caso por el Constructor. A este efecto, deberá existir en la obra una báscula y los cajones y las medidas para la arena, con los que se puedan comprobar en cualquier instante las proporciones de áridos, aglomerantes y agua empleados en su confección.

**Artículo 21. Mortero de yeso**

Los morteros de yeso serán de dos tipos, según la clase de yeso:

- 210 kg de yeso blanco fino. 650 litros de agua
- 850 kg de yeso negro. 600 litros de agua

Aptos para tendidos y guarnecidos sobre paramentos interiores

Los morteros de yeso se prepararán a medida que vayan necesitándose, haciendo solamente la cantidad precisa en cada caso.

**Artículo 22. Agua**

En general podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de hormigón en obra, todas las aguas mencionadas como aceptables por la práctica.

Cando no se posean antecedentes de su utilización o en caso de duda, deberán analizarse las aguas y, salvo justificación especial de que no alteren perjudicialmente las propiedades exigibles del hormigón, deberán rechazarse todas las que tengan un

pH inferior a 5. Las que posean un total de sustancias disueltas superior a los 15g/l (15000 ppm); aquellas cuyo contenido en sulfatos, expresados en SO, rebase los 14g/l; las que contengan ion cloro en proporción superior a 6 g/l; las aguas en las que se aprecia la presencia de hidratos de carbono y, finalmente, las que contengan sustancias orgánicas solubles en éter, en cantidad igual o superior a 15g/l.

La toma de muestras y los análisis anteriormente descritos, deberán realizarse en la forma indicada en los métodos de ensayo UNE 7236, UNE 7234, UNE 7130, UNE7131, UNE 7178, UNE 7132 y UNE 7235.

Aquellas que se empleen para la confección de hormigones en estructura cumplirán las condiciones que se exigen en la Instrucción EHE.

**Artículo 23. Acero en redondos para armaduras**

En cualquier caso el límite elástico será igual o superior a 4100 kg/cm$^2$, cumpliendo las prescripciones contenidas en “Instrucción para el Proyecto y ejecución de las obras de hormigón armado y en masa”.

El acero, para las armaduras de piezas de hormigón, será de primera calidad, sin grietas ni pajas, flexibles en frío y en modo algún agrio o quebradizo. Tendrán que llevar el sello de conformidad de CIETSID. Y sus características y métodos de ensayo vendrán definidas por la norma UNE 36088. Tanto las barras y alambres como las piezas férricas, no presentarán en ningún punto de su sección restricciones superiores al 2,5%.

Aquellos que sean empleados en elementos estructurales de hormigón armado deberán cumplir las condiciones que se exigen en la Instrucción EHE-98.

**Artículo 24. Aceros laminados**

Los perfiles laminados y todas sus piezas auxiliares de empalme o acoplamiento, se ajustarán a las prescripciones contenidas en las normas MV-102, 103, 104, 105, 106, 107 Y 108, así como la EM-62, UNE-14035 y las EA-95.

El director de obra podrá realizar a costa del Adjudicatario todos los análisis o investigaciones que considere necesarias para comprobar su composición y condiciones de trabajo.

Las condiciones de trabajo mínimas de los perfiles laminados serán:

- Acero tipo: A-42b
- Límite elástico: 2600 kg/cm$^2$
- Tensión máxima admisible de trabajo: 1730 kg/cm$^2$

**Artículo 25. Ladrillos**

El ladrillo tendrá las dimensiones, color y forma definidos en las unidades de obra, siendo en cualquier caso bien moldeado, y deberá ajustarse en cuanto a calidad, grado de cochura, tolerancias de dimensiones, etc.….a las normas UNE-41004, PIET-70 y MV-201/1972 y RL-88.

La fractura será de grano fino, compacta y homogénea sin caliches, piedras ni cuerpos extraños, para cada clase de ladrillo, de su resistencia a compresión, ajustada a uno de los valores siguientes, dados en $kg/cm^2$:

- Ladrillos macizos: 100, 150, 200, 300
- Ladrillos perforados: 150, 200, 300
- Ladrillos huecos: 50, 70, 100, 150, 200

No se admitirán ladrillos con resistencia (en $kg/cm^2$) inferior a los siguientes:

- Ladrillos macizos: 100
- Ladrillos perforados: 150
- Ladrillos huecos: 50

**Artículo 26. Instalación eléctrica**

Los materiales y ejecución de la instalación eléctrica cumplirán lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y normas complementarias. Asimismo se adoptan las diferentes condiciones previstas en las normas:

- N.T.E.-I.E.B. “Instalación eléctrica de baja tensión”
- N.T.E.-I.E.E. “Alumbrado exterior”
- N.T.E.-I.E.I “Alumbrado interior”
- N.T.E.-I.E.P “Puesta a tierra”
- N.T.E.-I,E,R, “Instalaciones de electricidad Red exterior”

**Artículo 27. Albañilería**

Se refiere el presente artículo a la fábrica de bloques de hormigón, ladrillo o piedra, a tabiques de ladrillo o prefabricados y revestimientos de paramentos, suelos, escaleras y techos.

Las condiciones funcionales y de calidad relativa a los materiales de origen industrial, control de ejecución y seguridad en el trabajo, así como los criterios de valoración y mantenimiento son las que especifican las siguientes normas:

- N.T.E.-E.F.B. “Estructuras de fábrica de bloque”
- N.T.E.-E.F.L. “Estructuras de fábrica de ladrillo”
- N.T.E.-E.F.P. “Estructuras de fábrica de piedra”
- N.T.E.-R.P.A. “Revestimiento de paramentos. Alicatados”
- N.T.E.-R.P.E “Revestimiento de paramentos. Enfoscado”
- N.T.E.-R.P.G. “Revestimiento de paramentos. Guarnecidos y enlucidos”
- N.T.E.-R.P.P. “Revestimiento de paramentos. Pinturas”
- N.T.E.-R.P.R. “Revestimiento de paramentos. Revocos”
- N.T.E.-R.S.C. “Revestimiento de suelos continuos”
- N.T.E.-R.S.F. “Revestimiento de suelos flexibles”
- N.T.E.-R.S.C. “Revestimiento de suelos y escaleras continuos”
- N.T.E.-R.S.S. “Revestimiento de escaleras y suelos. Soleras”
- N.T.E.-R.S.B. “Revestimiento de suelos y escaleras. Terrazos”
- N.T.E.-R.S.P.”Revestimiento de suelos y escaleras. Placas”

- N.T.E.-P.L.T. “Tabiques de ladrillo”
- N.T.E.-P.T.P. “Tabiques prefabricados”

**Artículo 28. Vidrios**

Serán inalterables a la acción de los ácidos, salvo el fluorhídrico, ofreciéndose incoloros, sin aguas ni vetas, así como tampoco burbujas, rayas y demás defectos.

Sus cualidades serán las establecidas en el presupuesto, debiendo aportarse y recibirse con la máxima pulcritud.

Sus condiciones y calidades se ajustarán a las normas: NTE-FVE, NTE-FVP, NTE-FVT, ET-70 y UNE 43015.

**Artículo 29. Pinturas y barnices**

Todas las sustancias de uso en pintura serán de calidad superior. Los colores preparados reunirán las condiciones siguientes:

a) Facilidad de extenderse y cubrir las superficies a las que se apliquen
b) Fijeza en la tinta o tono
c) Insolubilidad en agua
d) Facilidad de incorporarse y mezclarse en proporciones cuales quiera con aceites, cola, etc.
e) Inalterabilidad a la acción de otros colores, esmaltes o barnices

Los aceites y barnices, a su vez, responderán a la calidad siguiente:

a) Serán inalterables a la acción de los agentes atmosféricos
b) Conservarán y protegerán la fijeza de los colores
c) Acusarán transparencia y brillo perfectos, siendo rápido su secado

Los materiales de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en la NTE-pinturas, y las normas UNE que en ella se indican, así como otras disposiciones urgentes, relativas a la fabricación y control industrial.

**Artículo 30. Materiales no consignados en este pliego**

Cualquier material que no se hubiese consignado o descrito en el presente pliego y fuese necesario utilizar, reunirá las cualidades que requieran para su función a juicio de la dirección técnica de la obra y de conformidad con el pliego de condiciones aprobados por la Directiva 89/106/CEE del Consejo, de 21 de diciembre de 1988, y ratificada más tarde por la Comisión de 5 de diciembre de 1997, relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción.

Se consideran además de aplicación las Normas: MP-160, NA-61 y PCHA-61 del ITECO Y LA mv-101.62 del Ministerio de La Vivienda, así como toda la normativa técnica de la edificación, aunque no sea de obligado cumplimiento, siempre que haya sido aprobada por orden ministerial. Asimismo serán de preferente aceptación aquellos que estén en posesión del documento de idoneidad técnica.

**Artículo 31. Tubos para saneamiento**

En general, los tubos empleados para la ejecución de saneamiento deberán satisfacer las condiciones mínimas siguientes:

- Serán perfectamente lisos, circulares, de generatriz recta, y bien calibrados. No se admitirán los que tengan ondulaciones o desigualdades mayores de cinco milímetros ni rugosidades de más de un milímetro de espesor
- Deberán poder resistir como mínimo una presión hidrostática de prueba de dos atmósferas, sin presentar exudaciones, poros y quiebras de ninguna clase
- En los tubos de hormigón centrifugado los distintos materiales que entran en su fabricación deberán cumplir las prescripciones que para ellos se indicaban en los apartados correspondientes
- Los tubos de gres deberán ser absolutamente impermeables y su uso quedará supeditado a su facilidad o resistencia al resquebrajamiento como consecuencia de asientos y dilataciones.
- La cocción de tubos y piezas de gres será perfecta, sin que se produzcan deformaciones o caliches, y su sección en fractura será vítrea, homogénea, compacta y exenta de oquedades. Serán inalterables, por la acción de los ácidos, y la absorción de agua no será superior al 5% de su peso. A efectos de pruebas de ensayo, cumplirán lo especificado en las normas UNE 41009 y 41010 a 41015 inclusive

**Artículo 32. Terrazos y baldosas**

Tanto en lo que respeta a las características de los materiales que entran en su fabricación, como a las condiciones que han de cumplir en cuanto a dimensiones, espesores, rectitud de aristas, alabeos, etc. Para su aceptación serán de aplicación las consideraciones del Pliego de la Dirección General de Arquitectura y las Normas Tecnológicas RST-Terrazos y RSB-Baldosas.

**Artículo 33. Materiales para la impermeabilización**

Los materiales de tipo bituminoso que se utilicen en la ejecución de impermeabilizaciones cumplirán las especificaciones reflejadas en los capítulos II al V, ambos inclusive, de la norma MV 301.

Los fabricantes cumplimentarán lo que se especifica en esta Norma en cuanto a la designación de sus productos y garantizarán que el material que suministran cumple todas las condiciones que corresponden a la clase designada.

Los materiales que no sean de tipo bituminoso, cumplirán con la Normativa actual y deberán estar en posesión del Documento de Idoneidad Técnica acreditada de su bondad para el comportamiento que se le requiere. Asimismo el Contratista presentará el Certificado de Garantía de que el producto cumple con los ensayos que amparan el Documento de Idoneidad.

**Artículo 34. Aluminio**

Los perfiles de aluminio que se utilicen para la ejecución de las diferentes unidades constructivas serán de fabricación por extrusionado, y estarán sometidos a procesos de anodizado. El Contratista deberá presentar Certificado de Garantía, en el que se haga constar por el fabricante el cumplimiento de estas condiciones así como del espesor de la capa anódica, y el procedimiento de coloración.

**Artículo 35. Paneles de chapa plegada para cubiertas**

El material base será acero laminado en frío y proceso continuo, y galvanizado por el procedimiento SENDZIMIR, que garantice la resistencia a la corrosión y asegure su inalterabilidad a las más fuertes deformaciones. Los tratamiento de pintura y plastificado se realizarán por procesos tecnológicos que mantengan sus características o las mejoren.

Tendrán preferencia en su aceptación aquellos que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica. El Contratista deberá presentar Certificado de Garantía en el que se haga constar por el fabricante el cumplimiento de estas condiciones y los métodos de ensayo seguidos para su constatación.

**Artículo 36. Sellantes**

Los distintos productos para el relleno o sellado de juntas deberán poseer las propiedades siguientes:

- Garantía de envejecimiento
- Impermeabilización
- Perfecta adherencia ante el contacto permanente con el agua a presión
- Capacidad de deformación reversible
- Fluencia limitada
- Resistencia a la abrasión
- Estabilidad mecánica ante las temperaturas extremas

A tal efecto el Contratista presentará Certificado de Garantía del fabricante en el que se haga constar el cumplimiento de su producto para los puntos expuestos. La posesión del Documento de Idoneidad Técnica será razón preferencial para su aceptación.

**Artículo 37. Relación esquemática de materiales con especificación de la norma que deben cumplir con un carácter no limitativo sobre las condiciones sobre las condiciones generales de este pliego**

| Material | Pliego, norma o instrucción que debe seguir | Calidad | Observaciones |
|---|---|---|---|
| Rellenos generales y con material filtrante | PG-3-1975 MOP | | |
| Tubería porosa | PG-3-1975-MOP | A.R.T. 420 | |
| Hormigones y sus componentes | EHE-98 | Según se especifique en las Especificaciones de Control de Calidad del Proyecto | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Barras de acero para armaduras de hormigón armado | EHE-98, Normas UNE 36088 y 36097 | Según queda definido en las Especificaciones de Control del Proyecto | |
| Malazo electrosoldado para armaduras de hormigón armado | EHE-98 | Según queda definido en las Especificaciones de Control del Proyecto | |
| Forjados | EHE-98/EF-88 | Sobrecarga de uso de acuerdo con las especificaciones del Proyecto | Será elegido por el Constructor pero deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa de la Obra y la Organización de Control |
| Acero laminado | MV-102/1964 | A42-b | |
| Electrodos para uniones soldadas | UNE-14001 | Adecuada al material de unión y posición de soldado | Será elegido por el Constructor, pero deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa y la Organización de Control |
| Ladrillo hueco | UNE-41004 y PEIT-70 MV-201/1972 UNE-67019-86/2R RL-88 | Calidad 2ª R-80 kg/cm2 | |
| Yesos | Pliego General de Condiciones para la recepción de yesos y escayolas | Calidad 1ª, blanco. Calidad 2ª, negro | |
| Cubiertas | MV-301/1970 NTE/QAN NTE/QAT NTE/QAA NTE/QTF NTE/GTG NTE/QTL NTE/QTP NTE/QTS NTE/QTT NTE/QTZ | Según especificaciones del proyecto | |
| Azulejos | UNE-24007, NTE/PRA | Calidad 1ª y 2ª, blanco 15x15 | Según especificación del Proyecto y según su uso |
| Madera para carpintería de huecos | PIET/70, NTE/FCM, NTE/PPM | Material según especificación del proyecto | Deberá ser aprobado por el Director de Obra |
| Madera para carpintería metálica | PIET/70, NTE/FCE, NTE/FCJ, NTE/PPA | Aluminio | Se requerirá aprobación de la Dirección de Obra |
| Vidrios | PIET/70, NTE/FVE, NTE/FVP, NTE/FVT, UNE-43015, NTE/PPV | Según especificación del Proyecto | |
| Pinturas y barnices | UNE grupo 48 | | Según especificación de otras partes del proyecto |
| Componentes de instalaciones eléctricas | Normativa de sello de conformidad a Normas AEE Y Normas UNE. Normas NTE-IEB-IEP-IEF-IEI | Acordes con la especificación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión | |
| Componentes de la instalación de fontanería | Norma NTE: IFC, IFA, IFF, IFR y Normas UNE relacionadas | | |
| Componentes de la instalación de saneamiento | Normas NTE: ISS y Normas UNE relacionadas | | |

## Artículo 38. Tuberías y piezas especiales

Las tuberías de drenaje serán de PVC, las cuales tendrán una longitud de seis metros y la unión entre ellas será encolada.

**Artículo 39. Válvulas, accionamiento y bridas**

En cuanto a las válvulas que van a usarse serán de bola, compuerta y mariposa embridada, de longitud según ISO 5752, y bridas y orificios según ISO 7005-2 y de compuerta.

Respecto a la válvula, los materiales utilizados serán, para el cuerpo, fundición gris GG-25 según la norma DIN 1691, mientras que para el disco, acero inoxidable o fundición dúctil GGG-40 según la norma DIN 1693, para el eje superior e inferior así como para el pasador cónico, acero inoxidable.

Los ensayos a realizar serán mediante una prueba hidráulica en:

- Asiento: 1,1 x PN
- Disco: 1,1, x PN
- Cuerpo: 1,5 x PN (mínimo)
- Función 1x cerrar/abrir

El modo de accionamiento será a través de un desmultiplicador con volante cuya construcción estará regida según la norma DIN40050/BS5420/IP65. Los materiales que se utilizarán para su construcción serán para la carcasa fundición gris GG-25; para los engranajes, eje y volante de acero al carbono C45, para el balancín fundición dúctil GGG-40 y para el cojinete bronce.

La brida de la unión a la tubería será una brida universal hasta 16 bares de presión, cuyos orificios universales estarán regidos por la norma ISO 7005-2. Los materiales de esta serán para el cuerpo y contrabrida fundición dúctil GGG-40 según la norma DIN 1693, y los tonillos serán de acero revestidos de nylon.

En caso de algún inconveniente que impida la colocación del material citado en la forma mencionada, se consultará la posible solución a tomar con el Ingeniero Directo de obra para que éste decida.

**Artículo 40. Excavación de las zanjas**

Las dimensiones de las zanjas se ajustarán a los especificados en los planos y mediciones de este Proyecto, siendo recomendable que no transcurran más de ocho días entre la excavación de la zanja y la colocación de la tubería.

Las zanjas pueden abrirse a mano o mecánicamente, pero en cualquier caso, su trazado deberá ser correcto, perfectamente alineado en planta y con la rasante uniforme. Los nichos que eventualmente sean necesarios abrir en el fondo para las juntas, no deben efectuarse hasta el momento de montar los tubos y a medida que se verifique esta operación, para asegurar posición y conservación. Si al excavar hasta la línea necesaria, según las dimensiones indicadas en los planos, quedaran al descubierto piedras, cimentaciones, etc., será necesario excavar por debajo de dicha línea, para efectuar un relleno posterior.

El relleno de estas excavaciones complementarias se efectuará preferentemente, con arena suelta, grava o piedra machacada, siempre que los elementos más gruesos no excedan los dos centímetros. Estos rellenos se apisonarán cuidadosamente por tongadas.

Cuando la zanja tenga una profundidad, superior a metro y medio, deberán realizarse entibaciones, de acuerdo con las normas vigentes.

**Artículo 41. Montaje de los tubos y relleno de las zanjas**

Los tubos no se apoyarán directamente sobre la rasante de la zanja, sino sobre cama o gravilla de cinco centímetros de espesor, se rellanará hasta la generatriz de la tubería con material seleccionado proveniente de la excavación y el resto evitando la presencia de cantos de tamaño excesivo.

Cuando se interrumpa la colocación de tuberías se taponarán los extremos libres de agua, agotando con bimba o dejando desagües en la excavación.

Para proceder al relleno de las zanjas se precisará autorización expresa del Ingeniero Director, para realizar este relleno se cumplirán las normas especificadas en este Pliego de Condiciones.

Una vez montados los tubos y las piezas, y antes de realizar el relleno, se procederá a la ejecución de los anclajes, empleándose para cada caso los tipos establecidos en los planos y las mediciones de este Proyecto.

**Artículo 42. Prueba de las tuberías**

El Ingeniero Director podrá ordenar, en el momento oportuno, la prueba de las tuberías por tramos. Dicha prueba será de dos clases:

1) Prueba de presión interior
2) Prueba de estanqueidad

El contratista proporcionará todos los elementos precisos para efectuar estas pruebas, así como el personal necesario; el Director de Obra podrá mandar sustituir los manómetros o equipos medidores si lo estima conveniente.

**Artículo 43. Movimiento de tierras para nivelación**

**43.1. Definición de las obras**

Con la denominación genérica de nivelación se entiende las obras de movimiento de tierra para reducir pendientes según las cotas indicadas en los planos.

**43.2. Condiciones de la tierra**

Con independencia de los trabajos y obras previas y complementarias a las nivelaciones propiamente dichas, las obras que habrán de ser ejecutadas son:

a) Excavación , transporte y formación de terraplenes
b) Refinamiento de taludes de desmonte y terraplenes

### 43.3. Condiciones de la tierra, equipos de trabajo y mano de obra

Se entiende que por diferentes movimientos de las tierras el Contratista tiene conocimiento de la naturaleza de estas y que acepta su condición, por lo que no podrá presentar reclamación alguna a este respecto.

En consecuencia, el Contratista vendrá obligado a la ejecución de las obras, cualquiera que sea la clase o naturaleza de las tierras que vayan apareciendo durante la construcción de las obras, como también de la dureza de las mismas, tanto del suelo como del subsuelo.

Todo el personal empleado en la ejecución de los trabajos, en especial los conductores de equipos mecánicos, deberán reunir las debidas condiciones de competencia y comportamiento que sean requeridas a juicio del Director de Obras, quien podrá ordenar la separación de la obra de cualquier dependiente y operario del Contratista que no satisfaga dichas condiciones, sea cual sea su cometido.

La excavación de tierras, transporte y formación de terraplenes, se realizarán mediante equipos mecánicos.

El contratista quedará en libertad de elegir el tipo de potencia y capacidad de los equipos. No obstante, el Ingeniero Director de las obras podrá elegir una capacidad mínima de los equipos como garantía del cumplimiento del plazo de ejecución.

El refinamiento de los taludes y la construcción de balates podrán realizarse a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos.

### 43.4. Disposiciones sobre el replanteo del nivelado de trabajo y mano de obra

Cono norma general, el Contratista deberá realizar todos los trabajos incluidos en el presente Proyecto, adoptando la mejor técnica constructiva que cada obra requiera para su ejecución, y cumpliendo para cada una de las distintas unidades de obra las disposiciones que se prescriben en el presente Pliego.

La Dirección de Obra realizará sobre el terreno, el replanteo general de las obras de nivelado, dejando las señales necesarias para que el Contratista pueda efectuar debidamente las obras.

En ningún caso debe el Contratista comenzar las obras sin haber llevado a cabo por la Dirección de obra el replanteo oportuno, siendo responsable exclusivo de cualquier error derivado de su actuación.

## 2.3. Condiciones técnicas que ha de cumplir la ejecución

### Artículo 44. Trabajos en general

Como norma general, el Contratista deberá realizar todos los trabajos adoptando la mejor técnica constructiva que se requiera para su ejecución y cumpliendo para una de las distintas obras, las disposiciones que se describen en este Pliego. Asimismo, se adoptarán las precauciones precisas durante la construcción.

Las obras rechazadas deberán ser demolidas y reconstruidas dentro del plazo que fije el Director.

**Artículo 45. Equipos mecánicos**

La empresa constructora deberá disponer de los medios mecánicos precisos con el personal idóneo para la ejecución de los trabajos incluidos en el Proyecto.

La maquinaria y demás elementos de trabajo deberán estar en todo momento en perfectas condiciones de funcionamiento y quedarán adscritos a la obra durante el curso de ejecución de las unidades en que deban utilizarse no pudiendo retirarlas sin el consentimiento del Director.

**Artículo 46. Análisis y ensayos para el control de calidad de obras**

El Contratista está obligado en cualquier momento a someter las obras ejecutadas o en ejecución a los análisis y ensayos que en clase y número el Director juzgue necesario para el control de la obra o para comprobar su calidad, resistencia y restantes características.

El enjuiciamiento de resultados de los análisis y ensayo serán de exclusiva competencia del Director, que rechazará aquellas obras que considere no respondan en su ejecución a las normas del presente Pliego.

Los gastos que se originen por la toma, transporte de muestras y por los análisis y ensayos de estas, serán abonados de acuerdo con la cláusula 38 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado.

El proceso constructivo de las distintas unidades que conforman el Proyecto se ajustará a las especificaciones de la Normativa vigente aplicándose con preferencia las siguientes:

- Normas MV
- Normas Tecnológicas NTE
- EHE-98
- EF-98
- RL-88

Por parte del Contratista, deberá ponerse especial cuidado en la vigilancia y control de la correcta ejecución de las distintas unidades del Proyecto, con el fin de que la calidad se atenga a las especificaciones que sobre ella se prevenga en las distintas Normas que sirven de apoyo y guía del proceso constructivo. La aceptación o no de las partes ejecutadas será independiente de que estas hayan sido o no certificadas, puesto que en todo caso las certificaciones deben ser consideradas como “a buena cuenta.”

**Artículo 47. Red horizontal de saneamiento**

Contempla el presente artículo las condiciones relativas a los diferentes aspectos relacionados con los sistemas de captación y conducción de aguas del subsuelo para protección de la obra contra la humedad. Se adoptan las condiciones generales de ejecución y seguridad en el trabajo, condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial, control de ejecución, criterios relativos a la prueba de servicio, criterios de valoración y normas para el mantenimiento del terreno, establecidas en la N.T.E."Saneamiento, drenajes y arenamientos", así como el establecido en la Orden de 15 de Septiembre de 1986, del M.O.P.U.

**Artículo 48. Condiciones de los cimientos**

Se deberán investigar mediante los oportunos reconocimientos las condiciones de resistencia e impermeabilidad de la cimentación, extendiendo su estudio a un número suficiente de puntos de la superficie de apoyo. Los resultados de estos reconocimientos se incorporarán al proyecto y deberán tenerse en cuenta en los cálculos del mismo.

En estos reconocimientos, se tomarán muestras y testigos. En el caso de que éstos sean de roca, se conservarán perfectamente rotulados y ordenados en lugar próximo a la obra, a disposición de los Servicios que hayan de inspeccionarla en su día.

Cuando las muestras extraídas sean de materiales sueltos, se enviarán a un laboratorio, en el que se determinarán los coeficientes precisos para la elaboración del proyecto.

En el Proyecto deberán preverse las disposiciones necesarias para que la presión intersticial en los cimientos no sobrepase en ningún punto y con ningún régimen los límites admisibles, y que la velocidad de filtración sea suficientemente reducida para evitar arrastres o sifonamientos. Si el terreno no es lo suficientemente impermeable, se formarán pantallas o rastrillos, o bien se alargará el camino de filtración por medio de zampeados, prolongados hacia aguas arriba.

La cimentación se replanteará de acuerdo con los planos correspondientes con toda exactitud, tanto en dimensiones y alineaciones como en rasantes del plano de cimentación.

Los parámetros y fondos de las zanjas y zapatas quedarán perfectamente recortados, limpios y nivelados, realizando todas las operaciones de entibación que sean necesarias para su perfecta ejecución y seguridad.

En caso de haber desprendimiento de tierras, para la cubicación del vaciado solo se tendrá en cuenta las dimensiones que figuran en el plano de cimentación, debiendo retirar las tierras sobrantes.

Antes de hormigonar, se dejarán previstos los pasos de tuberías correspondientes, se colocarán las armaduras según los planos de estructura tanto de las zapatas como de los arranques de muros y pilares, y de los diámetros y calidad indicados en mediciones y estructura.

El hormigón de limpieza tendrá un grueso mínimo de cinco centímetros, siendo apisonado y nivelado antes de colocar las armaduras.

No se procederá al macizado de las zanjas y zapatas hasta tanto no hayan sido reconocidas por la Dirección Facultativa.

Las soleras tendrán el grueso, dosificaciones y resistencia que se indiquen en las unidades de obra correspondientes, tanto de base como de sub-base, no permitiéndose para este último caso el empleo de escombros. Se dejarán las juntas de dilatación que se indiquen bien en planos o por la Dirección Facultativa.

**Artículo 49. Estructura**

La estructura, tanto si es de hormigón como metálica cumplirá con todas las normas en vigor, en cuanto a valoración de cargas, esfuerzos, coeficientes de seguridad, colocación de elementos estructurales y ensayos y control de la misma según se especifica en las hojas adjuntas. Cumplirán las condiciones que se exigen en las Instrucciones EHE-98, EF-96, y Normas MV-101, 102, 104, 105, 10, 107 y AE-8.

No obstante, se incluyen una serie de conducciones de ejecución que harán de verificarse en la elaboración, colocación y construcción definitiva de la misma.

Los hierros tanto de redondos como de perfiles laminados serán de diámetro, clase y tamaño especificado en los planos de estructura.

Se replanteará perfectamente toda la estructura de acuerdo con los planos, tanto en planta como en altura y tamaños, antes de proceder a la colocación de encofrados, apeos y demás útiles de ayuda.

Todos los hierros de la estructura, su despiece y colocación se comprobarán antes y después de estar colocados en su sitio, tanto en encofrados como en apeos, no procediéndose a su hormigonado hasta que no se haya verificado por la Dirección Facultativa.

Se comprobará en todos los casos las nivelaciones y verticalidad de todos los elementos tanto de encofrado como de estructura.

En las obras de hormigón armado se regarán todos los encofrados antes de hormigonar, debiéndose interrumpir éste en caso de temperaturas inferiores a cinco grados.

Durante los primeros siete días como mínimo será obligatorio el regado diario, y no se desencofrará antes de los siete días en caso de pilares y muros, y de quince días en caso de vigas, losas y forjados reticulados, no permitiéndose hasta entonces la puesta en carga de ninguno de estos elementos de la estructura.

En los forjados de tipo cerámico o de viguetas, se procederá al macizado de todas las uniones del mismo con vigas y muros en una dimensión no inferior a cincuenta centímetros del eje de apoyo, así como a la colocación d los hierros de atado y de refuerzo para cada vigueta de acuerdo con los planos de estructura, y detalles, incorporándose también el mallazo de reparto.

Las entregas de las viguetas tanto de forjados como de cargaderos serán como mínimo de quince centímetros.

En las estructuras de perfiles laminados se pintarán con minio todas las partes de la misma que no vayan cubiertas por el hormigón, y se ejecutarán con todas las condiciones estipuladas en la normativa vigente.

**Artículo 50. Albañilería**

Las obras de fábrica de ladrillo, habrán de ejecutarse con toda perfección y esmero. Tendrán las dimensiones y espesores marcados en planos y medición. Llevarán las juntas verticales encontradas, y a nivel las horizontales, siendo su reparto como mínimo de veinte en metro. Los aparejos corresponderán a las necesidades de cada caso. Los ladrillos se sentarán a restregón, previamente humedecidos, cuidando que el mortero refluya por todas sus juntas. En los casos de discontinuidad, se dejarán los muros escalonados para trabar con las fábricas siguientes.

Las bóvedas, arcos, etc., se ejecutarán sobre cimbra, con la precaución de aflojarla al terminar, para su perfecto asiento. Las bóvedas tabicadas, las bovedillas y forjados, llevarán las roscas, material y mortero que se indiquen en medición.

Las cornisas, repisas, impostas y voladizos, serán de la clase y fábrica que se marque, cuidando de su perfecta trabazón con el resto de las fábricas. Las subidas de humos, conductos y registros, tendrán en general las secciones marcadas, así como las alturas y remates que al efecto se señalen.

La tabiquería se ejecutará con la clase de ladrillo y material indicado, haciendo su asiento con la clase de mortero que figure en medición. Todos sus paramentos quedarán perfectamente planos, sin alabeos y sus aristas regularizadas, para poder recibir los guarnecidos y tendidos con la menor cantidad posible de material, previa colocación nivelada de los correspondientes guardavivos.

Todos los guarnecidos y tendidos estarán perfectamente planos, procediéndose a su ejecución por medio de maestras con separaciones máximas de dos metros.

Los abultados de peldaños se podrán ejecutar con fábrica de ladrillo o con recrecido de la losa de hormigón en cuyo caso estará incluido en el precio y se comprobará perfectamente su ejecución de acuerdo con los planos correspondientes.

La composición de los respectivos morteros, será la señalada en medición y presupuesto para cada caso.

Los distintos tipos de cubiertas se ajustarán a las diferentes Normas Tecnológicas que le son de aplicación en función del material base y de acabado.

**Artículo 51. Revestimientos y pavimentos**

Los distintos revestimientos y pavimentos vendrán definidos en las unidades de mediciones, y en cuanto a su ejecución se regirán por las Normas Tecnológicas correspondientes.

Los paramentos interiores guarnecidos de yeso negro maestreado se realizarán con maestras cada dos metros y en los ángulos y esquinas se realizarán maestras dobles a fin de que salgan rectos los vivos y rincones. Sobre el guarnecido se hará el tendido de llana con yeso blanco tamizado, lavándolo después perfectamente.

Los enfoscados se harán con mortero de cemento en proporción indicada en la unidad de obra y de la misma forma que los tendidos. Los revocos pétreos se harán con arena de río, cemento y árido de piedra de mármol, quitando la capa de cemento superficial una vez fraguada dejando a la vista el grano de piedra.

Los nevados a la cal, se harán mezclando la cal apagada con arena de grano grueso.

Todos los revestimientos tanto en paredes como en techos, serán resistentes a las heladas en función de sus características.

Lo alicatados y pavimentos serán los indicados en las definiciones y mediciones, cumpliéndose las calidades por parte de las casas suministradoras de acuerdo con las normas exigibles.

Previa a su colocación, se hará un replanteo para comprobar el despiece y así evitar las juntas complicadas y roturas, exigiéndose a su ejecución, uniformidad, horizontalidad o verticalidad según los casos y planeidad, desechándose las bolsas, coqueras y piezas rotas.

En la colocación de los rodapiés se cuidarán de que coincidan las juntas de éstos y la de los pavimentos.

En los casos de enrrastrelados, enmoquetados y otros pavimentos continuos no se colocarán los pavimentos y revestimientos hasta pasados die días de estar ejecutada la solera y capa niveladora, para evitar humedades.

En todos los casos, antes de la ejecución definitiva se presentará a la Dirección Facultativa una muestra con una superficie mínima de un metro cuadrado, tanto para revestimientos como en pavimentos sin cuyo requisito no sería dad por válida la ejecución de aquellos.

**Artículo 52. Carpintería de armar, taller y metálica**

Todos los elementos de carpintería de armar que se empleen han de tener las dimensiones y escuadras necesarias para cumplir las condiciones de resistencia que hayan de soportar.

La carpintería de taller y metálica comprenderá las diversas clases de tipos de puertas, balcones, ventanas y demás que se faciliten en la memoria. Las espigas, acopladuras, molduras, tableraje y demás elementos, cumplirán las normas precisas de grueso, dimensiones y demás aspectos. Los contraceros en madera serán de un mínimo de 4x7 ó 4x11, según pertenezcan a tabique o tabicón, llevando los cabeceros cogote no inferior a 7 centímetros.

No se admitirán nudos soltadizos, resquebrajaduras ni uniones encoladas, así como golpes de obra, etc., exigiéndose el lijado de fábrica en caso de madera y miniado en

metálica y la total terminación de lijado, pintura o barnizado para su certificación como unidad ejecutada.

Los herrajes de colgar y seguridad tendrán las dimensiones y características adecuadas, según los planos de detalle exigiendo las mismas condiciones que para el resto de la carpintería de taller.

Se adoptará lo establecido en las normas N.T.E.-P.P.A. “Puertas de acero”, N.T.E.-P.P.M. “Puertas de madera”, N.T.E.-P.P.V. “Puertas de vidrio”, N.T.E.-P.M.A. “Mamparas de madera”, N.T.E.-P.M.I. “Mamparas de aleaciones ligeras”.

**Artículo 53. Fontanería y aparatos sanitarios**

Los aparatos sanitarios serán los que figuren en los planos y las mediciones, exigiéndose la calidad definida, no permitiéndose los aparatos defectuosos de fabricación, cambios de color, defectos del baño de porcelana, burbujas, poros, pelos o grietas.

Se colocaran perfectamente nivelados, sujetos al suelo.

No se admitirán los alicatados que se estropeen por culpa de la colocación de los aparatos a los accesorios, siendo de cuenta del Contratista la reposición de aquellos.

Toda la grifería será la especificada en mediciones, estando perfectamente unida a los aparatos y comprobándose su puesta a punto, para certificar los aparatos sanitarios.

La instalación de fontanería será la especificada en mediciones, presentándose perfectamente unida a los aparatos y comprobándose su puesta a punto, para rectificar los aparatos sanitarios.

La instalación de fontanería se montará a la vista de los planos definitivos de obra, para lo cual se presentará a la casa instaladora sus correspondientes planos de montaje, exigiéndose esta premisa como condición previa.

La instalación de agua fría y caliente se ejecutará con el material previsto en la documentación del Proyecto, sin abolladuras, y con las secciones precisas en el cálculo. Las uniones entre tramos de tuberías, así como las de estos a los aparatos serán del tipo apropiado de acuerdo con la normativa vigente de aplicación en función del material de ejecución.

La instalación de saneamiento ser realizará con la tubería prevista en los desagües de los aparatos, manguetones y botes sinfónicos, con espesores adecuados a la normativa a aplicar, presentándose sin abolladuras ni cambio de secciones y cuidando con la máxima exigencia las nivelaciones y recorridos horizontales que no excederán de metro y medio.

El saneamiento vertical se realizará con tuberías tipo Drena o similar según especifiquen las mediciones, tratando los tramos enteros con juntas Gibaut o de botella, procurando el mínimo de juntas y uniones.

El Contratista está obligado a montar los aparatos necesarios para comprobar las debidas condiciones de la instalación en todos sus aspectos y como determine la Dirección Facultativa, de forma que se asegure la estanqueidad de la instalación para pruebas de carga de doble presión que la prevista para uso normal, la libre dilatación y la producción de los materiales.

Para la ejecución de la red exterior de abastecimiento se asegurará también la estanqueidad y la posibilidad de vaciado y purgado de toda o parte de la red.

Las tuberías de abastecimiento de agua deberán cumplir en toda su extensión el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua, aprobado por Orden de 9 de Diciembre de 1975.

**Artículo 54. Electricidad**

Los mecanismos de electricidad serán los que figuran en los planos y en las mediciones, exigiéndose la calidad definida en aquellos, no permitiéndose aparatos defectuosos, decolorados, con fisuras etc. Toda la instalación cumplirá con el reglamento de Baja Tensión y los distintos conductores tendrán las secciones mínimas que en él se prescriben.

Los mecanismos se instalarán nivelados y a las distancias que indique la Dirección Facultativa. La instalación definitiva se montará con los planos de la casa montadora en los que se incluirán todos los pormenores de la instalación, exigiendo esa premisa como condición previa.

La instalación ira empotrada bajo tubo de cloruro de polivinilo y de acuerdo con todas las normas de Baja y Alta Tensión del Ministerio de Industria, en todo lo concerniente a tomas de tierra, disyuntores automáticos, simultaneidad, etc., así como a las particulares de la Compañía Suministradora.

Asimismo las canalizaciones se instalarán separadas treinta centímetros como mínimo de las de agua, gas, etc., y cinco centímetros como mínimo de las de teléfonos o antenas.

Respecto a la instalación de conductos para teléfonos, estas se harán de acuerdo con las condiciones de la compañía suministradora C.T.N.E., teniendo en cuenta que las canalizaciones deberán ir separadas de cualquier otra un mínimo de cinco centímetros.

En cualquier caso todos los materiales de la instalación se protegerán durante el transporte, uso y colocación de los mismos.

La instalación de toma de tierra será de uso exclusivo para la puesta a tierra de toda la instalación eléctrica y del equipo completo.

La tensión de contacto será inferior a 24 V, en cualquier masa, y con una resistencia del terreno menor de 20 Ω.

**Artículo 55. Instalaciones de protección**

Se refiere el presente artículo a las condiciones de ejecución, de los materiales de control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento, relativas a las instalaciones de protección contra fuegos y rayos.

Se cumplirá lo descrito en la Norma N.B.E.-C.P.I.-81 sobre condiciones de protección contra incendios y se adoptará lo establecido en la norma N.T.E.-I.P.F. "Protección contra el fuego" y anejo nº6 de la E.H.E. Así como lo establecido en la norma N.T.E.-I.P.P "Pararrayos".

**Artículo 56. Ayudas**

El Contratista queda obligado a realizar os trabajos de ayudas contratados porcentualmente o especificados en el presupuesto de contrata, justificando en ambos casos a través de partes de trabajo los costos que han supuesto las mismas en caso de alcanzar las cifras presupuestadas, las diferencias se desconectarán de las certificaciones o de la liquidación final. En caso de superarse las previsiones recogidas en contrato, el Contratista no tendrá derecho a reclamar cantidad adicional alguna.

# CAPÍTULO 3. CONDICIONES DE LAS TUBERÍAS

## Epígrafe 1. Condiciones técnicas generales

**Artículo 57. Campo de aplicación**

En este documento se consideran las tuberías de PVC a utilizar para la realización de este proyecto, y el campo de aplicación de estas tuberías es para la distribución y desagüe de agua de las piscinas.

**Artículo 58. Definiciones**

PVC: las tuberías de PVC se fabrican a partir de resinas de cloruro de polivinilo, lubricantes, estabilizantes y colorantes resultando u material plástico de elevada rigidez. Su empleo se ha intensificado mucho gracias a características generales tan interesantes como:

- Resistencia, ligereza y bajo coste relativo
- Facilidad de acoplamiento, que facilita los montajes

Su gran inconveniente radica en la imposibilidad de ser instaladas a la intemperie ya que la acción directa de la luz solar sobre las mismas degrada el material. En consecuencia deberán ser colocadas enterradas en zanjas enterradas en zanja o recubiertas con pintura protectora.

Diámetro nominal: es el diámetro exterior teórico en milímetros en milímetros declarado por el fabricante, a partir del cuales establecen las tolerancias. Sirve de referencia para designar y clasificar por medidas los diversos elementos de una conducción acoplables entre sí.

Para los cálculos hidráulicos se empleara el diámetro interior que resulta de restar al nominal el espesor de la pared multiplicado por dos.

En la obra se emplearán diámetros desde 16 hasta 160.

Juntas: Son los sistemas o conjuntos de piezas utilizados para la unión de tubos entre sí o de estos con las demás piezas de la conducción.

Piezas especiales: se denominan piezas especiales a aquellos elementos que se intercalan en la conducción para permitir realizar cambios de dirección, derivaciones, reducciones, cierres de la vena líquida, etc.

**Artículo 59. Puesta en obra**

El transporte hasta la obra se realizará en camiones en los que los tubos deberán ir adecuadamente amarrados y protegidos del contacto mutuo mediante durmientes de madera. El Director de obra o cualquier persona cualificada subordinada al mismo

realizará la recepción detectando cualquier posible anomalía, ya sea debida al transporte o a la fabricación.

La descarga será extremadamente cuidadosa. En ningún momento un tubo deberá apoyar totalmente en uno de sus extremos por lo que, si sólo se cuenta con medios manuales habrá de emplearse un número suficiente de operarios en esos trabajos.

**Artículo 60. Normativa**

Las normas aplicables a las tuberías de PVC son: UNE 53-112.

**Artículo 61. Presiones**

Presión de trabajo (Pt), calculada en el Proyecto, es la presión hidráulica interior máxima hidráulica, estática o transitoria, a la cual puede estar sometida la tubería, una vez instalada definitivamente. Se expresará en $kg/cm^2$.

Presión normalizada (PN), calculada en el Proyecto, es la presión hidráulica interior de prueba sobre banco en fábrica, que sirve para tipificar, clasificar y timbrar, tanto los tubos como las piezas especiales.

Los tubos que el mercado ofrece en venta habrán sufrido en fábrica la prueba a dicha presión normalizada, sin causar falta de estanqueidad. Se expresará en $kg/cm^2$.

Presión de rotura (Pr) es la presión hidráulica interior que produce una tensión circunferencial en el tubo capaz de producir su rotura a tracción. Se expresa en la misma unidad que las anteriores.

**Artículo 62. Características geométricas**

Longitud: los tubos de diámetros utilizados en esta obra se suministran en longitudes de cinco y seis metros.

Diámetro nominal: el diámetro nominal es un número convencional de designación que sirve para clasificar por dimensiones los tubos, piezas y demás elementos de las conducciones y corresponde al diámetro exterior teórico en milímetros sin tener en cuenta las tolerancias.

Sección del tubo: la sección del tubo perpendicular a su eje debe ser una corona circular.

**Artículo 63. Juntas**

Cualquiera que sea el tipo de junta utilizada (unión encolada o goma), soportará la corrosión y las influencias climáticas. Tendrá como mínimo, las mismas características de resistencia a presiones hidráulicas interiores y a presiones exteriores que la tubería de PVC a la que se une.

**Artículo 64. Accesorios**

Las piezas especiales o accesorios cumplirán con las características fijadas para las juntas y demás elementos que se especifican en el proyecto.

**Artículo 65. Uniformidad**

Salvo especificación en contrario del Proyecto, los tubos, juntas y accesorios suministrados para la obra tendrán características, geometrías uniformes dentro de cada diámetro y tipo establecidos.

El Director de Obra podrá modificar esta norma cuando, a su juicio, sea conveniente.

**Artículo 66. Marcas**

Todos los tubos y piezas llevarán permanentemente marcadas en zona apropiada y visible, de forma que no obstruya su normal funcionamiento, al menos los siguientes datos:

En los tubos marcas espaciadas a intervalos de 3 m como máximo, con al menos los siguientes datos:

- Diámetro nominal (mm)
- Espesor nominal (mm)
- Presión normalizada (kg/cm$^2$)
- Densidad del material
- Nombre del fabricante o marca registrada
- Año de fabricación

En las juntas o accesorios:

- Nombre del fabricante o marca registrada
- Año de fabricación
- Material del que está hecho
- Diámetro nominal (mm)
- Presión nominal (Kg/cm$^2$)

## Epígrafe 2. Transporte, acopio y puesta en obra de los materiales

**Artículo 67. Inspección en fábrica previa al transporte**

Con independencia de la vigilancia que realice la Dirección de Obra, el Contratista está obligado a inspeccionar los pedidos de las tuberías de PVC y las piezas especiales correspondientes en la fábrica, o en los almacenes del proveedor, antes de proceder a la carga del material, asegurándose que se corresponden con las exigencias del proyecto y que no hay elementos de transporte deteriorados.

**Artículo 68. Carga, transporte, descarga y acopio**

Las operaciones de carga se realizarán a mano o con medios mecánicos, con las debidas precauciones para no dañar el material.

Durante el transporte se evitará la trepidación y el contacto con piezas metálicas, sobre todo, si se trata de puntas o aristas. El artículo 45 hace referencia al tema del transporte.

En la descarga se observarán las mismas precauciones que en la carga. Si la descarga mecánica es mediante el empleo de grúa, exige el empleo de aparejos específicos.

**Artículo 69. Instalación**

Las tuberías de PVC se moverán dentro de la obra con la ayuda de un toro mecánico o una transpaleta, suministrado por el Contratista. La forma de instalación estará regida por el Director de Obra

**Artículo 70. Zanjas**

Las zanjas para colocar las tuberías se realizarán con máquinas adecuadas para este fin. Se abrirán a mano solo en casos especiales y cuando determinadas circunstancias aconsejen precaución.

Las tierras procedentes de la excavación se amontonarán en cordones paralelamente a las zanjas, situándolas siempre al mismo lado, para facilitar el macizado de las mismas con equipos mecánicos.

En caso de que las zanjas estén a media ladera, los cordones de tierra extraídos se colocarán en el lado más alto para proteger la excavación de las aguas de escorrentía superficial.

**Artículo 71. Dimensiones de las zanjas**

La tubería será enterrada a una profundidad tal que quede protegida de las operaciones mecánicas, de helada o de grietas en el suelo, tal como se indican en los detalles del documento de planos.

La mínima anchura de la zanja en el fondo será tal que permitirá la colocación de juntas si ello fuera necesario y el inicio del relleno con la compactación.

Se tomarán especiales precauciones de seguridad cuando se trabaje en suelos inestables en zanjas profundas o en otras circunstancias peligrosas.

**Artículo 72. Perfilado de rasante**

El fondo de la zanja deberá dejarse continuo, firme, relativamente suave y libre de rocas, troncos y raíces. En donde ello no sea posible, se colocará arena para formar un lecho entre el tubo y el fondo de la zanja de, por lo menos, diez centímetros de espesor. En todos los casos el tubo descansará en el fondo de acuerdo con el perfil proyectado.

**Artículo 73. Precaución en terrenos especiales**

En los terrenos dotados de una alta proporción de arcillas expansivas, cuyas dilataciones y contracciones puedan dañar las tuberías, se evitará su contacto directo con el suelo mediante relleno de material granular que podrá ser arena o gravillas.

En laderas donde haya peligro de deslizamiento o de formaciones de grietas, se aumentará la profundidad de la zanja clocando las tuberías a ser posible fuera de la zona afectada por dichos movimientos del suelo.

**Artículo 74. Drenaje de las zanjas**

Para evitar que, por inundación de la zanja, se produzca la flotación de la tubería o derrumbes de tierras y arrastres, inmediatamente después de haber perfilado las rasantes y en cualquier caso antes de depositar la tubería en el fondo de aquella, se abrirán drenajes en los puntos donde sea necesario de acuerdo con el perfil para garantizar la completa evacuación de las aguas hacia el desagüe.

**Artículo 75. Acopio de piezas especiales**

Los accesorios o piezas especiales deberán distribuirse repartidas entre las tuberías, lo más próximo posible a los sitios de colocación de modo que puedan apreciarse con facilidad las faltas o sobrantes que pudiera haber.

**Artículo 76. Instalación de tuberías**

Las juntas podrán montarse fuera de la zanja y luego bajar la tubería al fondo de esta, o bien instalarlas allí directamente. En ambos casos, la tubería quedará colocada sinuosamente en el fono de la zanja.

A medida que la tubería queda montada, se taponarán las aberturas para evitar la entrada de animales o elementos extraños en la misma.

**Artículo 77. Anclajes de las piezas especiales**

Todas aquellas piezas sometidas a presión hidráulica interior, a los esfuerzos dinámicos producidos por la circulación del agua u otras acciones, experimenten la acción de fuerzas cuya resultante no pueda ser absorbida por la conducción deberán ser ancados, se especifique o no en los restantes documentos de proyecto.

El anclaje consistirá en un lado de hormigón cuyo peso y superficie de apoyo garantizarán su estabilidad. Para calcularla se tendrá en cuenta también la adherencia al plan teórico formado por el plano horizontal de la zanja en que descansa, así como la superficie vertical de apoyo en uno de los paramentos de aquella, así como la superficie vertical de apoyo en uno de los paramentos de aquella, precisamente aquel en el que indica la resultante de los esfuerzos exteriores a la conducción.

La presión hidráulica que se utilizará como base de cálculo, será la máxima incidental que pueda alcanzarse, bien sea por el golpe de ariete o por cualquier otra causa. Es decir, el mayor valor de presión de trabajo Pt. A los esfuerzos dinámicos, como, por ejemplo, la fuerza centrífuga, se sumará el valor calculado por el procedimiento anterior, bien entendido por dichos esfuerzos dinámicos deberán corresponder también al caudal máximo accidental.

**Artículo 78. Pasos especiales**

En los pasos bajo calles, caminos, carreteras, ferrocarriles, se realizarán las obras con arreglo a las condiciones impuestas por los organismos encargados de velar por la conservación de dichas redes viarias, y en los casos en que no existan dichas condiciones, se macizarán las zanjas en el tramo de la travesía con hormigón.

La forma y resistencia del hormigón evitará que se transmitan a la conducción las cargas determinadas por el tráfico.

**Artículo 79. Hormigón para piezas de anclaje**

Cualquiera que sea su composición dará una resistencia característica de rotura a la compresión en probeta cilíndrica a los veintiocho días no inferior a 125 kg/cm$^2$.

**Artículo 80. Prueba de la instalación**

Una vez colocada la tubería, las piezas especiales y accesorios, y hechos los anclajes, antes de realizar el relleno de las zanjas, se procederá probar la instalación a presión y estanqueidad. Si fuera necesario un relleno parcial de zanjas, se dejarán al descubierto todas las juntas, piezas y elementos accesorios.

La instalación se empezará a llenar de agua lentamente con una velocidad que no exceda los 0,3 m/s. Se tendrá especial cuidado en que no quede aire atrapado en la instalación.

La instalación será inspeccionada completamente mientras se mantiene la presión. Todas las fugas o pérdidas de agua detectadas durante esta inspección, serán corregidas obligatoriamente en un plazo de tiempo prudencial que señalará la Dirección de obra.

Todos los gastos que ocasionen estas pruebas serán de cuenta del Contratista. Entre ellos el suministro de agua, sin que pueda alegarse para el retraso de las mismas la ausencia de conducción de agua hasta la obra, ya que si así fuera, deberá transportarla también a sus expensas.

**Artículo 81. Cierre y macizado de las zanjas**

Una vez instalada la tubería y observada la precaución de que descanse en toda su longitud sin dejar espacios faltos de apoyo que pudieran provocar flexión e instaladas todas las piezas especiales, se procederá a rellenar las zanjas en dos etapas:

- En la primera etapa se utilizará material fino granulado libre de piedras o terrones grandes. No se admitirán áridos con aristas de más de quince milímetros de diámetro. El relleno se hará por tongadas compactadas firmemente a mano alrededor de la tubería. Durante esta operación deberá tenerse especial cuidado para evitar deformaciones, desplazamientos o daños en la tubería.

- Después de probar satisfactoriamente la instalación, se procederá a la segunda etapa de llenado, la cual se hará en tongadas de veinte centímetros de espesor que van compactándose. El material utilizado puede ser más grueso, pero sin

pasar de setenta y siete milímetros de diámetro. Solo se podrá emplear maquinaria en la última capa. El relleno se completará hasta el enrase con la superficie primitiva del terreno después del compactado.

# CAPÍTULO 4. OBRAS DE TIERRA

**Artículo 82. Materiales a utilizar en terraplenes**

Los materiales a emplear en terraplenes serán suelos o materiales que se obtendrán de las excavaciones realizadas en la obra, si se cumplen las condiciones que se detallan más adelante, o de los préstamos que se autoricen por el Ingeniero Director de la obra.

Atendiendo a su utilización en terraplenes, los suelos e clasificarán en los tipos siguientes:

a) Suelo adecuado: el 90% en peso de los elementos tendrán dimensiones inferiores a diez centímetros y en su cernido por el tamiz A.S.T.M. número 200 será inferior a 35%, en peso. La fracción que pase por el tamiz A.S.T.M. número 40 cumple una de las siguientes alternativas:
- L.l. (limite líquido) menor a 35 o bien,
- L.l. menor o igual a cuarenta y , además, I.P. (índice de plasticidad) mayor que 0,6 L.l - 9

Su capacidad portante corresponde a un índice C.B.R. mayor de cinco. La máxima densidad obtenida en el ensayo normal de compactación Próctor será superior a 1,700 $kg/dm^3$.

La proporción de sulfatos, en peso de $SO_4$, con respecto al peso del suelo seco es inferior a uno por mil.

b) Suelo tolerable: no contendrá más de un 25% en peso, de piedras cuyo tamaño no exceda de quince centímetros

La fracción que pase por el tamiz A.S.T.M. número 40 cumplirá una de las siguientes alternativas:

- L.l menor de treinta y cinco, o bien
- L.l. menor que sesenta y cinco y , además, I.P. mayor que 0,6 L.l – 9

Su capacidad portante corresponde a un índice C.B.R. mayos de tres

La máxima densidad, obtenida en el ensayo normal de captación será superior a 1,600$kg/dm^3$.

La proporción de sulfatos de sulfatos, en peso de $SO_3$ con respecto al peso del suelo en seco, será inferior a uno por mil.

c) Suelo inadecuado: es el que tiene alto contenido en materia orgánica descompuesta, estiércol, raíces, tierra vegetal y cualquier otra materia similar. Se clasificará así el de contenido en materia orgánica superior al 4% en peso y que presente un índice C.B.R. menor de tres que su hinchamiento, determinado durante el ensayo C.B.R., sea mayor del 2%.

El suelo inadecuado no se utilizará en ningún caso, salvo orden expresa y escrita del Ingeniero Director de Obra.

Para determinar la calidad de los materiales, se realizarán los ensayos siguientes, por lo menos cada cinco mil metros cúbicos o fracción de tierras que se empleen:

- Un ensayo Próctor normal (Normas de laboratorio del Transporte y mecánica del Suelo; NLT-107/58)
- Un ensayo de contenido de humedad (NLT-102/58 y 103/58)
- Un ensayo granulométrico (NLT-104/58)
- Un ensayo de límites Atterberg (NLT-105/58 y 106/58)

**Artículo 83. Excavaciones en zonas de canteras o préstamos**

Antes del comienzo de las excavaciones, se procederá a preparar la superficie apartando la capa de terreno vegetal, raíces y otros materiales que pudieran aparecer y sean inadecuados.

Las excavaciones se llevarán a cabo en los puntos y con las profundidades indicadas por la Dirección de Obra para obtener los materiales adecuados.

Se realizarán, con los materiales extraídos, las pruebas que la Dirección de Obra estime oportunas, de acuerdo con los ensayos anteriormente descritos, para confirmar su utilización en aquellos puntos a los que van destinados.

Las excavaciones en los préstamos se realizarán de tal forma que no se interrumpa el paso a zonas que pueda ser necesario explotar posteriormente y se haga posible el beneficio de la máxima cantidad de material posible.

**Artículo 84. Excavaciones para la cimentación de las obras**

Las cotas que figuran en los planos son indicativas y podrán reajustarse de acuerdo con los criterios del Ingeniero Director de Obra y a tenor de las características particulares que presenta el terreno en las diferentes partes de cimentación de las obras.

Se prestará especial atención a que quede eliminada toda la capa que pueda contener materia orgánica en cantidades apreciables y en partículas deberán extraerse las raíces de los árboles y arbustos.

Las superficies de cimentación deben limpiarse eliminando el agua estancada y humedeciéndose de modo que se obtenga una buena unión con el material inmediatamente superior.

Se prohíbe al Contratista comenzar la ejecución de los terraplenes o el hormigonado que ha de cubrir las excavaciones realizadas sin haber obtenido la autorización del Directo de Obra subsiguiente a la inspección del fondo de la excavación.

**Artículo 85. Escombreras**

El Contratista propondrá a la Dirección de Obra las zonas a utilizar como escombreras

Los materiales se depositarán en las escombreras de forma que queden estabilizados y no entorpezcan la circulación de aguas o de desaguadas.

**Artículo 86. Extendido de materiales**

Se extenderé el material procurando que quede en tongadas horizontales y con el mismo espesor.

Si el transporte se realiza con camiones o dumpers, estos dejarán el material en montones con un reparto lo más uniforme posible.

El extendido se realizará, a partir de esos montones, con bulldozers y motoniveladoras.

**Artículo 87. Maquinaria de compactación**

La compactación del material se realizará con rodillos lisos vibrantes de peso estático no inferior a siete toneladas y una frecuencia de vibración superior a mil ciclos.

En cada capa, se deberá realizar un buen escarificado previo a la colocación de la capa siguiente, para asegurar la unión de ambas.

**Artículo 88. Humedad de compactación**

Cada tongada deberá compactarse con el contenido en humedad, teniendo en cuenta los ensayos Próctor realizados, para que pueda alcanzarse el grado de compactación exigido en este pliego.

En este sentido se considerará como grado de humedad preciso, la humedad óptima deducida de los ensayos Próctor normal, tolerándose una variación de más o menos el 3% con respecto a dicho grado de humedad.

En caso de que el material extraído de la cantera tuviera un grado de humedad más alto que el límite admisible, se tendrá en caballeros, removiéndolo hasta que pierda la cantidad de agua que tenga en exceso.

El constructor deberá suspender el trabajo de compactación siempre que, a juicio de la Dirección de Obra, no pueda realizarse en buenas condiciones a causa de la lluvia u otras condiciones meteorológicas con exceso de humedad.

Si el grado de humedad de los materiales al ser escavados, fuera inferior al debido por su alta consolidación, podrán ser extendidos en obras dándoles después el grado de humedad conveniente mediante riegos.

Estos riegos se efectuarán con medios que deberán ser aprobados previamente por la Dirección de Obra. En cualquier caso deberán garantizar una distribución uniforme del agua, sin abonos violentos, directamente al material, para evitar cualquier arrastre de partículas finas del mismo.

Durante el riego se removerá el material de la tongada por medio de cultivadores escarificadores o gradas de discos de modo que el agua se distribuya uniformemente en todo el espesor de la misma.

**Artículo 89. Espesor de la tongada y número de pasadas del compactador**

El material del terraplén habrá de compactarse hasta que se tenga la certeza de que todo él tiene una densidad igual o mayor al 100% de la máxima obtenida en el ensayo Próctor Normal.

El espesor de las tongadas no sobrepasará los 25 centímetros, medidos después de la compactación, y en número de pasadas no bajará de 6 en caso de rodillo liso vibrante, o de 12 en caso de rodillo de pata de cabra.

El Ingeniero Director de Obra podrá imponer límites más severos a la vista de los resultados obtenidos en la compactación de las primeras tongadas.

**Artículo 90. Otras prescripciones relativas a la compactación de los materiales**

Las partes que por estar demasiado que por estar demasiado cerca de las obras no permiten el uso de rodillos compactadores, deberán apisonarse con pisones de mano en capas de espesor tal que, después de apisonados, alcancen la densidad exigida.

En época de lluvia se organizarán los trabajos de tal forma que el agua que caiga pueda evaporarse fácilmente, evitándose la formación de charcos en superficie.

Se suspenderá la ejecución si el material estuviese helado o cuando su temperatura pueda ascender por debajo de cero grados centígrados, a estos efectos no se compactará cuando la temperatura del ambiente sea igual o menor que dos grados centígrados.

Si a pesar de las precauciones quedase una zona afectada, ya sea por heladas o por las lluvias prolongadas, de tal modo que hubiese perdido el debido grado de compacidad, deberá ser escarificado completamente y vuelto a compactar cuando e material tenga las condiciones adecuadas.

# CAPÍTULO 5. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA

## Epígrafe 1. Obligaciones y derechos del contratista

**Artículo 91. Remisión de la solicitud de ofertas**

Por la Dirección Técnica se solicitarán ofertas a las empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones específicas en el presente proyecto para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado Proyecto o un extracto con los datos necesarios. En el caso de que el ofertante lo estime de su interés deberá presentar además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación.

El plazo máximo fijado para la recepción de ofertas será de un mes.

**Artículo 92. Residencia del contratista**

Desde que se dé inicio a las obras, hasta su recepción definitiva, el contratista o un representante suyo autorizado deberán residir en un punto próximo al de ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse de él sin previo conocimiento del Ingeniero Director y notificándole expresamente, la persona que, durante su ausencia le ha de representar en todas sus funciones. Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de los empleados y operarios de cualquier ramo que, como dependientes de la contrata, intervengan en las obras y, en ausencia de ellos, las depositadas en la residencia, designada como oficial de la Contrata en los documentos del proyecto, aún en ausencia o negativa de recibo por parte de los dependientes de la Contrata.

**Artículo 93. Reclamaciones contra las órdenes de dirección**

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero Director, solo podrá presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los pliegos de condiciones correspondientes; contra disposiciones de orden técnico o facultativo de Ingeniero Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

**Artículo 94. Despido por insubordinación, incapacidad y mala fe**

Por falta de cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Director o sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras; por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el

Contratista tendrá la obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Ingeniero Director lo reclame.

**Artículo 95. Copia de los documentos**

El Contratista tiene derecho a sacar copias a su costa, de los pliegos de condiciones, presupuestos y demás documentos de la Contrata El Ingeniero Director de la obra, si el contratista solicita estos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

## Epígrafe 2. Trabajos, material y medios auxiliares

**Artículo 96. Libro de órdenes**

En la casilla y oficina de la obra, tendrá el contratista el Libro de Órdenes, en el que se anotarán las que el Ingeniero Director de Obra precise dar en el transcurso de la obra.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es tan obligatorio para el Contratista como las que figuran en el Pliego de Condiciones.

**Artículo 97. Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución**

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación; previamente se habrá suscrito el acta de replanteo.

El Adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de quince días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta el Ingeniero Director, mediante oficio, del día que se propone iniciar los trabajos, debiendo dar acuse de recibo.

El Contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto se dispone en el Reglamento Oficial del Trabajo.

**Artículo 98. Condiciones generales de ejecución de los trabajos**

El Contratista debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las “Condiciones Generales de Índole Técnica” y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Para ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos pueda existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sí que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el Ingeniero Director o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan en buena cuenta.

**Artículo 99. Trabajos defectuosos**

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o en los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados estos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado y todo ello a expensas de la Contrata.

**Artículo 100. Obras y vicios ocultos**

Si el Ingeniero Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de la demolición y de la reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario correrán a cargo del propietario.

**Artículo 101. Materiales no utilizables o defectuosos**

No se procederá al empleo y la colocación de los materiales y de los apartados sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc. Antes indicados serán a cargo del Contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos o, a falta de estos, a las órdenes del Ingeniero Director.

**Artículo 102 .Medios auxiliares**

Es obligación de la Contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras aun cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Director y dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha de la ejecución de los trabajos se necesiten, n cabiendo por tanto, al Propietario responsabilidad alguna por cualquier

avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Serán así mismo de cuenta del Contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas, etc. y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

## Epígrafe 3. Recepción y liquidación

### Artículo 103. Recepciones provisionales

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del Propietario, del Ingeniero Director de la obra y del Contratista o su representante debidamente autorizado.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por recibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha de garantía, que se considerará de un año.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Ingeniero Director debe señalar al Contratista para remediar los efectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Después de realizar un cuidadoso reconocimiento y si la obra estuviese conforme con las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la propiedad y la otra se entregará al Contratista.

### Artículo 104. Plazo de garantía

Desde la fecha en que la recepción provisional quede hecha, comienza a contarse el plazo de garantía que será de un año. Durante este periodo, el Contratista se hará cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

### Artículo 105. Recepción definitiva

Terminado el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad, económica; en caso contrario, se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Ingeniero Director de Obra, y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinen en el presente Pliego.

Si en nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata con pérdida de la fianza a no ser que la Propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

**Artículo 106. Liquidación final**

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por la Dirección Técnica con sus precios .De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad propietaria con el visto bueno del Ingeniero Director.

**Artículo 107. Liquidación en caso de rescisión**

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de rescisión.

## Epígrafe 4. Facultades de la dirección de obras

**Artículo 108. Facultades de la dirección de obra**

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Ingeniero Director, expresadas en os artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen bien por sí o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de las obras anejas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Contratista, si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

# CAPÍTULO 6. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

## Epígrafe 1. Base fundamental

### Artículo 109. Base fundamental

Como base fundamental de estas condiciones de índole económica se establece el principio de que el contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y particulares que rijan la construcción de esta obra.

## Epígrafe 2. Garantías de cumplimiento y fianzas con cargo a la fianza

### Artículo 110. Garantías

El Ingeniero Director podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del contrato.

### Artículo 111. Fianzas

Se podrá exigir al Contratista, para que responda al cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

### Artículo 112. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

### Artículo 113. Devolución de la fianza

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de ocho días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado, por medio del certificado del Alcalde de Distrito Municipal en cuyo término se halla emplazada la obra contratada, que no existe reclamación alguna contra él por daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los

jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

## Epígrafe 3. Precios y revisiones

### Artículo 114. Precios contradictorios

Si ocurriese algún caso por razón del cual fue necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo de la siguiente forma:

El adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que, a su juicio, debe aplicarse a la nueva unidad.

La dirección Técnica estudiará el que, según su criterio, deba utilizarse.

Si ambos son coincidentes, se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio.

Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, el Director propondrá a la propiedad que adopte la resolución que él estime conveniente, que podrá ser aprobatoria el precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto.

La fijación del precio contradictorio habrá de preceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle el Director y a concluirla a satisfacción de este.

### Artículo 115. Reclamaciones de aumento de precios

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente el presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su coste, se corregirán en cualquier fecha en que se observen, pero no se tendrán en cuenta a efectos de rescisión de contrato, señalados en los documento relativos a las “Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa”, sino en el caso de que el Ingeniero Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de Adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcionalidad hecha en la Contrata, respecto del

importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

**Artículo 116. Revisión de precios**

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante y dada la variabilidad continua de los precios de los salarios y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que es característica de determinadas épocas anormales o convulsas, se admite, durante ellas, la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios de mercado.

Por ello y en los casos de revisión al alza, el Contratista puede solicitarla del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta, aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado, y por causa justificada, especificándose y acordándose, también, previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta y cuando así proceda, el acopio de materiales de obra, en el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el propietario.

Si el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transporte, etc., que el Contratista desea percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transportes, etc., a precios inferiores a los pedidos por el Contratista, en cuyo caso lógico, se tendrán en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transportes, etc., adquiridos por el Contratista merced a la nueva información del propietario.

Cuando el propietario o el Ingiero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transporte, etc., concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figuras el relativo los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al perceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

**Artículo 117. Elementos comprendidos en el presupuesto**

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación y transporte de los materiales, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como toda suerte de indemnizaciones o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las horas por el Estado, Provincia o Municipio.

Po esta razón no se abonará al Contratista cantidad alguna por dichos conceptos.

En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente y en disposición de recibirse.

## Epígrafe 4. Valoración y abono de las obras

**Artículo 118. Valoración de la obra**

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra, el precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en subasta hecha por el Contratista.

**Artículo 119. Mediciones parciales y finales**

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del Contratista.

En el acta que se extienda, de haberse verificado la medición en los documentos que le acompañan, deberá aparecer la conformidad del contratista o de su representación legal. En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

**Artículo 120. Equivocaciones en el presupuesto**

Se supone que el Contratista ha hecho exhaustivo estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por tanto, al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna. Si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del Presupuesto.

**Artículo 121. Valoración de las obras incompletas**

Cuando por consecuencia de la rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del Presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionada en forma distinta a la establecida en los cuadros descompuestos de precios.

**Artículo 122. Carácter provisional de las liquidaciones parciales**

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden. Lo propiedad se reserva en todo momento y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la obra, a cuyo efecto deberá presentar el Contratista los comprobantes que se exijan.

**Artículo 123. Pagos**

Los pagos se efectuarán por el propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá precisamente, al de las Certificaciones de obra expedidas por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales se verifica aquellos.

**Artículo 124. Suspensión por retraso de pagos**

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en os pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que les corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

**Artículo 125. Indemnización por retraso de los trabajos**

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será el importe de la suma de perjuicios materiales causados.

**Artículo 126. Indemnización por daños de causa mayor al contratista**

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, averías o perjuicio ocasionadas en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales casos, los siguientes:

1. Los incendios causados por electricidad atmosférica
2. Los daños producidos por terremotos y maremotos
3. Los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos superiores a las que se prevén en el país, y siempre que exista constancia de que el Contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños
4. Los que provengan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras
5. Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos revolucionarios populares o robos tumultuosos

La indemnización ser referirá, exclusivamente, al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá los medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc., propiedad de la Contrata.

## Epígrafe 5. Varios

**Artículo 127. Mejora de las obras**

No se admitirán mejora de obra, más en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

**Artículo 128. Seguro de los trabajos**

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá, en todo momento, con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la sociedad aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del propietario, para que, con cargo a ella, se abone la obra que se construya y a medida que esta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones como el resto de los trabajos de la construcción.

En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecha en documento público, el propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la compañía aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijará previamente, la proporción de la obra que debe asegurar y su cuantía, y si nada se previese, se entenderá que el seguro ha de comprender toda parte de embalse afectado por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el Contratista antes de contratarlos en conocimiento del propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

# CAPÍTULO 7. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

**Artículo 129. Jurisdicción**

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Ingeniero Director de la Obra y, en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia del fuer domiciliario.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá la consideración de documento del Proyecto).

El Contratista se obliga a lo establecido en la Ley de Contratos de Trabajo y además, a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio familiar y Seguros Sociales.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado, cuidando la conservación de sus líneas de lindeo y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento de Ingeniero Director.

**Artículo 130. Accidentes de trabajo y daños a terceros**

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el e ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atendrá a los dispuesto a estos respectos, en la legislación vigente, y siendo en todos caso, único responsable de su cumplimiento y sin que por ningún concepto, pueda quedar afectada la propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los trabajadores, en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o prejuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados serán incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la construcción donde se efectúen las obras como en las contiguas. Serán por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien

corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y prejuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando ello fuera necesario, el justificante de tal cumplimiento.

**Artículo 131. Pagos de arbitrios**

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan, correrá a cargo de la Contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero Director considere justo hacerlo.

**Artículo 132. Causas de rescisión del contrato**

Se considerarán causas suficientes de recisión las que a continuación se hacen constar:

1. La muerte o incapacidad del Contratista.
2. La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o sindicatos se ofrecieran a llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en éste último caso tengan aquello derecho a indemnización alguna.

3. Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:

    a) La modificación del Proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero Director y , en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente en o menos, del 40%, como mínimo, de algunas unidades el Proyecto modificadas
    b) La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o menos, del 40%, como mínimo de las unidades del Proyecto modificadas

4. La suspensión de la obra comenzada y , en todo caso, siempre que, causa ajenas a las Contrata, no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de quince días, a partir de la adjudicación, en este caso, la devolución de la fianza será automática.

5. La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.

6. El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.

7. El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con prejuicio de los intereses de la obra.

8. La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a ésta.

9. El abandono de la obra sin causa justificada.

10. La mala fe en la ejecución de los trabajos.

Fdo.: Miguel Ángel Márquez Lapuente

Ingeniero Superior Agrónomo

Colegiado número xxxx

Huesca, 25 de Octubre de 2016