



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Titulación: Grado en Ingeniería
Agroalimentaria y del Medio Rural
Mención: Explotaciones Agropecuarias

Título del trabajo: Proyecto de modernización a riego por aspersión y construcción de una balsa para una finca de 6 ha en el término municipal de Tardienta (Huesca).

English title: Modernization project to sprinkler irrigation and construction of a raft for a farm of 6 ha in the municipality of Tardienta (Huesca.)

Autor: José Ángel Abadia Causape

Director: José Ernesto Perna de Mur

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
2023

Proyecto de modernización a riego por aspersión y construcción de una balsa para una finca de 6 ha en el término municipal de Tardienta (Huesca)

Yo, José Ángel Abadía Causape declaro que el Trabajo de Fin de Grado que presento para su exposición y defensa es original y todas las fuentes utilizadas para su realización han sido debidamente citadas en el mismo.

Firma:

Fecha: 31/10/2023



José Ángel Abadía Causape

Documentos que constituyen el presente proyecto

Documento N. 1 Memoria

Documento N. 2 Planos

Documento N. 3 Pliego de condiciones

Documento N. 4 Presupuesto

MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

Documento N. 1

MEMORIA

ÍNDICE

1.	Antecedentes y objeto del proyecto.....	4
1.1.	Antecedentes.....	4
1.2.	Objeto del proyecto.....	4
1.3.	Justificación de la transformación a riego por aspersión.....	5
2.	Descripción de la zona.....	6
2.1.	Situación	6
2.2.	Descripción edafológica de la zona	6
3.	Estudio climatológico.....	6
3.1.	Temperatura	7
3.2.	Régimen libre de heladas.....	8
3.3.	Precipitaciones	8
3.4.	Humedad relativa.....	9
3.5.	Viento.....	9
3.6.	Índices climáticos	10
3.7.	Clasificación agroclimática de Papadakis.....	10
3.8.	Clasificación bioclimática de la UNESCO-FAO.....	11
4.	Estudio edafológico	11
4.1.	Recogida de muestras	12
4.2.	Textura	12
4.3.	Capacidad de retención de agua disponible.....	12
4.4.	Granulometría	12
4.5.	Fertilización y enmienda orgánica.....	13
4.6.	Índice de colmatación.	13
4.7.	Balance de nutrientes.	13
5.	Estudio de la calidad del agua de riego	14
5.1.	Resultado de la analítica	14
5.2.	Índices de primer grado	15
5.3.	Índices de segundo grado.....	16
5.4.	Clasificación del agua según su calidad	17
5.5.	Conclusión al estudio de la calidad del agua de riego	17
6.	Rotación de cultivos	17
6.1.	Fechas de siembra y recolección de los cultivos	18
6.2.	Parámetros de la rotación.....	18
7.	Características del sistema.....	20
7.1.	Elección del marco.....	21
7.2.	Características técnicas de los aspersores.....	21
8.	Levantamiento de las tuberías en lamina libre de la instalación por gravedad actual	22
9.	Necesidades de agua.....	23
9.1.	Cálculo de la ET ₀	24
9.2.	Cálculo de la ET _c en los meses de la temporada de riego.....	25
9.3.	Necesidades netas de agua de riego (N _n)	26
9.4.	Necesidades reales de agua de riego (N _r).....	27
9.5.	Dosis máxima o dosis neta de riego (D _n).....	28
9.6.	Dosis útil de riego (D _u).	28
9.7.	Dosis real o total de riego (D _r ó D _t).	29
9.8.	Esparcimientos y recubrimientos.....	29

9.9.	Densidad de aspersión (i).....	30
9.10.	Duración del riego (tr).	30
9.11.	Espaciamiento entre riegos (T).	30
9.12.	Número máximo de unidades de riego en la parcela (Nud).	31
9.13.	Número máximo de aspersores en la unidad.	31
9.14.	Caudal característico.....	32
10.	Cálculo hidráulico de la red de riego.....	32
11.	Elementos singulares de la instalación de riego.	35
11.1.	Válvulas	36
11.2.	Filtros	37
11.3.	Anclajes	38
11.4.	Codos	39
11.5.	Desagües	39
11.6.	Reducciones	39
11.7.	Piezas de derivación.....	40
11.8.	Solenoides.....	40
11.9.	Microtubos de comando.....	40
11.10.	Piezas especiales	41
11.11.	Programador de riego.....	41
12.	Diseño y construcción de la balsa de regulación de agua.....	42
12.1.	Normativa de referencia.....	42
12.2.	Necesidades de riego	43
12.3.	Diseño de la balsa	43
12.4.	Caseta de riego.....	49
13.	Normas de seguridad y salud durante el desarrollo de las obras.....	50
14.	Tratamiento ambiental del proyecto.....	50
15.	Estudio de viabilidad económica.....	50
15.1.	Datos considerados para el estudio económico	51
15.2.	Costes de producción	52
15.3.	Ingresos anuales	52
15.4.	Flujo destruido	52
15.5.	Coste del agua de riego.....	53
15.6.	Cálculo de costes e ingresos	53
15.7.	Estudio de rentabilidad de la inversión.....	54
16.	Estudio de seguridad y salud de la obra	54
17.	Gestión de los residuos de la construcción.....	54
18.	Resumen general del presupuesto.....	55
19.	Bibliografía.....	56

1. Antecedentes y objeto del proyecto

1.1. Antecedentes

La finca consta con una superficie de 6 hectáreas, actualmente regadas por riego a superficie, ante la disposición de los agricultores para transformar y llevar a cabo la concentración parcelaria correspondiente a dicho termino municipal, y con la consiguiente modernización de los regadíos, se opta por transformar la parcela a riego por aspersión.

La parcela pertenece administrativamente a “La comunidad de regantes de Tardienta “, que a su vez pertenece a Riegos del Alto Aragón. El abastecimiento de dicha parcela es a través del Canal de Monegros, cuya agua proviene del embalse de La Sotonera.

La parcela actualmente se ha ido cultivando, siguiendo una rotación de cultivos de una única cosecha por año, la rotación llevada a cabo en toda la explotación es la siguiente: cebada (año 1), leguminosa (año 2), trigo (año 3) y cebada (año 4).

1.2. Objeto del proyecto

El objetivo de este proyecto es transformar una parcela propia de 6 ha, que actualmente se encuentra de riego por superficie, a riego por aspersión, y la construcción de una balsa de regulación.

La finalidad de este proyecto es: poder aprovechar el agua de una forma más eficiente, utilizar tecnologías de vanguardia, mejorar la eficiencia de aplicación, aumentar la actividad económica...

En el proyecto se detallarán el diseño de la conducción e instalación de tuberías, la construcción de la balsa de regulación, así como una caseta para alojar el motor y los demás elementos reguladores del sistema.

Para poder desarrollar de forma correcta el proyecto, se llevarán a cabo los siguientes estudios:

- Un estudio climatológico, para poder determinar los periodos de sequía, pluviometría y calcular la evapotranspiración, así como los periodos de heladas, los regímenes de temperaturas ...
- Un estudio de suelos, en el cual se engloben las características más relevantes del mismo.
- Un análisis de agua del canal de Monegros, el cual abastece a la parcela, para determinar su nivel de calidad y su idoneidad para el riego.
- Una rotación de cultivos que se implantara en la parcela con dobles cosechas, y el correspondiente cálculo de las dosis de agua de riego necesarios para los cultivos implantados en la rotación.
- El diseño y la distribución de la red de riego.

Los apartados nombrados anteriormente serán estudiados y calculados en siguientes anejos del proyecto.

1.3. Justificación de la transformación a riego por aspersión

Ante la indisposición de la mayoría de los propietarios de la comunidad de Regantes de Tardienta, para llevar a cabo la concentración parcelaria y posterior modernización, se opta por transformar la parcela de riego por superficie a riego por aspersión, las razones son las siguientes:

- Doble cosecha (cebada, maíz; leguminosa, maíz; trigo, girasol...)
- Mayor eficiencia en la utilización del agua.
- Reducción en la perdida de elementos fertilizantes por lixiviación.
- Aprovechamiento de la totalidad del terreno de la parcela; desaparecen las redes de tuberías, la caseta, camino de entrada a la caseta y márgenes
- Mayor actividad económica.

2. Descripción de la zona

2.1. Situación

Tardienta es un municipio que se encuentra en la provincia de Huesca, perteneciente a la Comarca de los Monegros, situado en la depresión del Ebro, a un altitud de 389 metros.

El municipio se encuentra a 25 Km de distancia de Huesca y a 62 Km de Zaragoza.

En cuanto a la situación de la parcela, pertenece al Polígono 1, Parcela 145; con una superficie arable de 5,6744.

El historial de esta parcela se conoce con exactitud debido a que pertenece a parte de la explotación familiar que regentamos. Como he nombrado anteriormente en la totalidad de la explotación se lleva a cabo la rotación de cultivos, siendo la misma en regadío que en secano. En esta explotación se lleva más de 10 años utilizando siembra directa con abono localizado en línea; por lo que en los análisis de tierra posteriores podremos observar un nivel alto de materia orgánica.

2.2. Descripción edafológica de la zona

Para llevar a cabo la descripción edafológica de la zona, utilizamos la clasificación *Soil Taxonomy*, esta clasificación está basada en los caracteres taxonómicos del perfil y teniendo en cuenta los procesos de desarrollo del suelo.

En este caso en concreto, nos encontramos con un horizonte del orden *Inceptisols*, presentándose con un cierto desarrollo, con un epipedion *Ochrice* y un horizonte subsuperficial *Cambico*.

3. Estudio climatológico

El estudio climatológico, se lleva a cabo con los datos facilitados por la estación meteorológica situada en Tardienta (Huesca), perteneciente a la CHE con N. 9903 C, los cuales son transmitidos a la Agencia Estatal de Meteorología.

Para la realización de este estudio se toman los datos de los últimos 7 años, el periodo el cual comprende de 2016-2022.

Tardienta se encuentra a una altura de 359 metros, situado a 41° 58' 45" de latitud Norte y 0° 32' 20" de longitud Oeste.

En el anejo 1 se encuentra un estudio climatológico más detallado.

3.1. Temperatura

Nos encontramos ante un clima, el cual presenta una temperatura media anual de 14.98 °C, por lo que nos encontramos ante un clima templado, siendo los meses más cálidos julio y agosto con una temperatura media de los últimos 7 años de 37.78 °C y 38.72 °C respectivamente.

En cuanto a los meses más fríos son diciembre y enero, los cuales tiene una media de las mínimas de -2.71 °C y -5.01 °C respectivamente.

Por lo tanto, nos encontramos ante un clima Mediterráneo continental, con una temperatura media anual de 15 °C, con veranos cálidos y cortos e inviernos largos y fríos.

A continuación, en la Ilustración 1, se muestran las temperaturas máximas, mínimas y medias de los últimos 7 años (2016-2022).

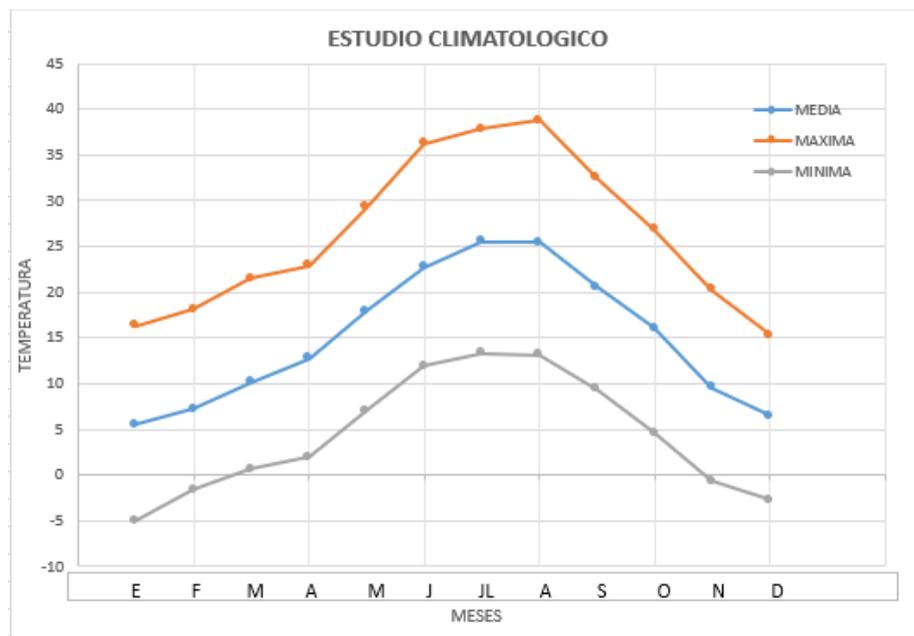


Ilustración 1. Temperaturas media, máxima y mínima de Tardienta de los últimos 7 años.

3.2. Régimen libre de heladas

Para calcular el régimen de heladas utilizaremos la estimación según Emberger, el cual divide el año en cuatro periodos, cada uno de ellos con diferente riesgo de heladas, a continuación, en la tabla 1 se contemplan las temperaturas medias de las mínimas del periodo de años del 2016 al 2022.

ENE	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGS.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
-5.01	-1.6	0.6	2	7	11.9	13.2	13.08	9.4	4.61	-0.64	-2.71

Tabla 1. Temperatura media de las mínimas del último periodo de 7 años.

Los cuatro periodos en los cuales divide el año Emberger se explican con más detalle en el Anejo 1.

A continuación, en la tabla 2 se muestran el régimen de heladas para el caso concreto de estudio.

Periodo de heladas	Meses
Segura	Enero, Febrero, Noviembre y Diciembre
Muy probable	Marzo y Abril
Probable	Mayo y Octubre
Libre de heladas	Junio, Julio, Agosto y Septiembre

Tabla 2. Periodo de heladas según Emberger

En este estudio en concreto el régimen de heladas no afectara de forma directa en la explotación, ya que esta está pensada para llevar a cabo cultivos extensivos, donde las heladas no afectan de manera directa al cultivo.

3.3. Precipitaciones

Nos encontramos en Los Monegros, por lo que es lógico de que las precipitaciones sean bajas y ocasionales.

La media de precipitaciones anual es de 471.114 l/m², donde nos encontramos con los meses de verano que es donde se registran las precipitaciones más bajas; en estos meses son características las tormentas, donde se registran grandes cantidades de agua para el corto intervalo de tiempo que duran.

Como se puede observar en la tabla 3, donde se adjuntan las medias de las precipitaciones mensuales de los últimos 7 años, los meses de primavera, son los meses en los que las precipitaciones son más elevadas; estos meses serán los cruciales para un correcto desarrollo del cultivo, sobre todo si dependemos de el cómo es en el caso de los secanos.

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ags.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
40.17	31.51	49.67	59.45	51.88	44.68	15.28	26.64	26.92	38.31	51.51	35.04

Tabla 3. Media de las precipitaciones de los últimos 7 años.

3.4. Humedad relativa

En la tabla 4, se muestran el promedio mensual de la humedad relativa de los dos últimos años, medida a 1.5 m sobre el nivel del suelo.

	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGS.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
2021	84.3	83.8	67.3	68.1	60.5	31.5	55.9	56.3	70	72.9	75	90.5
2022	80.4	72.3	78.3	69.8	59.7	52.3	53.8	53.7	62.6	76.1	83.2	92.6

Tabla 4. Promedio mensual de la humedad relativa de los 2 últimos años.

3.5. Viento

Los vientos predominantes en la localidad son el cierzo y el bochorno, el cierzo se predomina al viento de componente noroeste, con las características de ser un viento frío y seco; en cuanto al bochorno es el viento de componente sureste, el cual se caracteriza por ser un viento cálido y seco, el cual se puede dar con mayor frecuencia en los meses con temperaturas altas.

En la Ilustración 2 se muestra la roseta de vientos perteneciente al municipio de Tardienta.

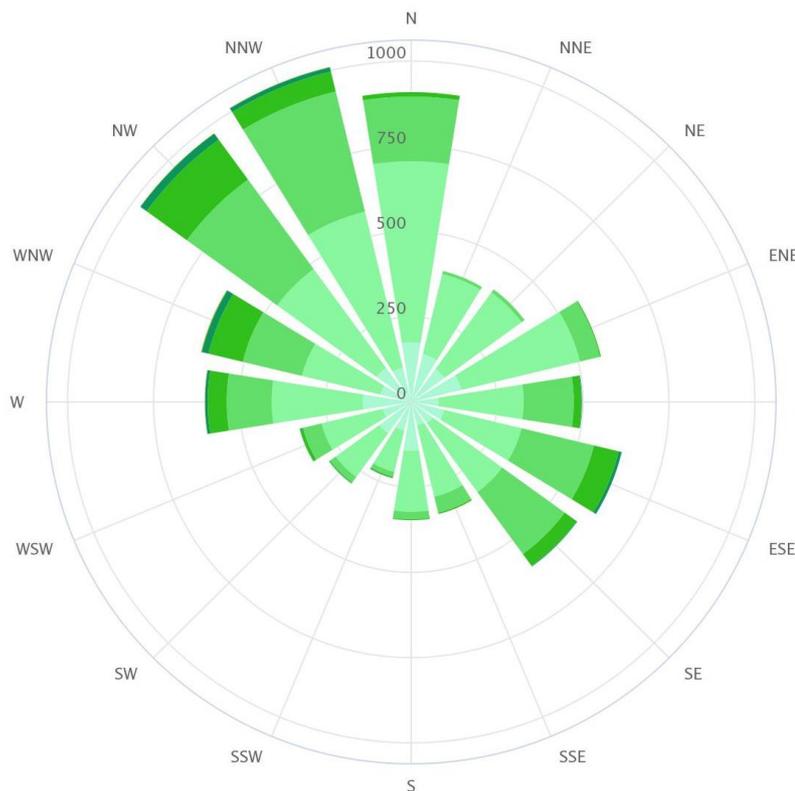


Ilustración 2. Roseta de vientos de Tardienta

3.6. Índices climáticos

Se lleva a cabo un estudio climático con tres índices de referencia, los cálculos correspondientes los encontramos en el Anejo 1.

Índice de Lang, corresponde a una zona árida.

Índice de Martonne, corresponde a una zona de estepas y países secos.

Índice de Dantin Cereceda y Revenga, corresponde a una zona semiárida.

3.7. Clasificación agroclimática de Papadakis

Papadakis lleva a cabo la clasificación agroclimática utilizando los siguientes datos relevantes:

- Tipo de verano
- Tipo de invierno
- Régimen térmico

➤ Régimen hídrico

En nuestro caso de estudio y como se muestra en el anejo 1, el resumen de la clasificación de Papadakis es la siguiente: un verano de tipo maíz, en el cual permite la maduración de este; un invierno de tipo avena, suave como para cultivar avena, pero no cítricos; un régimen térmico templado cálido; y por último un régimen hídrico que pertenece al mediterráneo seco.

3.8. Clasificación bioclimática de la UNESCO-FAO

La UNESCO-FAO, caracteriza el clima con dos factores que son la temperatura y la aridez, como se puede ver en el anejo 1.

En cuanto a la temperatura se engloba en el grupo 1, denominándose así para climas templados, templado-cálidos y cálidos. El tipo de invierno es frío, ya que la media de las temperaturas mínimas se encuentra entre -1 y -5 °C.

Como tenemos un único periodo en el cual las temperaturas medias mensuales, superan a las precipitaciones mensuales, es un clima monoxérico.

4. Estudio edafológico

Se lleva a cabo un estudio edafológico de la parcela, para conocer mejor la textura, necesidades o pequeños problemas que podamos tener en la misma, el estudio es realizado gracias a la empresa de fertilizantes Forgas.

Resumiendo, un breve historial de la parcela, esta lleva sobre unos 12 años sin laborear el suelo, ya que en la totalidad de la explotación se lleva a cabo la siembra directa, la rotación empleada en la misma es la explicada en los apartados anteriores.

En el anejo 2 se explica más detenidamente los siguientes apartados.

4.1. Recogida de muestras

Para llevar a cabo la toma de muestras se emplea una barrena, las muestras recogidas son depositadas en una bandeja, para posteriormente mezclarlas y sacar una muestra final de la bandeja y mandarla al laboratorio.

El recorrido seguido, es igual que el número de muestras tomadas, se muestran en la Ilustración 1 del Anejo N. 2.

4.2. Textura

El suelo de la parcela tiene una textura franco-arcillosa limosa, este tipo de texturas se caracterizan por su gran capacidad de retención de agua, una elevada productividad agrícola y una textura al tacto fina.

En la ilustración 2 del anejo N. 2, se observa el triángulo de texturas, donde el punto naranja nos indica el tipo de textura de nuestro suelo.

4.3. Capacidad de retención de agua disponible

La capacidad de retención de agua es un dato importante para tener en cuenta, ya que será de gran importancia a la hora de llevar a cabo el suministro hídrico de nuestros futuros cultivos.

Los resultados obtenidos en el anejo N. 2 nos indican como el suelo de la parcela es de textura fina, ya que la CRAD del suelo de la parcela sin elementos gruesos es de 38.5 L/m², siendo la CRAD del suelo con elementos gruesos de 38.4 L/m².

4.4. Granulometría

El resultado obtenido de limos y arcillas es elevado, siendo de 57.7 g/100 g y de 29.9 g/100 g respectivamente, mientras que el porcentaje de arenas es bajo

con respecto al de los limos y las arcillas. Con esta relación de arena-limo-arcilla corresponde a un suelo de textura franco-arcillosa limosa.

Este tipo de texturas se pueden reconocer fácilmente haciendo la prueba de humedecer la tierra y hacer un pequeño churro, así podremos ver que este se molde con facilidad y tiene un tacto suave.

4.5. Fertilización y enmienda orgánica.

El contenido de materia orgánica es elevado, siendo de 2.66 g/100 g, los valores medios se encuentran en un rango de 1.7 a 2.5 g/100 g. Este valor de materia orgánica es tan elevado ya que en la parcela se lleva a cabo la siembra directa, sin degradar el terreno y dejando que se descomponga los restos del cultivo de la campaña anterior, cuando las producciones son elevadas se opta por la retirada de la paja, para facilitar las labores de siembra de la próxima campaña.

En relación con la fertilización, la campaña 22-23 se aplicó 100 Kg/ha en fondo del 6-12-0 en línea con la sembradora y posteriormente 200 Kg/ha de urea a finales del mes de febrero.

4.6. Índice de colmatación.

A pesar de llevar haciendo siembra directa como hemos nombrado anteriormente más de 10 años, el índice de colmatación comienza a ser un problema cuando es superior de 1.4, a partir de este valor los cultivos implantados comienzan a tener una serie de problemas, en nuestro caso el índice de colmatación de la parcela es de 1.3, por lo que no tenemos riesgo de colmatación.

4.7. Balance de nutrientes.

Nos encontramos en los análisis con un resultado de fosforo asimilable bajo, siendo de 4.5 mg/Kg, el rango óptimo al que se tendría que encontrar sería de entre 12 y 25, con este valor que tenemos tendremos una alta respuesta al abonado.

El potasio se encuentra en unos valores óptimos.

Uno de los problemas que nos encontramos es con el magnesio asimilable, ya que este nos da un valor muy elevado, perjudicando la relación K/Mg, Ca/Mg y teniendo una respuesta al abonado nula; otro de los problemas a tener en cuenta son los valores de calcio y sodio, ya que estos dos también tendrán repercusiones sobre nuestros cultivos.

En el anejo N. 2 se detalla con más énfasis el balance de nutrientes obtenido en el análisis con los rangos a los que se tendrían que encontrar para un correcto funcionamiento de nuestros cultivos.

5. Estudio de la calidad del agua de riego

La parcela recibe el agua del embalse de Tormos, dicha agua llega a través del canal de Monegros, una vez entra en el término municipal sale del canal una red de acequias secundarias que llevan el agua hasta la parcela; en este caso la acequia que transporta el agua desde el canal hasta la parcela se denomina Acequia de Viñetas.

Se lleva a cabo un análisis del agua, para saber si el agua que se va a utilizar es apta para dicho uso; ya que el agua es el principal elemento nutricional de las plantas.

En el anejo 3, se detalla todos los procedimientos más detenidamente, al igual que todas las fórmulas utilizadas para poder llegar a los resultados requeridos.

5.1. Resultado de la analítica

En las tablas 5, 6 y 7; se muestran los resultados obtenidos del análisis, los cuales serán analizados posteriormente en los siguientes apartados.

pH	7.6
Conductividad eléctrica medida directa a 20 °C	341 microS/cm
Conductividad eléctrica medida directa a 25 °C	381 microS/cm

Tabla 5. Parámetros directos

Parámetros	mg/L	meq/L	mmol/L
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	37.70	0.8	0.39
Cloruros (Cl ⁻)	34.47	0.97	0.97
Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	129.93	2.13	2.13
Carbonatos (CO ₃ ²⁻)	0.00	0.00	0.00
Nitratos (NO ₃ ⁻)	0.93	<0.05	<0.05
Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	5.71	0.18	0.06
Calcio (Ca ²⁺)	36.72	1.80	0.92
Magnesio (Mg ²⁺)	10.26	0.84	0.42
Sodio (Na ⁺)	23.23	1.01	1.01
Potasio (K ⁺)	3.43	0.09	0.09
Amonio (NH ₄ ⁺)	0.11	<0.05	<0.05

Tabla 6. Parámetros y composición químicos

Parámetros	mg/L
Hierro (Fe)	<0.10
Cobre (Cu)	<0.05
Manganeso (Mn)	0.01
Cinc (Zn)	<0.05
Boro (B)	0.16

Tabla 7. Oligoelementos

5.2. Índices de primer grado

El pH obtenido en el análisis es de 7.6, clasificándose como un pH básico, el cual no nos generara problemas ni para los cultivos ni para la instalación de riego.

La concentración de sales es de 0.243 g/L, como no es superior a 1 g/L, no nos generara problemas, ya que los problemas los encontramos cuando supera dicho rango.

5.3. Índices de segundo grado

- SAR (Relación de Absorción del Sodio): los problemas se generan cuando los resultados obtenidos son superiores a 10 meq/L, en nuestro caso el resultado que obtenemos es de 0.87 meq/L; por lo que el agua es apta para el uso que vamos a desempeñar.
- RC (Relación de calcio): nos muestra la proporción del contenido de calcio, con respecto al resto de cationes, el resultado obtenido es de 0.49 meq/L.
- RS (Relación de sodio): al igual que el anterior este nos muestra la proporción del contenido de iones sodio, con respecto al resto de cationes, obtenemos un resultado de 0.27 meq/L.
- Dureza del agua: el resultado generado es de 13.40, por lo que podemos clasificarla como agua dulce.
- Índice de Scott: Utilizando el K2, que es la segunda opción para saber el tipo de agua que estamos estudiando, el valor obtenido de K2 es de 58.66; al ser mayor de 18, podemos asegurar de que este tipo de agua es de buena calidad y apta para el riego.
- Índice de Eaton: el resultado se encuentra menor a 1.25 siendo de -0.51 meq/L, por lo que el agua utilizada es de buena calidad.

5.4. Clasificación del agua según su calidad

- Normas Riverside: Mediante las reglas que marca esta norma, nuestra agua la podemos clasificar del tipo C2-S1 (salinidad media, apta para el riego y con un bajo contenido en sodio).
- Normas H. Greene: Con los resultados obtenidos y metiéndolos en la ilustración 2 del anejo 3, obtenemos que el agua es de buena calidad.
- Normas de L. V. Wilcox: Con él porcentaje de sodio y la conductividad eléctrica obtenida, la introducimos en la Ilustración 3 del anejo3, obteniendo que el agua utiliza es de una excelente a buena calidad de esta.

5.5. Conclusión al estudio de la calidad del agua de riego

Con todos los resultados finales, podemos llegar a la conclusión de que el agua utilizada en la parcela es un agua de buena calidad, apta para el riego; además, tenemos la ventaja que no nos ocasionara problemas ni con los cultivos implantados en dicha parcela ni con los componentes de la instalación de riego.

6. Rotación de cultivos

La rotación de cultivos la llevamos a cabo con la finalidad de poder llegar a obtener unos rendimientos más elevados, poder cumplir con el eco-esquemas presentado en la nueva PAC, evitar problemas reiterados con un mismo cultivo (mala hierba, enfermedades...) ...

Para ello se plantea una rotación de cultivos para dicha finca nombrada anteriormente con una duración de 5 años, en lo que vamos a buscar obtener la mayor rentabilidad de estos, para amortizar lo antes posible la inversión que se va a llevar a cabo.

En la rotación contaremos con 6 cultivos que serán los siguientes: cebada, trigo, maíz, guisante, girasol y alfalfa.

6.1. Fechas de siembra y recolección de los cultivos

Se plantean en la tabla 8, unas fechas orientativas sobre la implantación y recolección de los cultivos de la rotación, a partir de las cuales trabajaremos para tener una mayor exactitud a la hora del planteamiento de la rotación.

CULTIVO	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE RECOLECCIÓN
Cebada	25 de octubre al 25 de enero	20 de junio
Trigo	1 de octubre al 31 de diciembre	1 de julio
Maíz	15 de abril al 30 de junio	20 de octubre
Guisante	10 de septiembre al 10 de noviembre	15 de junio
Girasol	15 de abril al 30 de junio	25 de septiembre
Alfalfa	1 de septiembre al 15 de noviembre 15 de marzo al 15 de mayo	25 de abril al 12 de octubre (5 cortes/año)

Tabla 8. Fechas de siembra y recolección de los cultivos propuestos en la rotación.

6.2. Parámetros de la rotación.

Se lleva a cabo una única hoja que consta de 6 ha; con tres soluciones posibles, esto es debido a que el agricultor hace una diferenciación en cuanto al manejo dependiendo de si es zona de secano o de regadío; ya que en la zona donde nos encontramos el cultivo en secano se dificulta según las condiciones climáticas.

Para poder hacer el cuadro de rotación, se toman una serie de condicionantes:

- El cultivo de alfalfa no se repetirá en la misma hoja, si haber transcurrido al menos 4 años desde su levantamiento.
- El número máximo de años consecutivos sembrando el mismo cultivo será entre 4 y 5 años, para evitar los sobre costes con las aplicaciones de herbicidas.
- Se prima el cultivo de la alfalfa, ya que en la explotación familiar es en el que más conocimientos tienen, además de ser el más rentable para ellos.

- En función del año y los cupos de agua disponibles, se podrá cambiar el cultivo de maíz, por un girasol, ya que estos son más eficientes con el uso de agua.

A continuación, se muestra las tres opciones de rotaciones planteadas para el periodo de 10 años.

	AÑO 1												AÑO 2											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
A																								
B																								
C																								

AÑO 3												AÑO 4											
E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

AÑO 5												AÑO 6											
E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

AÑO 7												AÑO 8											
E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

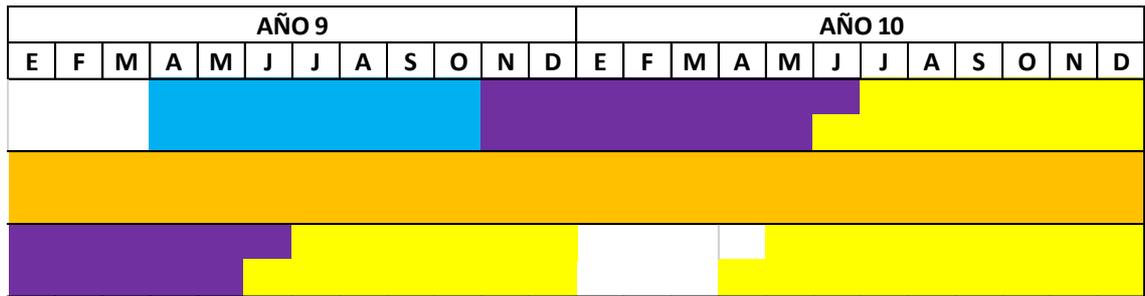


Ilustración 3. Tres opciones de rotaciones de cultivos para el periodo de 10 años.

	Alfalfa
	Maiz
	Trigo
	Cebada
	Girasol
	Guisante

Ilustración 4. Leyenda de los cultivos planteados en la rotación.

7. Características del sistema

Las características que nos aporta un riego por aspersión en cobertura total enterrada son las siguientes:

- Distribución homogénea del agua de riego.
- Mayor aprovechamiento del agua.
- Distribución del agua en forma de lluvia sobre el terreno.
- Evitamos pérdidas por escorrentía y percolación profunda.
- Posibilidad de inyectar y distribuir por la parcela fertilizantes y productos similares.
- Incrementa los rendimientos de los cultivos, con respecto a un riego por gravedad tradicional.
- Permite el riego en parcelas con pendiente, sin necesidad de hacer grandes movimientos de tierra.
- Disminución de la mano de obra.
- Reducción de las pérdidas de agua debido a la conducción.
- Opción de distribuir el agua en la parcela conforme se infiltra en el suelo.

Las características nombradas anteriormente son las ventajas que nos encontramos con un riego por aspersión, pero también tiene una serie de inconvenientes:

- El viento causa problemas en la eficiencia del sistema.
- Elevado coste de la instalación y amortización.
- Aumento de las pérdidas por evaporación.
- En según qué casos, la anchura que queda del penúltimo aspersor al último, que es el que se encuentra en la linde, es poca y dificulta las labores con la anchura de ciertos aperos.
- En cultivos donde la altura es elevada, puede llegar a dar problemáticas de enganchamiento de las propias hojas con el aspersor, y al tener una altura elevada no llegamos a apreciar ese fallo.

7.1. Elección del marco

El marco de colocación de los aspersores viene determinado por la distancia entre dos aspersores contiguos y la distancia entre dos líneas contiguas de aspersores. Los aspersores los podemos encontrar colocados en la parcela de tres formas distintas: en cuadrado, en rectángulo y a tresbolillo.

En la parcela en estudio se decide por un marco de 18 x 18 metros a tresbolillo, esta elección es debido a que tiene una mayor uniformidad, aun cuando nos encontramos con vientos dominantes y, además, se adapta a mejor a los aperos ya existentes en la explotación.

7.2. Características técnicas de los aspersores

Aspersor circular

- Material: latón y acero inoxidable.
- Dos boquillas, una principal y otra secundaria deflectora o tapón.
- Alcance: 13 – 18 m.

- Caudal del aspersor: 660 - 3270 L/H
- Presión de trabajo: 1.75 - 4.5 BAR
- Altura máxima de chorro: 4.2 m.
- Coeficiente de uniformidad: superior al 90%.
- Ángulo de las boquillas: 26°.

Aspersor sectorial

- Material: latón y acero inoxidable.
- Dos boquillas, una principal de largo alcance y otra secundaria deflectora de corto alcance.
- Alcance: 12 – 19 m.
- Caudal del aspersor: 800 - 3270 L/H.
- Presión de trabajo: 1.75 - 5 BAR
- Altura máxima de chorro: 3.8 m.
- Coeficiente de uniformidad: superior al 90%.
- Ángulos de las boquillas: 24° y 12°.

8. Levantamiento de las tuberías en lamina libre de la instalación por gravedad actual

En la parcela actual se distribuía el agua mediante dos tramos de tuberías, el primer tramo de tuberías pertenece a la Comunidad de Regantes de Tardienta, por dicho tramo se da abastecimiento a cuatro agricultores más que se encuentran en la misma red de distribución; y un segundo tramo de tuberías que pertenecen a la propiedad de la parcela y se encuentran dentro de la misma, por la cual en la actualidad se repartía el agua para regar una parte de la parcela.

Es en este segundo tramo de tubería el cual se lleva a cabo el levantamiento, esta tubería está compuesta de uno tubos de hormigón, los cuales serán levantados por una retro y llevados a una empresa de gestión de residuos para su posterior destrucción.

En la Ilustración 5, se muestra en color rojo el primer tramo de tuberías que pertenece a la Comunidad de Regantes, y en color azul, el que pertenece al agricultor y en los cuales se va a proceder a su levantamiento.



Ilustración 5. Tuberías en lamina libre.

9. Necesidades de agua

Cada cultivo necesita unos aportes de agua diferentes, según la fisiología y estado de este. Debemos de tener en cuenta los aportes de agua por parte de las precipitaciones, y nieve; ya que estas son un aporte natural, la cual nos puede ayudar a cubrir ciertas necesidades.

El problema lo encontramos cuando las necesidades de nuestros cultivos no son cubiertas en su totalidad, ya que obtendremos disminución de los rendimientos; por lo que cuando no sean cubiertas por las precipitaciones, tendremos que acabar de cubrirlas con ayuda del riego.

En el anejo 4, se muestran todos los cálculos con más detalle.

9.1. Cálculo de la ET0.

Se utiliza el método de FAO-USDA Blaney-Criddle, para calcular la ET0, para ello se sigue la siguiente expresión:

$$ET0 = (a + b * p(0.46Taj + 8.13)) * Rf(1 + \frac{Elv}{10000})$$

La ecuaciones necesarias para calcular la ET0 se encuentran en el anejo 4; a continuación, se muestra en la tabla 9 la ET0.

	ET0 mm/día	ET0 mm/mes
Enero	0.5	15.5
Febrero	1.2	33.6
Marzo	2.3	71.3
Abril	3.4	102
Mayo	4.4	136
Junio	5.9	177
Julio	7	217
Agosto	6.2	192
Septiembre	4.2	126
Octubre	2.5	78
Noviembre	1	30
Diciembre	0.4	12.4
ET0 anual en mm		1190.9

Tabla 9. Valores de ET0 para la finca en estudio.

9.2. Cálculo de la ETc en los meses de la temporada de riego.

Utilizamos los datos del apartado anterior para calcular la ETC, siguiendo la siguiente expresión:

$$ETc = ET0 * Kc$$

La ETc exclusivamente se calcula para los cultivos más exigentes hídricamente; que en nuestro caso son el maíz y la alfalfa.

En las tablas 10 y 11 se muestran las ETc de los cultivos nombrados anteriormente.

Maíz (<i>Zea mays</i>)				
Mes	ET0 (mm/m)	Kc	ETc (mm/m)	ETc (mm/día)
Abril	102	0.27	28	0.92
Mayo	136	0.27	37	1.19
Junio	177	0.63	112	3.72
Julio	217	1.19	258	8.33
Agosto	192.20	1.22	234	7.56
Septiembre	126	0.74	93	3.11
Octubre	78	0.39	30	1.01
ETc (mm/año) = 792				

Tabla 10. Cálculo de la ETc para el cultivo del maíz (*Zea mays*)

Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)				
Mes	ET0 (mm/m)	Kc	ETc (mm/m)	ETc (mm/día)
Marzo	71.3	0.34	24	0.78
Abril	102	0.92	94	3.13
Mayo	136	1.02	139	4.49
Junio	177	0.95	168	5.61
Julio	217	0.93	202	6.51
Agosto	192.20	0.93	179	5.77
Septiembre	126	1.18	149	4.96
ETc (mm/año) = 955				

Tabla 11. Cálculo de la ETc para el cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa*)

9.3. Necesidades netas de agua de riego (Nn)

Las necesidades netas son la cantidad total de agua que tenemos que aportar para un correcto desarrollo de los cultivos.

Para obtener las necesidades netas se utiliza la siguiente expresión:

$$Nn = ETc - Pe$$

Se realizan los cálculos de las Nn para los meses de la temporada de riego, para los dos cultivos más exigentes, en las tablas 12 y 13 se muestran los resultados:

Maíz (<i>Zea mays</i>)		
Mes	Nn (mm/mes)	Nn (mm/día)
Abril	28	0.92
Mayo	36.83	1.19
Junio	111.51	3.72
Julio	258.23	8.33
Agosto	234.48	7.56
Septiembre	93.24	3.11
Octubre	30.23	0.98
Nn (mm/año) = 792		

Tabla 12. Necesidades netas del cultivo del maíz.

Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)		
Mes	Nn (mm/mes)	Nn (mm/día)
Marzo	24	0.8
Abril	94	3.13
Mayo	139.13	4.49
Junio	168.15	5.61
Julio	201.81	6.51
Agosto	178.75	5.77
Septiembre	148.68	4.96
Nn (mm/año) = 955		

Tabla 13. Necesidades netas del cultivo de la alfalfa.

9.4. Necesidades reales de agua de riego (Nr)

A partir de las Nn, se calculan las Nr, ya que cuando se llevan a cabo los riegos, tenemos posibles pérdidas de agua, que debemos de tener en cuenta.

Para realizar los cálculos se utiliza la siguiente expresión:

$$Nr = \frac{Nn}{Ea}$$

En las tablas 14 y 15 se muestran los resultados obtenidos para ambos cultivos en los meses de temporada de riego.

Maíz (<i>Zea mays</i>)		
Mes	Nr (mm/mes)	Nr (mm/día)
Abril	40.66	1.36
Mayo	54.38	1.81
Junio	164.64	5.49
Julio	381.27	12.30
Agosto	346.21	11.17
Septiembre	137.67	4.59
Octubre	44.63	1.44
Nt (año) = 1169 mm/año 11695 m ³ /ha año		

Tabla 14. Cálculo de las necesidades reales, para el cultivo del maíz.

Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)		
Mes	Nr (mm/mes)	Nr (mm/día)
Marzo	35.79	1.15
Abril	138.55	4.62
Mayo	205.42	6.85
Junio	248.27	8.28
Julio	297.97	9.61
Agosto	263.91	8.51
Septiembre	219.52	7.32
Nr (año) = 1409 mm/año 14094 m ³ /ha año		

Tabla 15. Cálculo de las necesidades reales, para el cultivo de la alfalfa.

9.5. Dosis máxima o dosis neta de riego (Dn).

Es la cantidad de agua que aplicamos en cada riego, para que nuestras plantas puedan cubrir sus necesidades. El cálculo se desarrolla mediante la siguiente expresión:

$$Dn = 10000 \frac{m^2}{1ha} * h(m) * Da * \frac{CC - PMP}{100}$$

Al igual que en los apartados anteriores, solo se tienen en cuenta los dos cultivos más exigentes a nivel hídrico:

- Maíz es de 1680 m³/ha o 168 mm
- Alfalfa es de 2016 m³/ha o 202 mm.

9.6. Dosis útil de riego (Du).

Cantidad de agua que son capaces las plantas de extraer del suelo, el éxito de esta extracción dependerá de la humedad del suelo; por lo que, a mayor humedad del suelo, mayor será la efectividad de extracción.

Si buscamos unos buenos rendimientos, deberemos tener el contenido de humedad de suelo por encima del punto de marchitez.

La dosis útil se determina con la siguiente expresión:

$$Du = Nr * f$$

Para nuestros dos cultivos más exigentes el resultado es el siguiente:

- Dosis útil del maíz: 33.60 mm/riego.
- Dosis útil del alfalfa: 40.32 mm/riego.

9.7. Dosis real o total de riego (Dr ó Dt).

El agua que nosotros aplicamos con el riego no tiene una eficacia del 100%, ya que parte del agua la perdemos por evaporación, percolación o escorrentía; por lo que la dosis real es la dosis útil corregida.

Para calcularla se usa la siguiente expresión:

$$Dr = \frac{Du}{Ea}$$

Las dosis reales obtenidas son las siguientes:

- Maíz es de 49.61 mm
- Alfalfa es de 59.53 mm

9.8. Esparcimientos y recubrimientos.

El solape entre los emisores varía dependiendo del marco de riego y del diámetro mojado. Para ello se utiliza la siguiente expresión:

$$Rl = \frac{Sl}{D} = \frac{Sm}{D}$$

El marco de riego elegido es de 18 x 18, con un alcance del aspersor de 14.5 m y un diámetro mojado de 29m; por lo que el recubrimiento obtenido es de 0.62.

9.9. Densidad de aspersión (i).

Es la cantidad de agua aportada por un aspersor por unidad de superficie y hora en mm/h.

$$i = \frac{q}{Sa}$$

En nuestro caso en estudio la densidad de aspersión es de 6.10 mm/h.

9.10. Duración del riego (tr).

Tiempo transcurrido en el cual el aspersor debe de aportar la totalidad de la dosis real.

La calculamos a través de la siguiente expresión:

$$tr \text{ (horas)} = \frac{Dr \text{ (mm)}}{i \text{ (mm/h)}}$$

- Dr para el cultivo de maíz es de 8.13 horas.
- Dr para el cultivo de la alfalfa es de 9.76 horas.

9.11. Espaciamiento entre riegos (T).

Tiempo máximo transcurrido entre riegos, para ello se ha de tener en cuenta la dosis útil y las necesidades netas:

$$T \text{ (días)} = \frac{Du \text{ (mm/riego)}}{Nn \text{ (mm/día)}}$$

Obtenemos un espaciamiento de:

- 4 días en el caso del maíz.
- 6 días en el caso de la alfalfa.

9.12. Número máximo de unidades de riego en la parcela (Nud).

Debemos de tener en cuenta las dos limitaciones que tenemos, la primera de ellas es el tiempo disponible para el riego; y la segunda es la limitación del caudal. Por lo que se calculan por separado ambas limitaciones.

- **Número máximo de unidades de riego con el criterio del tiempo disponible para el riego**

$$Nud * tr (h/r) = Tr (dh/r) * t (hh/d)$$

Obteniendo un número máximo de 10 unidades de riego.

- **Número mínimo de unidades de riego admisibles en la parcela por la limitación del caudal.**

$$(Nud)_{min} = \frac{Qr}{Qt}$$

Obteniendo un número mínimo de 3 unidades de riego

Con los datos obtenidos de unidades máximas y mínimas, el número de unidades propuesto para la parcela de riego es de 4 unidades.

9.13. Número máximo de aspersores en la unidad.

Debemos de tener en cuenta cual es el número máximo de aspersores que puede llevar una unidad, por lo que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$N (máx) = \frac{Qt}{qn}$$

El número máximo de aspersores que puede llevar una unidad es de 49 aspersores.

9.14. Caudal característico.

El caudal característico es el caudal ficticio continuo del mes de máximas necesidades, por lo que son las necesidades reales N_r , mes a mes, expresado en l/s y hectárea.

Se obtiene un caudal característico de:

- Maíz = 11.17 mm/día = 1.29 l/s y ha.
- Alfalfa = 8.73 mm/día = 1.01 l/s y ha.

10. Cálculo hidráulico de la red de riego.

Una vez que hemos determinado el caudal de diseño de la red de riego, se procede al cálculo hidráulico.

Para el cálculo hidráulico de toda la instalación se utilizan unas hojas Excel que se encuentran en el Anejo N. 5, donde encontramos cada módulo por separado y una última hoja Excel para el cálculo de la tubería principal que suministrara agua a los 4 módulos de la instalación.

En primer lugar, se calculará mediante fórmulas logarítmicas de resistencia las laterales de cada módulo. Se fijará un diámetro comercial, trabajando con el caudal circulante por la tubería según que variará dependiendo del número de e aspersores que lleve, y con el diámetro interior de la tubería elegida, se calculará la velocidad media del agua mediante la siguiente fórmula:

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}$$

Donde:

Q = Caudal circulante por la tubería.

D = Diámetro interior de la tubería.

Fijando la viscosidad cinemática del agua que será en todo el estudio del proyecto la misma 1.14×10^{-6} , se calcula el número de Reynolds mediante la siguiente fórmula:

$$Re = \frac{D * V}{\nu}$$

Donde:

D = Diámetro interior de la tubería, en m.

V = Velocidad del agua, en m/s.

ν = Viscosidad cinemática

Con los datos obtenidos anteriormente se calcula el factor de fricción (f), que se calcula a través de la fórmula logarítmica de Jain para régimen turbulento en zona de transición, siguiendo la siguiente fórmula:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log\left(\frac{5.73}{Re^{0.9}} + \frac{K}{3.71 * D}\right)$$

Donde:

Re = Número de Reynolds.

K = Rugosidad absoluta.

D = Diámetro interior de la tubería, en m.

Para calcular las pérdidas de carga por rozamiento continuo en las tuberías se utiliza la fórmula de Darcy-Weisbach, la cual utiliza la siguiente fórmula:

$$hr = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

hr = Pérdidas de carga por rozamiento continuo.

f = Factor de fricción.

L = Longitud de la tubería, en m.

D = Diámetro interior de la tubería, en m.

V = Velocidad del agua, en m/s.

g = Aceleración de la gravedad, en m/s^2 .

Para calcular las pérdidas de carga de cada módulo de la parcela se sigue la regla de Christiansen, la cual establece que la variación máxima de caudal que puede existir entre dos aspersores de la misma unidad de riego no puede ser menor o igual al 10 % del caudal nominal del aspersor.

Por lo que para calcular las pérdidas de carga de cada módulo se utiliza el siguiente procedimiento:

1. Se aplica la regla de Christiansen para determinar la variación máxima de presión admisible en la unidad de riego.

$$\left(\frac{\Delta P}{\gamma}\right)_{UD} = 0.2 \times \frac{Pn}{\gamma} = 0.2 \times 30 = 6 \text{ mca}$$

2. Como la parcela en estudio tiene una pendiente de 0, la diferencia de cota en toda la parcela toma el valor de 0.

3. Sumamos las pérdidas de carga admisibles en la unidad a las tuberías que forman las laterales de riego y la tubería secundaria.

$$(a \times hr)_{UD} = (a \times hr)_{TS} + (a \times hr)_{LR}$$

4. Una vez determinadas las pérdidas de carga en el último lateral de riego y conociendo la pérdida admisible en la unidad, obtenemos las pérdidas de carga admisibles en la tubería terciaria.

5. Una vez que sabemos las pérdidas de carga máxima en la tubería terciaria y la longitud de cada módulo se calcula la pérdida de carga unitaria.

6. Por último, se procede al cálculo hidráulico de la tubería terciaria.

Para el correcto funcionamiento de una instalación de riego a de cumplirse la regla de Christiansen, la cual permite una diferencia máxima en la pérdida de carga entre dos aspersores que se encuentran en funcionamiento simultáneamente sea inferior al 20% de la presión nominal del aspersor.

Este 20 % se suele distribuir de la siguiente forma: un 55 % en el lateral de riego y el 45 % restante en la tubería terciaria.

En el caso de estudio la presión nominal del aspersor es de 30 mca, por lo que, siguiendo la regla de Christiansen, las pérdidas de carga admisibles entre dos aspersores en funcionamiento son de 6 mca.

Como se ha nombrado anteriormente, en el Anejo N.5 se encuentran más detalladamente unas hojas Excel con todo los procedimientos que se han seguido para su cálculo.

En el caso de la tubería principal se utiliza el mismo método nombrado anteriormente.

11. Elementos singulares de la instalación de riego.

A continuación, se describen todos los elementos singulares por los que está compuesto la instalación de riego; estos elementos singulares son los responsables de controlar y regular los caudales circulantes, el filtrado del agua, evacuación del aire del interior de la red y el continuo control de la presión.

Los elementos singulares utilizados son los siguientes:

- Válvulas
- Filtros
- Codos
- Reducciones
- Solenoides
- Desagües
- Piezas especiales
- Anclajes
- Programador de riego

En el anejo 6, se describen todos estos elementos con las detalle.

11.1. Válvulas

Válvulas hidráulicas

Este tipo de válvulas permite la apertura y cierre del paso del agua a los distintos módulos por los que está formado la parcela. Este tipo de válvulas se colocan sobre la tubería principal, dando paso al agua a las secundarias, por lo que tendremos una válvula por módulo que tengamos en la parcela.

Este tipo de válvulas presentan una serie de ventajas, que son las siguientes:

- La apertura y el cierre de la válvula es debido a la presión ejercida por el agua.
- Aperturas y cierres graduales y herméticos, evitando los golpes de ariete.
- Fácil instalación y bajo mantenimiento.
- Mínimas pérdidas de carga.
- Ofrecen distintas alternativas en el control: de forma manual, hidráulico, eléctrico, regulación de caudal...
- Baja corrosión.

El funcionamiento de la válvula es el siguiente, si la presión ejercida en la parte superior del diafragma es superior o igual a la presión de entrada, la válvula se abre; si por el contrario la presión es menor, la válvula se cierra.

Las características de dicha válvula son las siguientes:

- Válvula de 4''.
- Caudal recomendado 10-150 m³/h.
- Dimensiones 305x223 mm.
- Peso 15.50 Kg.
- Conexión mediante brida.

Válvula de tres vías

Las válvulas de tres vías nos permiten cerrar o abrir la válvula manualmente, consta de tres posiciones que son: auto, abierto y cerrado. Son un complemento de las válvulas hidráulicas.

Las características son las siguientes:

- Presión nominal 16 bar.

- Sección mínima de paso 2.5 mm.
- Eje de latón niquelado.
- Conexión vía común 1/4'' macho.
- Conexiones vías laterales 1/8'' hembra.

Válvula de ventosa

Este tipo de válvulas protegen al sistema de posibles acumulaciones de aire en el interior de las tuberías.

En nuestra instalación optamos por una válvula de ventosa trifuncional, la cual consta de dos orificios, uno de ellos para evacuar el aire del interior y otro para coger aire del exterior.

Este tipo de válvulas trabajan de la siguiente forma: cuando se procede al llenado de la tubería, el agua va empujando al aire que se encuentra en su interior, por lo que la válvula va evacuando dicho aire, una vez que se ha eliminado la totalidad del aire del circuito, el agua empuja al flotador y cierra el orificio de salida de aire de la válvula; si, por el contrario, vaciamos las tuberías, el flotador baja, y abre el orificio para que pueda entrar aire del exterior.

Se coloca una ventosa de este tipo al comienzo de la instalación, la cual tendrá un diámetro de 3''.

Válvula de mariposa

Este tipo de válvulas se encargan de cortar el paso del agua por el interior de las tuberías, se suelen encontrar posicionadas al comienzo de la instalación, o entre elementos del sistema como pueden ser los filtros.

El requisito de este tipo de válvulas es que deben de tener el mismo diámetro que la tubería donde están instaladas, así evitaremos grandes pérdidas de carga.

11.2. Filtros

El agua que entra al sistema pasa a través de los filtros, estos filtros están compuestos por unas mallas, que separan los elementos que tienen un tamaño superior al orificio de dicha malla. Este tipo de elementos son fundamentales para

un correcto funcionamiento del sistema, disminuyendo así la mano de obra utilizada en destaponar los aspersores.

Las pérdidas de carga de estos elementos dependen del grado de impurezas con las que llega el agua al sistema, en nuestro caso, el agua que utilizamos proviene del embalse de la Sotonera, esta agua proveniente de dicho embalse tiene un bajo grado de impurezas, por lo que no tendremos grandes pérdidas de carga; como medida complementaria, se colocara una malla a la entrada de la balsa, para eliminar pequeños restos de broza u otros elementos que puedan llegar con el agua, ya sean algas, palos...

Este tipo de filtros están contruidos en hierro, y recubiertos con una pintura de poliéster, evitando así la oxidación; las mallas son de acero inoxidable.

Se elige un filtro en Y, con las siguientes características:

- Ancho: 4 ''.
- Dimensiones 220x660 cm.
- Conexión a rosca.
- Volumen de filtración: 96 m³/h.
- Presión máxima 10 atm.

11.3. Anclajes

Debido a la presión hidrostática generada por: cambios de sección en las tuberías, cambios de dirección, derivaciones en T y los tapones al final de la tubería, se colocan los anclajes, evitando así los desplazamientos de las tuberías en esos puntos. Se colocan anclajes macizos de hormigón para anclar las conducciones.

Para llevar a cabo el diseño de dichos anclajes se sigue la norma NTE (Normas Tecnológicas de la Edificación), dentro del apartado NTE-IFR Riego.

A la hora de establecer las dimensiones del macizo de hormigón, es necesario estimar la fuerza de reacción del agua; ya que esta es la culpable del desplazamiento de las tuberías.

En nuestra instalación se usarán macizos de hormigón HA-250 armado con acero B-500S.

Los puntos de la red donde se considera que tienen desplazamiento de las tuberías son los siguientes:

- Codos y reducciones.
- Llaves de paso.
- Piezas especiales en T.

11.4. Codos

Los codos son utilizados para alinear las tuberías cuando tenemos pequeños cambios de dirección, generalmente se suelen usar codos de 45 a 90°.

Los codos elegidos para colocarlos en la red están fabricados en PVC, también los podemos encontrar fabricados en otros materiales como puede ser el latón.

11.5. Desagües

Son piezas colocadas al final de las tuberías secundarias, para poder evacuar el agua que se encuentra en el interior de las tuberías.

Están contruidos en PVC, y se acoplan al final de las secundarias mediante un codo y una prolongación de PVC, para poder sacarlo al exterior de la tierra, donde se le dará salida al agua.

11.6. Reducciones

Las tuberías colocadas al inicio de la red no son del mismo diámetro que las del final de la red, debido que la demanda de agua es mucho menor en los últimos tramos, por lo que para poder unir dos tuberías de distinto diámetro se utilizan las reducciones.

Para reducir las pérdidas de carga singulares en las reducciones, debemos de buscar que la relación entre la longitud de la pieza y la diferencia entre los diámetros de las tuberías sea lo mayor posible.

11.7. Piezas de derivación

Las piezas de derivación nos permiten sacar de una tubería, un ramal, como podría ser el caso el utilizado para colocar la caña de un aspersor. Generalmente se suelen utilizar piezas en forma de T e Y, dependiendo de las necesidades.

En la instalación se utilizarán dichas piezas fabricadas en PVC.

11.8. Solenoides

La función de los solenoides es transformar las señales eléctricas emitidas por el programador en apertura o cierre de los sectores.

Se instalarán solenoides Latch con configuración de dos hilos, conectados sobre las válvulas de tres vías.

La características de este tipo de solenoides son las siguientes:

- Rango de presión de trabajo de 0 a 12 bar.
- Máxima temp. ambiente 60 °C.
- Máxima temp. del agua 60 °C.
- Cuerpo de Nylon reforzado.
- Voltaje de 12 a 20 v.

11.9. Microtubos de comando

Son unos pequeños tubos de polietileno de 8 mm, que conectan las válvulas hidráulicas con los solenoides, cerrando y abriendo los distintos sectores.

Cuando los solenoides les mandan la señal, circula por su interior agua del sistema, que se evacua al exterior de la caseta por un orificio en el lateral de la caseta.

11.10. Piezas especiales

Se denominan piezas especiales, a aquellas piezas que establecen la continuidad y derivación del sistema.

Este tipo de piezas son las siguientes:

- Cuello de cisne.
- Collarines de toma desde las tuberías secundarias.
- Piezas de PVC para la unión de las válvulas.
- Manguitos de reducción.
- Distintas piezas de PVC, para permitir la unión de las tuberías con las cañas.

11.11. Programador de riego

Con la ayuda del programador, podemos programar toda una semana de riego, programando distintos días de la semana, y distintos tiempos de riego en cada sector.

Las ventajas que nos ofrecen son las siguientes:

- Programación mediante teléfono sin necesidad de ir hasta la finca.
- Intuitiva y rápida programación.
- Fácil montaje.
- 3 programas con 4 horas de inicio cada uno y hasta 4 horas de tiempo de riego.
- Memoria de programación.
- Posibilidad de 3 modos de alimentación.

12. Diseño y construcción de la balsa de regulación de agua

El objeto de encargo es disponer de la documentación técnica que define y valore la construcción de una balsa de regulación de 1613 m³ y 4.5 m de altura de dique, impermeabilizada con lámina plástica y ejecutada mediante obras de tierra igualando desmonte con terraplén.

12.1. Normativa de referencia

Para la redacción del proyecto se tienen en cuenta las siguientes normativas:

- *Decreto 205/2018 de 21 de noviembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Reglamento regulador de la clasificación y registro de seguridad de presas, embalses y balsas competencia de la Comunidad Autónoma de Aragón.*

Este reglamento es de aplicación al proyecto debido a que la balsa que se va a llevar a cabo se encuentra fuera del dominio público hidráulico y, por lo tanto, es competencia de la Comunidad Autónoma de Aragón.

En el procedimiento de clasificación establecido en el Artículo 6 del Reglamento, se debe de solicitar un permiso al Instituto Aragonés del Agua para su clasificación y registro si esta tiene una altura superior a 5 m o la capacidad del embalse es mayor de 100.000 m³, por lo que en nuestro caso estamos exentos, ya que la balsa de regulación no cumple ninguno de los dos requisitos nombrados anteriormente.

- *Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses.*
- *Instrucción para el Proyecto, Construcción y Explotación de Grandes Presas.*

Las dos normas nombradas anteriormente, no son de aplicación debido al pequeño alcance de la obra a realizar.

12.2. Necesidades de riego

Las necesidades de riego en los cultivos más exigentes en cuanto a agua, que en el caso en estudio son el maíz y la alfalfa, se encuentra recogidas en el anejo N. 4.

12.3. Diseño de la balsa

Topografía para el proyecto de la balsa

Para poder hacer un diseño previo de la balsa se lleva a cabo un levantamiento topográfico de la parcela, y se toman distintos puntos de la ubicación de la balsa, mediante el método de radiación. Para la toma de puntos se utiliza una Estación Total Electrónica Topcon GTS-212.

Se almacenan los puntos en una nube, y se procede a la lectura de los puntos topográficos, marcando también la acequia por la que llegara el agua, para poder calcular las diferencias de cota entre ambas.

Para llevar a cabo el levantamiento se decide trabajar en cotas relativas, ya que por su mayor simplicidad favorecen la definición de la obra tanto en fase de proyecto como durante la ejecución de esta.

El tratamiento de los puntos topográficos se ha realizado con el programa TCP-MDT que funciona en el entorno de Autocad.

Inicialmente se han editado los puntos con el objetivo de obtener un modelo digital del terreno (MDT) y poder buscar las intersecciones con la geometría para dimensionar el vaso. Para la obtención de dicho MDT ha sido necesaria la definición de las líneas de rotura que determinan los quiebros bruscos de terreno.

A continuación, se procede a crear la triangulación entre puntos topográficos de levantamiento y líneas de rotura, cuyo resultado de la triangulación constituye el modelo digital del terreno.

Los lados acotados de los triángulos generados por TCP-MDT permiten al programa crear las curvas de nivel en cotas relativas.

Diseño geométrico de la balsa. Volúmenes de movimiento de tierras

Se adjunta una hoja de cálculo complementaria en el que se calcula el predimensionamiento geométrico de balsas de planta rectangular como la que es nuestro caso en estudio. A través de la hoja de cálculo se busca una capacidad equivalente a unos 1000 m³, utilizando una planta rectangular de relación entre los lados de 1.5, con altura de obra limitada a 4.5 m y taludes 2H:1V.

La planta obtenida es de 21 m de largura por 9 m de ancha, siguiendo las aristas de la coronación de los espaldones aguas adentro.

El ancho de la coronación de la balsa se fija en 3 m, por lo que la planta completa de la balsa quedaría con las siguientes medidas, 27 m de larga por 15 m de ancha.

Los taludes se fijan con una pendiente 2H:1V en todos sus espaldones.

Para llevar a cabo la fijación de la cota de la balsa, buscamos compensar el volumen de desmonte con el de terraplén, por lo que para conseguir dicha compensación la balsa tiene una cota relativa de 4.5 m. De esta forma se queda definida con tres polilíneas equidistantes y horizontales de cota conocida.

Para poder resolverlo se utiliza el programa TCP-MDT en dos fases que se explican a continuación:

En la fase primera, buscamos el corte de los taludes exteriores de desmonte y/o terraplén con las curvas de nivel del terreno natural. Como se ha nombrado anteriormente los taludes tienen una pendiente 2H:1V de transición entre el plano horizontal del rectángulo exterior de la coronación y el terreno. Para poder llegar a obtener el corte de las dos polilíneas de coronación asignaremos en las propiedades de AutoCAD la misma cota.

Para poder determinar el movimiento de tierras se utiliza el programa MDT en su comando superficies, para ello, le definimos la pendiente de los taludes y la cota de explanada a obtener.

En la segunda fase, determinamos el corte de los taludes interiores con el terreno, para ello, se utiliza el programa MDT en su comando puntos-convertir-

vértices de polilínea, permite asignar a los vértices del rectángulo interior de coronación y el rectángulo de fondo un punto topográfico a la cota de dicho elemento. Los puntos insertados sirven de base para crear líneas de rotura que los unen en horizontal y también siguiendo las aristas inclinadas de las 4 esquinas.

Acabadas las dos fases anteriores, el programa genera un modelo digital del terreno a través de las órdenes triangular y curvar.

Con la ayuda del programa TCP-MDT, nos permite obtener el volumen de movimiento de tierras, comparando, por mallas, el terreno natural original con el modelo modificado por la ejecución de obra, obteniendo los siguientes resultados:

- Volumen de desmonte: 2.023 m³.
- Volumen de terraplén: 1.848 m³.

Geología y geotecnia del emplazamiento

En cuanto a la geología de la zona, nos encontramos en la Cuenca del Ebro, una cuenca sedimentaria que se formó durante el cenozoico, a través de la aproximación de las placas Euroasiática y Africana. Al acabar el Eoceno, la Cuenca del Ebro dejó de tener conexión con el Océano Atlántico, por lo que, al quedar sin salida al mar, la cuenca fue ocupada por sistemas aluviales que dejaron distintos materiales como gravas, arenas y arcillas.

En nuestra zona en concreto se encuentran capas sedimentarias de calizas y margas, con zonas concretas de yeso, procedentes de las oscilaciones de los sistemas fluviales.

La geomorfología de la zona se caracteriza por unos suelos y una flora típica de estepas áridas.

Sección tipo. Materiales y estabilidad

Los frentes N., E, y O. de la balsa están resueltos mediante diques de contención de sección trapezoidal, en terraplén y de composición homogénea obtenida del propio suelo de la parcela, sin tener que recurrir a aportaciones externas de tierra para su construcción. Estos diques son clasificados como diques de materiales sueltos de tierra, compactados y todos unidos entre si de una misma

tirada. Sin embargo, en el lado sur, los taludes se excavan contra el terreno siendo mucha menor la altura que se levantara con la excavación.

Los diques de tierra descansaran directamente sobre el terreno de la parcela, el cual se ha retirado unos 25 cm de tierra vegetal. En esta balsa no se plantea cimentación ya que está en su totalidad impermeabilizada con una lámina plástica.

El tipo de suelo que nos encontramos en la parcela a simple vista para la construcción de los diques es un suelo de grano medio grueso, el cual si lo pasamos por un tamiz de 200 tendría retención la mitad del material.

Si clasificamos este tipo de suelo según la Clasificación Unificada de Casagrande, nos encontraríamos con unas gravas mezcladas con limos en una cantidad considerable. Este tipo de materiales tienen una capacidad de drenaje excelente, por lo que nos favorecerá en un futuro.

Las características físicas de este material que condicionan la estabilidad mecánica de los taludes son las siguientes:

- Densidad de la tierra húmeda = 2000 kg/m^3
- Densidad de la tierra saturada = 2050 Kg/m^3
- Ángulo de rozamiento interno = 20°
- Cohesión seca = 0.18 Kg/cm^2
- Cohesión húmeda = 0.09 kg/cm^2

Como se ha nombrado anteriormente, los taludes se fijan con una pendiente 2H:1V, ya que resultan conservadores para la estabilidad y a la vez son prácticos para su ejecución.

En el anejo número 7, se adjunta una hoja Excel, donde se justifica la estabilidad de los taludes mediante el método de los número de Taylor, usando como dato de partida la altura de coronación del dique, que es de 4.5 m, y la pendiente de los taludes, 2H:1V, tanto aguas arriba, como aguas abajo; obteniendo como resultado un ángulo de 26.57° . De igual manera para su cálculo interfieren las características físicas del suelo nombradas con anterioridad y los coeficientes de seguridad, 1.5 para la cohesión y 2 ara el ángulo de rozamiento interno.

Para la verificación de estabilidad del talud aguas abajo, se considera una cohesión seca minorada de 1200 kg/cm^2 y un ángulo de rozamiento interno minorado de 10° . Con ambas entradas obtenemos un número de Taylor de 0.15.

En nuestro caso es admisible ya que se lee un valor admisible de 66° , y en nuestro caso obtenemos un valor de 26.57° .

En cuanto a la verificación de la estabilidad para el talud aguas arriba, se considera una cohesión del terreno húmeda minorada de 600 kg/cm^2 y un ángulo de rozamiento interno minorado de 10° . Con estas entradas obtenemos un valor de Taylor de 0.065. Cumpliendo la verificación ya que obtenemos un ángulo de 26.57° , menor del admisible con el ábaco que en este caso es de 30° .

Aporte hídrico

El llenado de la balsa se realizará a través de la acequia de la Comunidad de Regantes de Tardienta, la cual da suministro a la zona denominada "Viñetas", el llenado será mediante gravedad.

Impermeabilización del vaso

Para la impermeabilización de la balsa se utiliza una lámina de polietileno HD de 1.5 mm de espesor, colocada con los solapes adecuados entre piezas. La unión entre piezas se llevará a cabo con doble cordón mediante soldadura por termofusión.

Para el anclaje de la lámina impermeabilizante se ejecutará una zanja perimetral en coronación con unas dimensiones de $0.40 \times 0.50 \text{ m}$, donde se introducirá la lámina y se volverá a tapar con tierra.

Previa a la colocación de la lámina impermeabilizante, se colocará una lámina geotextil de polipropileno compuesta por filamentos TS 50 F5 200 g/m^2 . Para su colocación se ejecutará mediante solape y soldado entre piezas mediante aire caliente.

Coronación

Para poder calcular el ancho de coronación perimetral de la balsa, se utiliza la siguiente fórmula:

$$C = 3 + 1.5\sqrt{H - 15}$$

Donde:

C es la altura de coronación en metros.

H es la altura máxima de agua en el embalse.

En nuestro caso como la altura es inferior a 15, la anchura de coronación que se fija para dicha balsa será de 3 metros.

Resguardo

Para calcular el resguardo de la balsa, se fija el siguiente criterio: resguardo entre el nivel máximo normal de la balsa y la coronación será superior a 1.5 veces la altura de la ola originada por el viento.

Para calcular la altura de la ola se utiliza:

$$A = 0.6 \times L^{0.25}$$

Donde:

L es la longitud máxima de la balsa expresa en kilómetros.

$$A = 0.6 \times 0.02504^{0.25} = 0.23 \text{ m}$$

Por lo tanto, el resguardo mínimo será de:

$$R > 1.5 * 23 \text{ cm} = 34.5 \text{ cm}$$

Toma y desagüe de fondo

La toma se realiza mediante flotación, con esto evitamos que cuando aspire el motor recoja la suciedad que está depositada en el fondo de la balsa, evitando así la obturación de los filtros o de los propios aspersores.

En cuanto al desagüe de fondo, en esta ocasión no se instala debido a que si es necesario su vaciado por completo se realizara mediante bombeo.

Vallado perimetral

Una vez excavada la balsa, es necesario colocar un vallado perimetral en la parte superior de la misma, para evitar la entrada de cualquier persona u animal, evitando así peligros por ahogamiento o atrapamiento dentro de esta.

El vallado será colocado antes de impermeabilizar la balsa, evitando así el riesgo de entrada a la misma.

La valla seguirá el trazado superior de coronación de la balsa, utilizando una malla de torsión galvanizada en caliente de trama 50/16, de paso 50 mm y diámetro del alambre 2.7 mm. Se colocarán postes de tubo de acero galvanizado de 2 metros de altura y 40 mm de diámetro, colocados dentro de un pequeño agujero de 30X30X30, y hormigonados con MH-20.

Para poder acceder al interior del vallado se colocará una pequeña puerta de 1.5 m con candado, fabricada con malla electrosoldada galvanizada 100x50x4 y con una estructura de tubo galvanizado, pilares de perfil galvanizado y pletinas porta-malla.

12.4. Caseta de riego

Para poder alojar el motor y otros pequeños elementos de la instalación se levanta una caseta con unas dimensiones de 4 x 4 m, construida sobre una solera de hormigón MH-20 de 25 cm de espesor.

Las paredes de la caseta serán de chapa, con grandes ventanas de reja para evitar calentamientos del motor en verano y así favorecer el refrigerado. El techo estará compuesto por una chapa sándwich de 5 cm, la cual nos servirá de aislante.

En el interior de la caseta se instala una bomba que dará presión a toda la instalación, las características de esta bomba son las siguientes: motor diésel de cuatro cilindros, con toma de 4'' y un caudal de 27 l/s. La presión generada por dicha bomba es de 4.5 Kg/cm².

13. Normas de seguridad y salud durante el desarrollo de las obras

En el Anejo N. 9 encontramos el Estudio Básico de Seguridad y Salud en la obra, siguiendo el RD 1627/1997 del 24 de octubre.

14. Tratamiento ambiental del proyecto

Para llevar a cabo la evaluación del impacto ambiental en este proyecto se sigue la Ley 11/2014 de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón.

Para ello se seguirá dicha Ley, por si fuera necesario expedir la evaluación, autorización o licencia ambiental.

En dicha Ley, el proyecto en estudio estaría exento de una evaluación de impacto ambiental ya que, en el Anexo I, no estaría contemplado al ser una superficie menor a 10 ha; al igual que ocurriría con el Anexo II, en el cual estaría exento ya que la superficie a concentrar es menor a 100 ha y la superficie a transformar es menor de 10 ha.

El proyecto en estudio de igual manera también está exento de una autorización ambiental integrada, ya que este, no está incluido en el Anexo IV, donde no contempla las modernizaciones de regadío, haciendo referencia sobre todo a al sector industrial y explotaciones.

Para este proyecto, no es necesario una licencia ambiental de actividad, ya que no se encuentra dentro del conjunto de actividades sometidas a dicha licencia.

15. Estudio de viabilidad económica

En el anejo N. 10 se redacta un estudio de viabilidad económica del proyecto detallado, en el que se analiza la inversión de capital, calculando el VAN (Valor Actualizado Neto), TIR (Tasa Interna de Rentabilidad) y el Pay Back.

Se considera una vida útil de la instalación de 25 años, durante la cual se define la corriente de pagos y cobros.

15.1. Datos considerados para el estudio económico

➤ Rendimientos actuales

Para calcular el flujo destruido se tienen en cuenta los rendimientos actuales, para ello se lleva a cabo un año cebada, al siguiente trigo y al otro guisantes.

- Cebada: 7.5 Tn/ha de grano y 2.8 Tn/ha paja.
- Trigo: 6.5 Tn/ha de grano y 2.8 Tn/ha paja.
- Guisante: 1.5 Tn/ha de grano.

➤ PAC

El municipio de Tardienta, pertenece a la Comarca de Los Monegros, por lo que las ayudas recibidas son las siguientes:

- Cereales: 245.70 €/ha.
- Maíz: 472.50 €/ha.
- Proteaginosas: 333.78 €/ha.

➤ Precios de los rendimientos obtenidos de los cultivos

Según la cotización de la lonja de la semana 41 del año 2023 los precios son los siguientes:

- Cebada: 232 €/Tn.
- Trigo blando: 245 €/Tn.
- Maíz: 241 €/Tn.
- Guisante pienso: 290 €/Tn.
- Alfalfa: 195 €/Tn.
- Girasol: 430 €/Tn.
- Paja: 60 €/Tn.

15.2. Costes de producción

Los costes de producción se separan dependiendo del cultivo al que pertenecen:

- Cebada: 719.8 €/ha.
- Trigo: 717 €/ha.
- Guisantes: 812 €/ha.
- Girasol: 832 €/ha.
- Alfalfa: 379.8 €/ha. el primer año y 1899 €/ha. el resto de los años.
- Maíz: 1398 €/ha.

15.3. Ingresos anuales

Los ingresos anuales proceden de la venta de las producciones y de las subvención de la PAC, por el que el total de los ingresos de cada cultivo se muestra a continuación:

- Cebada: 2084.1 €/ha
- Trigo: 2006.2 €/ha
- Guisante: 1058.78 €/ha
- Maíz: 3846.5 €/ha
- Girasol: 1107.78 €/ha
- Alfalfa: 3843.78 €/ha

15.4. Flujo destruido

En la actualidad en la parcela se lleva en tres años una rotación de cebada, trigo y guisante, por lo que se calcula el flujo destruido para los tres cultivos nombrados anteriormente:

- Cebada: 7640.08 €
- Trigo: 7219.52 €
- Guisante: 1384.96 €

15.5. Coste del agua de riego

El coste de agua en la Comunidad de Riegos perteneciente es muy bajo, en concreto es de 0.05 €/m³, y un coste total del canon de la parcela de 140 €.

Los consumos anuales dependen del tipo de cultivo:

- Cebada: 4500 m³/ha
- Trigo: 5335 m³/ha
- Guisante: 4340 m³/ha
- Maíz: 10624 m³/ha
- Girasol: 7912 m³/ha
- Alfalfa: 12804 m³/ha

15.6. Cálculo de costes e ingresos

Con la rotación elegida, se calculan los ingresos totales para la duración de esta que son 10 años. En la tabla N.16, se recoge los ingresos totales.

Año	Cultivos	Costes de producción (€)	Coste del agua de riego (€)	Ingresos totales (€)
1	Cebada	4030.88	225	11670.96
	Maíz	7828.8	531.2	21540.4
2	Maíz	7828.8	531.2	21540.4
3	Trigo	4015.2	266.75	11234.72
4	Alfalfa	2126.88	640.2	21525.16
5	Alfalfa	2126.88	640.2	21525.16
6	Alfalfa	2126.88	640.2	21525.16
7	Alfalfa	2126.88	640.2	21525.16
8	Alfalfa	2126.88	640.2	21525.16
9	Trigo	4015.2	266.75	11234.72
	Maíz	7828.8	531.2	21540.4
10	Maíz	7828.8	531.2	21540.4

Tabla 16. Cálculo de costes e ingresos para la rotación elegida.

15.7. Estudio de rentabilidad de la inversión

Con la inversión a realizar, debemos de saber si dicha inversión es o no rentable, por lo que se estudia a través del V.A.N. el T.I.R. y el Pay Back.

- Obtenemos un valor del VAN DE 1754.29, por lo que como dicho valor del VAN es mayor que cero, el proyecto es viable, por lo que la inversión es rentable.
- El T.I.R. obtenido es de 6.82%, superior al tipo de interés, por lo que la inversión a realizar es rentable.
- Pay Back es el número de años que se necesitan para recuperar la inversión, en el proyecto en estudio recuperamos la inversión el año 24.

Con el estudio llevado a cabo y analizando los tres índices nombrados anteriormente, se llega a la conclusión de que el proyecto en estudio es rentable.

16. Estudio de seguridad y salud de la obra

Durante el desarrollo de la obra se sigue un estudio de seguridad y salud que corresponde al R.D. 1627/1997 de 24 de octubre. Dicho estudio de seguridad y salud lo encontramos en el Anejo N. 8, que el contratista deberá aplicar para definir el Plan de Seguridad y Salud, que se regirá durante todo el periodo de la obra.

17. Gestión de los residuos de la construcción

En el Anejo N.9, se describe con más detalle la gestión de los residuos generados en la construcción de dicho proyecto.

18. Resumen general del presupuesto

Proyecto: PROYECTO DE MODERNIZACIÓN A RIEGO POR ASPERSIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BALSA.

Capítulo	Importe
Capítulo 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS	19.002,09
Capítulo 2 TUBERIAS	12.615,68
Capítulo 3 ELEMENTOS SINGULARES DE LA RED DE RIEGO	7.463,87
Capítulo 4 ASPERSORES Y ACCESORIOS	10.632,51
Capítulo 5 EDIFICIO DE CONTROL DE MANDOS	15.833,18
Capítulo 6 IMPERMEABILIZACION DE LA BALSA	4.462,61
Capítulo 7 SEGURIDAD Y SALUD	604,17
Capítulo 8 GESTION DE RESIDUOS	1.982,52
Presupuesto de ejecución material	72.596,63
13% de gastos generales	9.437,56
6% de beneficio industrial	4.355,80
Suma	86.389,99
21% IVA	18.141,90
Presupuesto de ejecución por contrata	104.531,89

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CIENTO CUATRO MIL QUINIENTOS TREINTA Y UN EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

Tardienta 25/10/2023

Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

José Ángel Abadía Causape

19. Bibliografía

Bellver, R. y Guardiola, JL (1989). Parámetros climáticos I. Cálculo de la ETP y de algunos índices climáticos. *Estudios Geográficos*, 50 (195), 297.

Clasificaciones agroclimáticas. Ensayos: *Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, (13), 339-348.

Molina, J. J. C. La aridez en la península Ibérica. Algunos índices bioclimáticos.

Ontiveros, A. L. (1979). La clasificación agroclimática de España según el sistema de Papadakis. *Estudios Geográficos*, 40(155), 213.

Ramírez, A. A., López, R. G., García, J. I. T., & Ruiz, F. J. V. (1998). Tratamiento informático de los datos meteorológicos para aplicaciones agrícolas (y III):

El Ingeniero autor de proyecto, José Ángel Abadía.

Fdo: José Ángel Abadía Causape

Graduado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo N. 1 Estudio climatológico

Anejo N. 2 Estudio edafológico

Anejo N. 3 Calidad del agua de riego

Anejo N. 4 Calculo de las necesidades de agua de riego

Anejo N. 5 Diseño hidráulico

Anejo N. 6 Elementos singulares de la instalación de riego

Anejo N. 7 Predimensionamiento de la balsa

Anejo N. 8 Estudio de seguridad y salud

Anejo N. 9 Gestión de los residuos de la construcción

Anejo N. 10 Estudio de viabilidad económica

ANEJO N. 1

ESTUDIO CLIMATOLÓGICO

Índice

1.	Introducción.....	3
2.	Temperatura.....	3
3.	Régimen libre de heladas.....	4
4.	Precipitaciones.....	5
5.	Humedad relativa.....	6
6.	Viento	6
7.	Índices climáticos	7
7.1.	Índice de Lang	7
7.2.	Índice de Martonne	8
7.3.	Índice de Dantin Cereceda y Revenga.....	8
8.	Clasificación climática de Papadakis	9
9.	Clasificación bioclimática de la UNESCO-FAO	10

1. Introducción

Para llevar a cabo el estudio climatológico, utilizamos los datos proporcionados por la estación meteorológica perteneciente a la CHE, que se encuentra en el término municipal de Tardienta (Huesca).

Para la realización del estudio se toman los datos de los últimos 7 años, el cual comprende de los años 2016 al 2022.

2. Temperatura

La temperatura media anual es de 14.98 °C, por lo que nos encontramos ante un clima templado, siendo los meses más cálidos julio y agosto con una temperatura media de 37.78 °C y 38.72 °C respectivamente.

En cuanto a los meses más fríos del año son diciembre y enero, los cuales tiene una media de las mínimas de -2.71 °C y -5.01 °C respectivamente.

Por lo tanto, nos encontramos ante un clima Mediterráneo continental, con una temperatura media anual de 15 °C, con veranos cálidos y cortos e inviernos largos y fríos.

A continuación, en la tabla 1, se muestran las temperaturas máximas, mínimas y medias del periodo de años comprendidos entre 2016 y 2022, ambos incluidos.

AÑO	MAX.	MIN.	MED.
2016	38	-3.05	13.78
2017	39	-7.05	15
2018	40	-3	14.94
2019	40	-6	15.07
2020	38	-4	15.08
2021	42	-11	14.56
2022	36.5	-2.5	16.45

Tabla 1. Temperaturas máximas, mínimas y medias de 2016 al 2022.

A continuación, en la ilustración 1, se muestra la gráfica de las temperaturas máximas, mínimas y medias de los últimos 7 años (2016-2022)

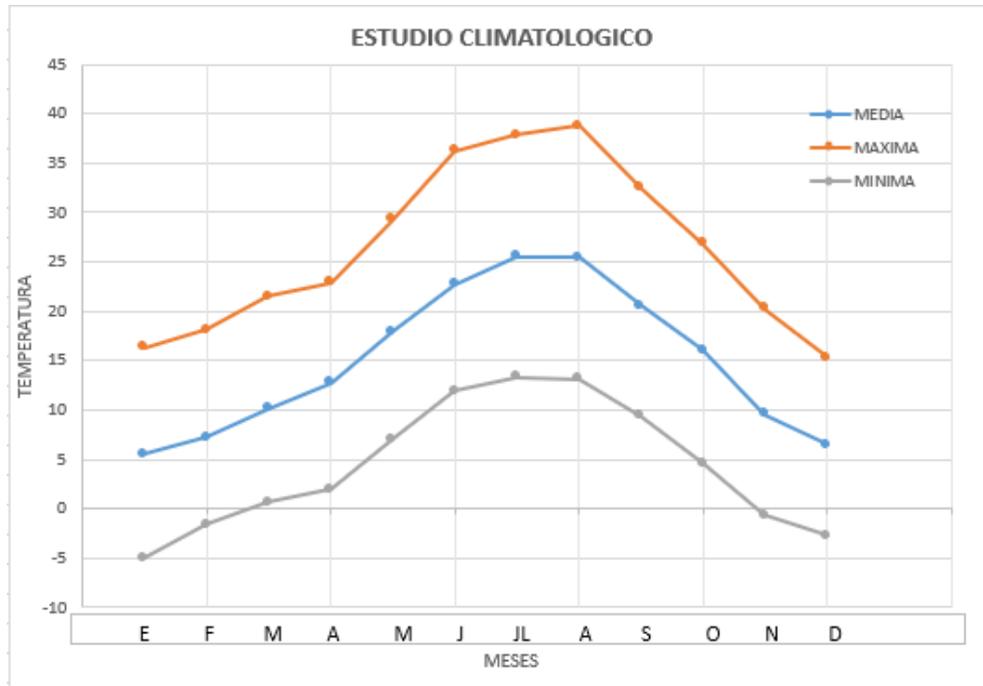


Ilustración 1. Temperaturas media, máxima y mínima de Tardienta de los últimos 7 años.

3. Régimen libre de heladas

El periodo libre de heladas se calcula utilizando las estimaciones de Emberger, dividiendo el año en cuatro periodos, cada uno de ellos con diferente riesgo de heladas, en la tabla 2 se muestran las temperaturas medias de las mínimas del periodo de años del 2016 al 2022.

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	DIC
-5.01	-1.6	0.6	2	7	11.9	13.2	13.08	9.4	4.61	-0.64	-2.71

Tabla 2. Temperatura media de las mínimas del periodo de los últimos 7 años.

Los cuatro periodos en los cuales divide un año son los siguientes:

- Periodo de heladas seguras, cuando la temperatura es inferior a 0 °C.
- Periodo de heladas muy probable, cuando la temperatura se encuentra entre el rango de 0 a 3 °C.

- Periodo de heladas probables, cuando la temperatura se encuentra entre el rango de 3 a 7 °C.
- Periodo libre de heladas, cuando la temperatura supera los 7 °C.

Como se puede ver en la tabla 4, se muestran los meses donde son probables o libres de heladas según la estimación que hace Emberger.

Periodo de heladas	Meses
Segura	Enero, Febrero, Noviembre y Diciembre
Muy probable	Marzo y Abril
Probable	Mayo y Octubre
Libre de heladas	Junio, Julio, Agosto y Septiembre

Tabla 3. Periodo de heladas según Emberger

En este estudio en concreto el régimen de heladas no afectara de forma directa en la explotación, ya que esta está pensada para llevar a cabo cultivos extensivos, donde las heladas no afectan de manera directa a los rendimientos del cultivo.

4. Precipitaciones

El proyecto se lleva a cabo en Tardienta, municipio perteneciente a la comarca de Los Monegros, donde destacan unas precipitaciones escasas.

La media de precipitaciones anual es de 471.114 l/m², donde nos encontramos con los meses de verano que es donde se registran las precipitaciones más bajas; en estos meses son características las tormentas, donde se registran grandes cantidades de agua para el corto intervalo de tiempo que duran.

Como se puede observar en la tabla 3, donde se adjuntan las medias de las precipitaciones mensuales de los últimos 7 años, los meses de primavera, son los meses en los que las precipitaciones son más elevadas; estos meses serán los cruciales para un correcto desarrollo del cultivo, sobre todo si dependemos de el cómo es en el caso de los secanos.

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	DIC
40.17	31.51	49.67	59.45	51.88	44.68	15.28	26.64	26.92	38.31	51.51	35.04

Tabla 4. Media de las precipitaciones de los últimos 7 años.

5. Humedad relativa

Para recoger los datos de humedad relativa, se utilizan los dos últimos años, debido a la imposibilidad y dificultad de optar a los valores de años anteriores. En la tabla 5, se muestran el promedio mensual de la humedad relativa de los dos últimos años, medida a 1.5 m sobre el nivel del suelo.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	DIC
2021	84.3	83.8	67.3	68.1	60.5	31.5	55.9	56.3	70	72.9	75	90.5
2022	80.4	72.3	78.3	69.8	59.7	52.3	53.8	53.7	62.6	76.1	83.2	92.6

Tabla 5. Promedio mensual de la humedad relativa de los 2 últimos años.

6. Viento

Los vientos predominantes en la localidad son el cierzo y el bochorno, el cierzo se predomina al viento de componente noroeste, con las características de ser un viento frío y seco; en cuanto al bochorno es el viento de componente sureste, el cual se caracteriza por ser un viento cálido y seco, el cual se puede dar con mayor frecuencia en los meses con temperaturas altas.

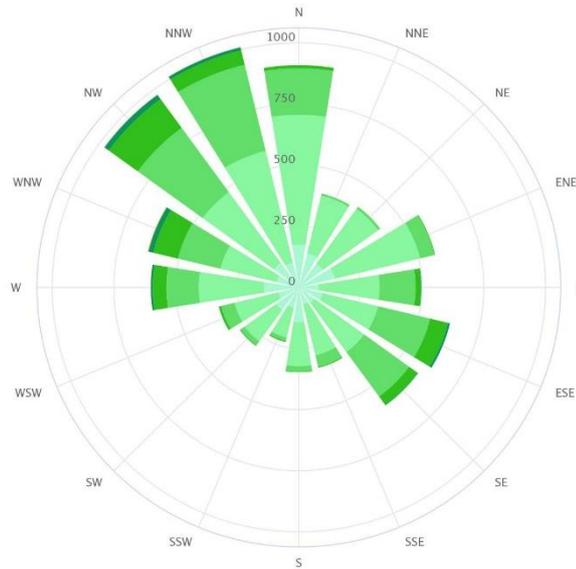


Ilustración 2. Roseta de vientos de Tardienta.

7. Índices climáticos

7.1. Índice de Lang

Se calcula a través de la siguiente fórmula:

Índice de Lang = Precipitación media anual (mm) / temperatura media anual (°C)

$$\text{Índice de Lang} = 471.114 \text{ mm} / 14.98 \text{ °C} = 31.44$$

Con el resultado obtenido, y observando la tabla 6, nos encontramos en el rango entre 20 y 40; por lo que estamos en una zona árida.

Índice de Lang (I_L)	Zonas climáticas
$0 \leq I_L < 20$	Desiertos
$20 \leq I_L < 40$	Zonas áridas
$40 \leq I_L < 60$	Zona húmeda de estepa y sabana
$60 \leq I_L < 100$	Zona húmeda de bosques
$100 \leq I_L < 160$	Zona húmeda de bosques densos
$I_L \geq 160$	Zona hiperhúmeda de prados y tundras

Tabla 6. Zonas climáticas de Lang.

7.2. Índice de Martonne

Lo obtenemos mediante la siguiente fórmula:

Índice de Martonne = Precipitación media anual (mm) / (Temperatura media anual (°C) + 10)

$$\text{Índice de Martonne} = 471.114 \text{ mm} / (14.98 \text{ °C} + 10) = 18.85$$

Con este resultado obtenido, y según los índices de Martonne que aparecen en la tabla 7, nos encontramos en una zona de estepas y países secos mediterráneos.

Índice de Martonne (I_M)	Zonas climáticas
$0 \leq I_M < 5$	Desiertos
$5 \leq I_M < 10$	Semidesiertos
$10 \leq I_M < 20$	Estepas y países secos mediterráneos
$20 \leq I_M < 30$	Regiones del olivo y de cereales
$30 \leq I_M < 40$	Regiones subhúmedas de prados y bosques
$I_M \geq 40$	Zonas húmedas a muy húmedas

Tabla 7. Zonas climáticas de Martonne.

7.3. Índice de Dantin Cereceda y Revenga

Ya que nos encontramos en una zona árida, con este índice se pretende destacar la importancia de esta según los índices establecidos por Dantin y Revenga.

Para ello utilizamos la siguiente fórmula:

Índice Dantin-Revenga = (100 * Temperatura media anual (°C)) / Precipitación media anual (mm)

$$\text{Índice de Dantin-Revenga} = (100 * 14.98 \text{ °C}) / 471.114 \text{ mm} = 3.17$$

Comparando el resultado con la tabla 8, podríamos catalogar a la zona como semiárida.

Índice de Dantin-Revenga	Zonas climáticas
$I_{DR} > 4$	Zona árida
$4 \geq I_{DR} > 2$	Zona semiárida
$I_{DR} \leq 2$	Zonas húmedas y subhúmedas

Tabla 8. Zonas climáticas de Dantin-Revenga

8. Clasificación climática de Papadakis

La clasificación de Papadakis, consiste en relacionar los climas con la ecología

de los cultivos, para ello utiliza el tipo de verano y el tipo de invierno con lo que

conoce el régimen térmico. En función de las precipitaciones y el balance de agua en el suelo calcula el régimen hídrico; y por último, en función del régimen térmico y el régimen hídrico obtendremos el tipo de clima de cada zona.

➤ Tipo de verano:

Temperaturas medias de las máximas de los 6 meses más cálidos:

33.54 °C

Temperatura media de las máximas del mes más cálido: 38.72 °C

Temperatura media de las mínimas del mes más cálido: 13.08 °C

Según la clasificación del tipo de verano según Papadakis, en nuestro caso de estudio estaríamos ante un verano de tipo Maize (M), en el cual el periodo libre de heladas es mayor a 4.5 meses y la temperatura media de las máximas de los 6 meses más cálidos es superior a 21 °C.

➤ Tipo de invierno:

Temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío: -5.01 °C

Temperatura media de las mínimas del mes más frío: $-4.5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Temperatura media de las máximas del mes más frío: $16.28\text{ }^{\circ}\text{C}$

Con los anteriores datos obtenidos de nuestra zona el tipo de invierno es Avena cálida (Av)

- Régimen térmico: En función del tipo de verano y del tipo de invierno, obtenemos el régimen térmico; en nuestro caso de estudio pertenece a un régimen templado cálido (TE).
- El régimen hídrico, pertenece a un mediterráneo seco, partiendo de los datos del régimen de humedad.

9. Clasificación bioclimática de la UNESCO-FAO

La UNESCO-FAO caracteriza el clima en función de dos factores climáticos que son la temperatura y la aridez.

Cuando caracteriza la temperatura toman los valores de la temperatura media del mes más frío, estableciéndose así tres grupos.

- Grupo 1: Se engloban en este grupo cuando la temperatura media del mes más frío es superior a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, y se denominan climas templados, templado-cálidos y cálidos.
- Grupo 2: La temperatura media de algunos meses es inferior a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, y se denominan climas templados-fríos y fríos.
- Grupo 3: La temperatura media de todos los meses del año es inferior a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, denominándose así climas glaciares.

En nuestro caso de estudio, la temperatura media del mes más frío es $5.57\text{ }^{\circ}\text{C}$, perteneciendo dicha temperaturas al mes de enero; por lo que nos encontraríamos en el grupo 1, ya que la media del mes más frío que es enero, es superior a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Para catalogar el tipo de invierno de cada zona la UNESCO-FAO, utiliza la siguiente tabla, en función de la temperatura media de las mínimas del mes más frío.

Temperatura media de las mínimas del mes más frío (T_{MM})	Tipo de invierno
$T_{MM} \geq 11$	Sin invierno
$11 > T_{MM} \geq 7$	Con invierno cálido
$7 > T_{MM} \geq 3$	Con invierno suave
$3 > T_{MM} \geq -1$	Con invierno moderado
$-1 > T_{MM} \geq -5$	Con invierno frío
$T_{MM} < -5$	Con invierno muy frío

Tabla 9. Tipo de invierno según UNESCO-FAO

La temperatura media de las mínimas de los últimos 7 años del mes de enero es de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, por lo que podríamos catalogar a los inviernos como fríos.

Para caracterizar la aridez, cobra gran importancia las precipitaciones totales recogidas durante el mes, ya que, si estas son inferiores al doble de la temperatura media, se contempla como un mes seco.

Para poder verlo de una forma más gráfica, utilizamos el diagrama ombrotérmico de Gaussen, el cual en él se representa en el eje x los doce meses del año, y en el eje y tenemos un doble eje, por un lado, tenemos las precipitaciones medias de cada mes, y por otro, la temperatura media.

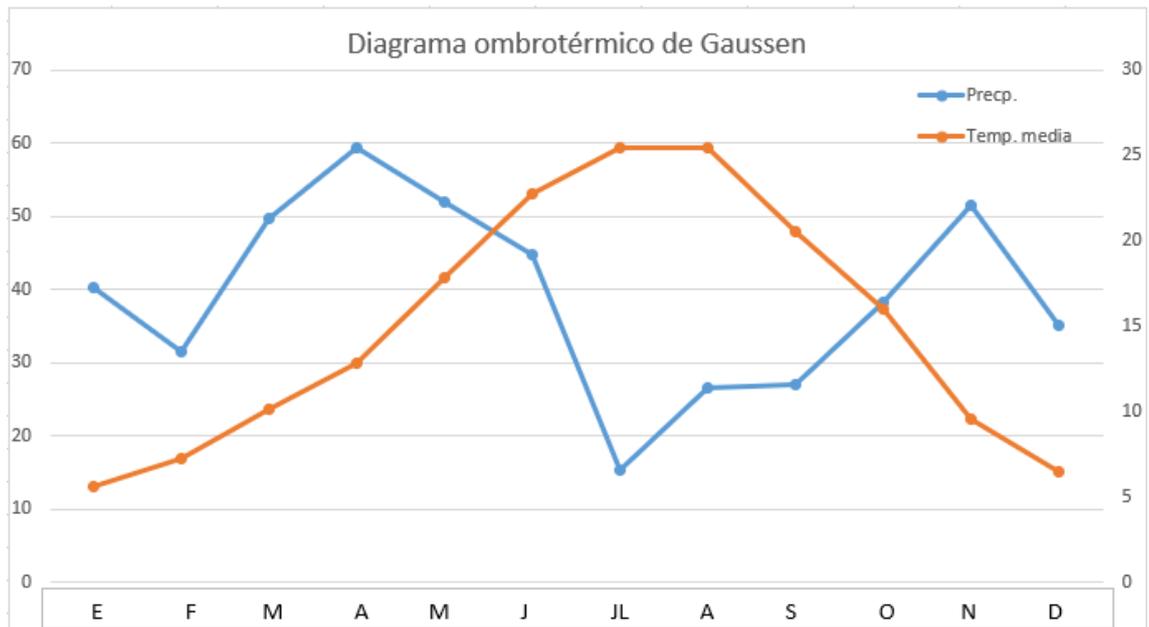


Ilustración 3. Diagrama ombrotérmico de Gausson

Como se puede observar en la Ilustración 3, tenemos un periodo donde la temperatura supera a las precipitaciones, por lo que el clima se define como monoxérico, teniendo un único periodo en el año seco, con una duración aproximada de 4 meses.

ANEJO N. 2

ESTUDIO EDAFOLÓGICO

Índice

1.	Introducción.....	3
2.	Toma de muestras.....	3
3.	Resultados de los análisis	4
3.1.	Textura.....	4
3.2.	Capacidad de retención de agua disponible.....	5
3.3.	Granulometría.....	6
3.4.	Fertilización y enmienda orgánica.....	7
3.5.	Índice de colmatación.....	7
3.6.	Balance de nutrientes.....	8

1. Introducción

El suelo es el gran olvidado de la agricultura, este es el que nos da el sustento donde se desarrollan nuestros cultivos, cada día se está volviendo más común trabajar y pensar en este. Las nuevas tecnologías en maquinaria y la agricultura 4.0 evolucionan hacia el cuidado y estudio de los suelos.

Llevamos a cabo un estudio edafológico de la parcela en cuestión, el estudio es realizado por la empresa de fertilizantes Forgas.

El historial agronómico de la parcela se caracteriza por una rotación de cultivos explicada anteriormente, evitando así la resistencia a herbicidas de las malas hierbas, evitar la compactación del suelo, el predominio de una misma flora... Dicha parcela lleva de siembra directa sin ser laboreada 12 años, dejando 11 años la paja en la parcela, salvo esta última campaña debido a posteriores problemas que encontramos cuando se realizan las labores de siembra y posterior nascencia del cultivo, ya que la maquina empleada para la siembra es de disco.

2. Toma de muestras

La herramienta utilizadas para recoger las muestras en los distintos puntos de la parcela es una barrena, la cual nos ayudara a profundizar en el suelo uno 20 – 25 cm aproximadamente.

En primer lugar, antes de introducir la barrena en el suelo, retiramos los 2 – 3 cm superiores de la tierra, una vez retirados introducimos la barrena unos 20 cm, y depositamos la muestra sobre una bandeja, donde iremos depositando el resto de las muestras de la parcela para homogeneizar y recoger una muestra final de toda la parcela, la cual la introduciremos en una bolsa de aproximadamente 1 Kg, que mandaremos al laboratorio con su correspondiente identificación.

Para la recogida de las distintas muestras, se sigue un zigzag como el que se muestra en la Ilustración 1.



Ilustración 1. Trazado realizado para la recogida de muestras.

3. Resultados de los análisis

3.1. Textura

Para llevar a cabo el estudio de la granulometría se utiliza la clasificación de texturas según la USDA, como se puede observar en la Ilustración 2, el punto de color naranja nos indica la textura de nuestro suelo, en este caso nos encontramos con un suelo franco arcilloso limoso, la características principales de este tipo de suelos es su textura fina, gran capacidad de retención de agua y elevada productividad agrícola. La mancha oval con el punto gris en el medio nos indica los dos tipos de suelos de las muestras que coinciden con las texturas franco arcillosa arenosa y franco arenosa, ambos suelos considerados de buenas calidad para el cultivo y, además, sin limitaciones para los cultivos propuestos con anterioridad.

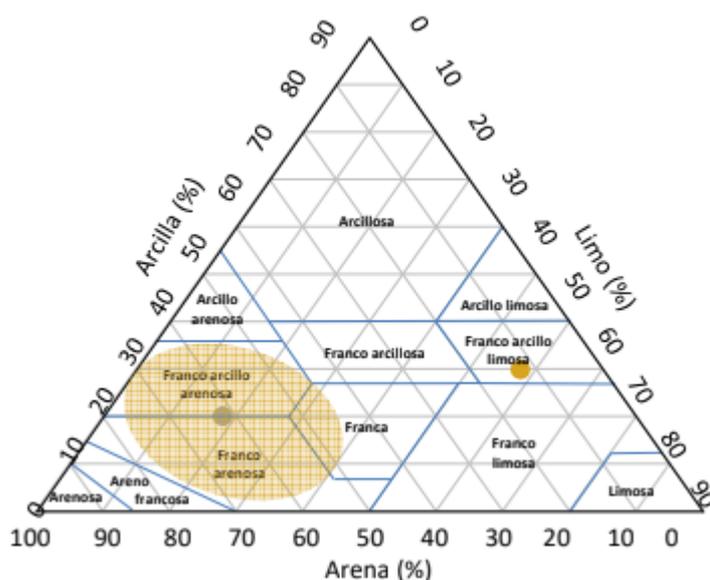


Ilustración 2. Triángulo de texturas.

3.2. Capacidad de retención de agua disponible

La capacidad de retención de agua es de gran importancia a la hora del suministro hídrico de nuestras plantas, ya que es la cantidad de agua que se retiene entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente.

La capacidad de campo es el contenido máximo de agua que se quedan retenido en el suelo, estando la mayor parte de los poros ocupados por aire, sin embargo; el punto de marchitez permanente es aquel contenido de humedad del suelo, del cual las plantas no pueden extraer agua.

En la tabla 1, se muestran los resultados obtenidos del análisis correspondiente al apartado de la CRAD.

CRAD	Resultado
Elementos gruesos (EG)	0.4
Humedad Capacidad Campo (CC)	28.5
Hud. Punto marchitez permanente	15.8
CRAD, Sin elementos gruesos	38.5
CRAD, Con elementos gruesos	38.4

Tabla 1. Resultados obtenidos del análisis.

Como se pueden observar en los resultados obtenidos de la tabla 1, la CRAD del suelo de la parcela sin elementos gruesos es de 38.5 L/m², sin embargo, el CRAD con elementos gruesos es de 38.4 L/m², por lo que nos indica que el tipo de suelo de la parcela no contiene apenas elementos gruesos.

3.3. Granulometría

En la tabla 2 se pueden observar los resultados obtenidos del análisis para cada tamaño de partícula del suelo.

Los datos son comparados con el suelo tipo que corresponde a la columna última de la derecha.

Como se puede apreciar en la tabla 2, los resultados obtenidos de lo correspondiente a limos y arcillas es elevado, siendo de 57.7 g/100 g y de 29.9 g/100 g respectivamente; mientras que, si comparamos el suelo tipo con el resultado obtenido en cuanto al porcentaje de arenas, este es bastante bajo en comparación con el suelo tipo; por lo que un suelo con dicha relación de arena – limo – arcilla corresponde con un suelo de textura franco-arcillosa limosa.

Este tipo de texturas se pueden reconocer fácilmente cuando llevamos a cabo la prueba de humedecerlo con agua y con ayuda de los dedos formar un pequeño churro; en el podremos observar que tiene un tacto suave y a la vez es muy moldeable.

Tipo	Características	Resultados	Suelo tipo
Arena gruesa	2 – 0.5 mm	4.5	13.2
Arena fina	0.5 - 0.05 mm	7.8	48.8
Limos gruesos	0.05 – 0.02 mm	3	5.5
Limos finos	0.02 – 0.002 mm	54.7	12.5
Arena	2 – 0.05 mm	12.3	62
Limos	0.05 – 0.002 mm	57.7	18
Arcillas	< 0.002 mm	29.9	20

Tabla 2. Resultados obtenidos de la granulometría.

3.4. Fertilización y enmienda orgánica

Los resultados obtenidos en cuanto al contenido de mater orgánica de la parcela arrojan un valor de 2.66 g/100g, este es un resultado elevado, ya que los valores estándares se encuentran entre el rango de 1.7 a 2.5 g/100g.

Dicho resultado se debe a que en esta explotación ya se lleva haciendo siembra directa sin laboreo un gran número de años, sin necesidad de hacer laboreo; los años en los que la producción es elevada y tenemos gran cantidad de paja, se decide por sacarla de la parcela para facilitar las posteriores labores de siembra.

Por lo que con este contenido de materia orgánica en el suelo no es necesario un complemento de esta.

En cuanto a la fertilización, en esta parcela en concreto aplicamos en la misma pasada que sembramos 100 Kg/ha del 6-12-0 y a finales del mes de febrero 200 Kg/ha de urea 46%. En años concretos, según las necesidades del cultivo y la meteorología repasamos con una mano de nitrato sólido.

3.5. Índice de colmatación

El índice de colmatación cobra importancia cuando los valores son mayores de 1.4, a partir de dichos valores, encontramos los siguientes problemas: colmatación de poros, taponamiento, reducción de la velocidad de infiltración y limitación al intercambio gaseoso. Estos problemas se podrían subsanar con labores en profundidad como podría ser un subsolado de la parcela.

En el análisis obtenemos un índice de colmatación de 1.3, por lo que no tenemos riesgo de que se dicho índice.

3.6. Balance de nutrientes

En la tabla 3, se muestran los resultados obtenidos del balance de nutrientes, dichos datos se comparan con un rango en el que tendrían que encontrarse, para que los valores fueran los correctos.

El fósforo asimilable se encuentra en 4.5 mg/Kg, el rango óptimo se encontraría entre 12 y 25, por lo que con este valor tendremos una alta respuesta a abonados con una graduación alta en fósforo; el análisis fue posterior a la fecha de siembra, por lo que se optó por un abonado con una graduación 6-12-0.

En cuanto al potasio asimilable se encuentra entre en el rango adecuado, por lo que tendrá una posible respuesta al abonado.

El problema lo encontramos con el magnesio asimilable, ya que este, tiene un valor muy elevado, por lo que va a tener una respuesta nula al abonado, y además nos va a perjudicar en la relación K/Mg y Ca/Mg.

La relación Ca/Mg tiene gran efecto sobre la estructura del suelo, ya que el calcio tiende a mejorar la aireación del suelo y el magnesio favorece la adhesión de partículas del suelo, en nuestro caso, al tener niveles altos de magnesio, gran parte del complejo de cambio estará ocupado por iones Mg, volviendo el suelo menos permeable, lo que conlleva un peor desarrollo de los cultivos.

El calcio y sodio asimilable los encontramos con valores elevados, al tener niveles de calcio elevados, podemos encontrarnos con que nos frene el crecimiento de las plantas, y las mismas se vayan oscureciendo; en cuanto al sodio, puede ocurrir que nos degrade la estructura del suelo, lo que conllevará la disminución de la porosidad y la permeabilidad del agua.

Análisis Químico	Unidades	Resultados	Rango
Fósforo asimilable	mg/Kg	4.5	12-25
Potasio asimilable	mg/Kg	188	125-200
Magnesio asimilable	mg/Kg	332.5	75-120
Calcio asimilable	mg/Kg	2048	1600-2400
Sodio asimilable	mg/Kg	150	<100
Relación K/Mg	---	0.2	0.4-0.5
Relación Ca/Mg	---	3.7	8-16

Tabla 3. Balance de nutrientes.

Como podemos ver en la tabla 4, el balance de macronutrientes sale en exceso el potasio y el magnesio, al tener niveles altos en el suelo, no tendremos respuesta al abonado, por lo que se pueden prescindir en dicho aporte; sin embargo, el fosforo es bajo, por lo que es recomendable su aporte dependiendo de las necesidades del cultivo implantado, esto corrobora la decisión del abonado de fondo que se aplicó en dicha parcela.

Macronutrientes	Kg/ha (UF)
Fósforo P ₂₀₅	111
Potasio K ₂₀	-120
Magnesio MgO	-680

Tabla 4. Macronutrientes esenciales.

ANEJO N. 3

ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

Índice

1.	Introducción.....	3
2.	Resultados de la analítica	3
3.	Índices de primer grado	4
3.1.	pH	4
3.2.	Concentración de sales	5
4.	Índices de segundo grado	6
4.1.	SAR	6
4.2.	Relación de calcio.....	6
4.3.	Relación de sodio	7
4.4.	Dureza del agua	7
4.5.	Índice de Scott	8
4.6.	índice de Eaton	9
5.	Clasificación del agua según su calidad	10
5.1.	Normas Riverside	10
5.2.	Normas H. Greene	12
5.3.	Normas de L.V. Wilcox.....	13
6.	Conclusión al estudio de calidad de agua de riego.....	14
7.	Bibliografía.....	15

1. Introducción

La parcela en estudio recibe el agua a través de la acequia denominada Viñetas, esta acequia nace en el canal de Monegros, el cual tiene su origen en el embalse de la Sotonera, o también comúnmente llamado el embalse de Tormos.

Dicho análisis se lleva a cabo, debido a que el agua es el elemento principal para la nutrición de las plantas, mas si cabe, en este año, donde las precipitaciones han sido prácticamente nulas.

En dicha agua podemos encontrar distintas sustancias disueltas y a altas concentraciones que podrían ser perjudiciales para nuestros cultivos; por lo que es necesario un análisis del agua para poder saber si el agua es apta o no para usarla en nuestras parcelas.

Para llevar a cabo la interpretación de los resultados del análisis se utilizan los métodos propuestos por Canovas Cuenca, J (1990);

2. Resultados de la analítica

En la tabla 1,2 y 3, se muestran los resultados obtenidos en dicho análisis y posteriormente serán analizados en los contiguos apartados.

pH	7.6
Conductividad eléctrica medida directa a 20 °C	341 microS/cm
Conductividad eléctrica medida directa a 25 °C	381 microS/cm

Tabla 1. Parámetros directos

Parámetros	mg/L	meq/L	mmol/L
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	37.70	0.8	0.39
Cloruros (Cl ⁻)	34.47	0.97	0.97
Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	129.93	2.13	2.13
Carbonatos (CO ₃ ²⁻)	0.00	0.00	0.00
Nitratos (NO ₃ ⁻)	0.93	<0.05	<0.05
Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	5.71	0.18	0.06
Calcio (Ca ²⁺)	36.72	1.80	0.92
Magnesio (Mg ²⁺)	10.26	0.84	0.42
Sodio (Na ⁺)	23.23	1.01	1.01
Potasio (K ⁺)	3.43	0.09	0.09
Amonio (NH ₄ ⁺)	0.11	<0.05	<0.05

Tabla 2. Parámetros y composición químicos

Parámetros	mg/L
Hierro (Fe)	<0.10
Cobre (Cu)	<0.05
Manganeso (Mn)	0.01
Cinc (Zn)	<0.05
Boro (B)	0.16

Tabla 3. Oligoelementos

3. Índices de primer grado

3.1. pH

Como se puede apreciar en la tabla 1 el pH obtenido en los análisis es de 7.6, clasificándose como básico; por lo que no encontraremos problemas a la hora del suministro hídrico de nuestras plantas ni de problemas en la instalación de riego.

3.2. Concentración de sales

La concentración de sales es un factor muy importante para tener en cuenta, ya que un alto contenido de sales nos generara problemas con los cultivos que implantemos (encharcamientos, menor producción, degradación de la estructura del suelo...), al igual que nos dara problemas con la instalación del riego. Esta supone problemas cuando supera concentraciones de 1 gr/L.

Para obtener el numero totales de sales, utilizamos la siguiente expresión.

$$ST= CE*K$$

Donde:

ST= Concentración en sales totales

CE= Conductividad eléctrica a 25°C

K= Constante (0.64)

$$ST = 381 * 0.64 = 243.84 \text{ mg/L o } 0.243 \text{ g/L}$$

Como la concentración total no se encuentra superior a 1 g/L, no tenemos problemas.

Como nos muestra Urbano, P (2002), en su artículo, el momento de la germinación de los cultivos es el más sensible a la salinidad, esto viene relacionado con la disminución del rendimiento, por lo que en sus tablas nos muestra una reducción del rendimiento conforme aumenta la concentración de sales; en nuestro caso para los cultivos que vamos a implantar en la parcela no tenemos problemas con la concentración de sales obtenida.

4. Índices de segundo grado

4.1. SAR

El SAR es la relación de absorción del sodio, dicho índice engloba a las concentraciones de los iones sodio, calcio y magnesio; para determinarlo utilizamos la siguiente expresión: Na^+

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

Las unidades en las que se expresa la SAR son en meq/L.

$$SAR = \frac{1.01}{\sqrt{\frac{1.80 + 0.84}{2}}} = 0.87 \frac{\text{meq}}{\text{L}}$$

Los problemas los encontramos cuando los valores del SAR son superiores a 10, en este caso el resultado obtenido es de 0.87; por lo que podemos calificar el agua de riego apta para su uso.

4.2. Relación de calcio

La siguiente relación es empleada para mostrar la proporción del contenido de calcio, con respecto a los restantes cationes. Para su calculo se utiliza la siguiente expresión:

$$RC = \frac{Ca^{2+}}{Ca^{2+} + Na^+ + Mg^{2+}}$$

Las relaciones en las que se expresa la relación de calcio son en meq/L.

$$RC = \frac{1.80}{1.80 + 1.01 + 0.84} = 0.49 \text{ meq/L}$$

El valor obtenido en la relación de calcio es de 0.49 meq/L.

4.3. Relación de sodio

La relación de sodio es utilizada para mostrar la proporción del contenido de iones sodio, con respecto a los restantes cationes. Para su calculo se emplea la siguiente expresión:

$$RS = \frac{Na^+}{Ca^{2+} + Na^+ + Mg^{2+}}$$

Al igual que en el apartado anterior la relación de sodio se expresa en meq/L.

$$RC = \frac{1.01}{1.80 + 1.01 + 0.84} = 0.27 \text{ meq/L}$$

El valor obtenido en la relación de sodio es de 0.27 meq/L

4.4. Dureza del agua

La dureza es muy importante tenerla en cuenta cuando vamos a montar una instalación de riego; ya que una mayor dureza del agua implicaría un gran riegos en cuanto a precipitaciones y taponamientos en la instalación.

Para su cálculo se utiliza la siguiente expresión:

$$Dureza = \frac{(Ca^{2+} * 2.5) + (Mg^{2+} * 4.12)}{10}$$

Esta expresión hace referencia al contenido de calcio que tenemos en las aguas, y la forma de expresarlo son los grados franceses

$$Dureza = \frac{(36.72 * 2.5) + (10.26 * 4.12)}{10} = 13.40$$

Con este resultado obtenido, podríamos clasificar el agua como dulce.

4.5. Índice de Scott

Dicho índice nos relaciona los excesos de sodio con respecto a los cloruros y sulfatos que son nocivos para nuestras plantas.

El índice lo calcularemos de tres modos distintos dependiendo de las cantidades que nos encontremos, en la tabla 4 se muestran los tres posibles casos.

meq/l	mg/l
Si $(Na^+ - 0.65Cl^-) \leq 0$	$K1 = \frac{2040}{Cl^-}$
Si $0 < (Na^+ - 0.65Cl^-) < 0.48 SO_4^{2-}$	$K2 = \frac{6620}{Na^+ + 2.6Cl^-}$
Si $0 < (Na^+ - 0.65Cl^-) > 0.48 SO_4^{2-}$	$K3 = \frac{662}{Na^+ - 0.3Cl^- - 0.48SO_4^{2-}}$

Tabla 4. Tres posibles casos para calcular el índice de Scott

En nuestro caso en estudio utilizaremos la segunda opción, debido a las siguientes cuentas:

$$\text{Na}^+ - 0.65 \cdot \text{Cl}^- = 1.01 - 0.65 \cdot 0.97 = 0.379$$

$$0.48 \cdot \text{SO}_4^{2-} = 0.48 \cdot 0.384$$

$$0 < 0.379 < 0.384$$

Por lo que el valor de K2 será el siguiente

$$K2 = \frac{6620}{\text{Na}^+ + 2.6\text{Cl}^-} = \frac{6620}{2323 + 2.6 \cdot 34.47} = 58.66$$

Como obtenemos un valor de K2 mayor de 18, el tipo de agua que utilizamos es de buena calidad, siendo apta para el riego.

4.6. Índice de Eaton

El índice de Eaton o índice de carbonato sódico residual nos indica la peligrosidad del sodio una vez que este reacciona con los cationes de calcio y magnesio con los aniones de carbonato y bicarbonato.

Dicho índice se calcula mediante la siguiente expresión, expresada en meq/L.

$$\text{C.S.R.} = (\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) = (2.13 + 0) - (1.8 + 0.84) = -0.51$$

En la tabla 5, tenemos los rangos entre los que se tiene que encontrar el C.S.R. para clasificarlo en función del tipo de agua.

C.S.R.	Tipo de agua
C.S.R. > 2.5 meq/L	Aguas de mala calidad
1.25 meq/L ≤ C.S.R. ≤ 2.5 meq/L	Aguas de calidad dudosa
C.S.R. < 1.25 meq/L	Aguas de buena calidad

Tabla 5. Tipo de agua en función del carbonato sódico residual.

Como el valor obtenido es menor de 1.25 meq/L, el tipo de agua utilizada es buena.

5. Clasificación del agua según su calidad

A continuación, se procede a calificar el agua según la calidad de esta, atendiendo a tres de los índices mas destacados y utilizados para dicho proceso.

5.1. Normas Riverside

En función de los datos obtenidos anteriormente de la CE y de la SAR, se establece una clasificación atendiendo a las normas Riverside. Para ello se utiliza la siguiente tabla 6 e Ilustración 1, ambas obtenidas de Blasco y de la rubia (Lab. de suelos IRYDIA, 1973).

Tipos	Calidad y normas de uso
C1	Aguas de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos.
C2	Agua de salinidad media, apta para el riego.
C3	Agua de salinidad alta que puede utilizarse para el riego de suelos con buen drenaje, empleando volúmenes de agua en exceso para lavar el suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad.
C4	Agua de salinidad muy alta que en muchos casos no es apta para el riego.
C5	Agua de salinidad excesiva, que sólo debe emplearse en casos muy contados.
C6	Agua de salinidad excesiva, no aconsejable para riego.
S1	Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos.
S2	Agua con contenido medio en sodio, y, por lo tanto, con cierto peligro de acumulación de sodio en el suelo.
S3	Agua con alto contenido en sodio y gran peligro de acumulación de sodio en el suelo.
S4	Agua con contenido muy alto de sodio. No es aconsejable para el riego en general.

Tabla 6. Fuente: Blasco y de la Rubia (Lab. de los suelos IRYDIA, 1973)

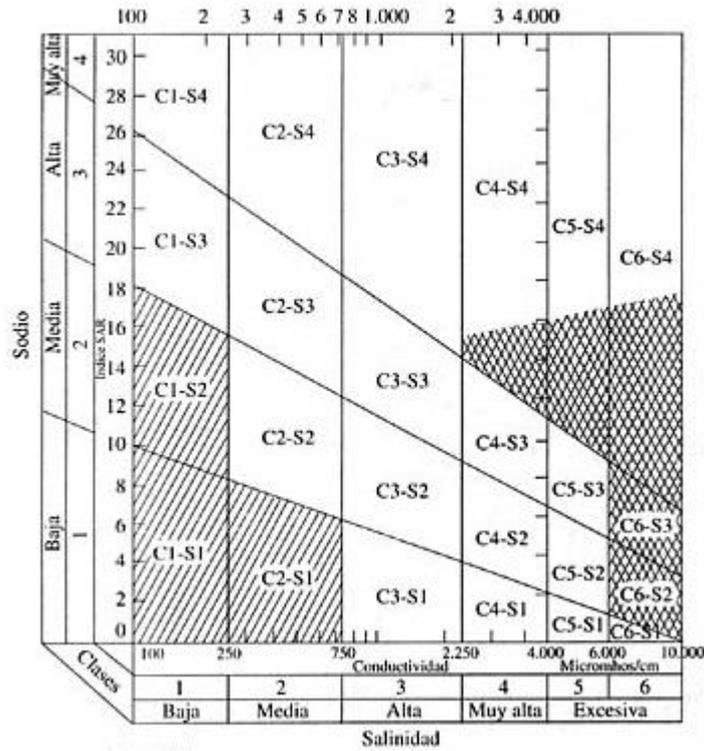


Ilustración 1. Normas de Riverside para evaluar la calidad de las aguas de riego. (U.S. Soil Salinity Laboratory).

En nuestro caso en estudio el tipo de agua la clasificaríamos del tipo C2 – S1, con una salinidad media, apta para el riego y con un bajo contenido en sodio.

5.2. Normas H. Greene

La norma de H. Greene se basa en la relación existente entre la concentración total de sales en el agua y el porcentaje de sodio sobre el total de cationes.

Por un lado, obtenemos la suma total de aniones y de cationes:

$$\text{Suma de aniones: } Cl^- + SO_4^{2-} + HCO_3^- + CO_3^{2-} = 0.97 + 0.79 + 2.13 + 0 = 3.89 \text{ meq/L}$$

$$\text{Suma de cationes: } Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Na^+ = 1.80 + 0.84 + 0.09 + 1.01 = 3.74 \text{ meq/L}$$

La cantidad total de sales es: $3.89 + 3.74 = 7.63$ meq/L

Calculamos el porcentaje de sodio, sobre el total de cationes

$$\%Na = (1.01/3.74) * 100 = 27 \%$$

Como podemos apreciar en la Ilustración 2, con los datos obtenidos, tenemos un agua de buena calidad del agua.

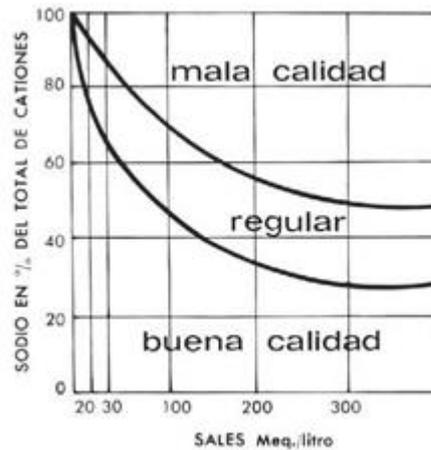


Ilustración 2. Diagrama Normas H. Greene, para la clasificación del agua de riego.

5.3. Normas de L.V. Wilcox

Las normas de L.V. Wilcox se basan en la calificación de las aguas en el porcentaje de sodio respecto del total de los cationes y teniendo en cuenta la conductividad eléctrica.

El porcentaje de sodio, lo calculamos anteriormente en el apartado 5.2, obteniendo un porcentaje de Na^+ del 27%; y la conductividad eléctrica obtenida en el análisis es de 381 microS/cm para una temperatura medida de 25 °C.

Si introducimos los datos del porcentaje de sodio, y la conductividad eléctrica en la Ilustración 3, podríamos clasificar el agua de excelente o buena calidad.

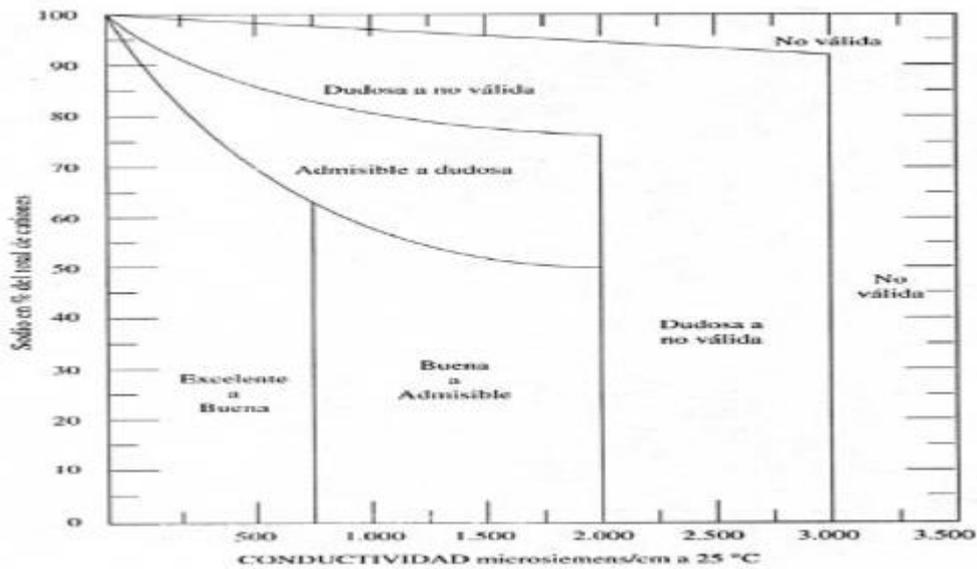


Ilustración 3. Diagrama de las normas de L. V. Wilcox, para la clasificación del agua de riego.

6. Conclusión al estudio de la calidad de agua de riego

Comprobando todos los resultados obtenidos en el anterior anejo, llegamos a la conclusión, de que el agua utilizada en la parcela en estudio; es un agua de buena calidad, la cual no nos causara problemas ni sobre los cultivos que implantemos ni sobre la instalación de riego.

7. Bibliografía

Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1987). La calidad del agua para agricultura (Estudios FAO: Riegos y Drenajes nº 29. Roma: Re. FAO.

Blasco y de la Rubia. (1973). Laboratorio de suelos IRYDA, Normas de Riverside para evaluar la calidad de las aguas de riego (U.S. Soil Salinity Laboratory).

Canovas Cuenca, J. (1990). Calidad agronómica de las aguas de riego. MAPA.

ANEJO N. 4

CALCULO DE LAS NECESIDADES DE AGUA

Índice

1.	Introducción.....	3
2.	Cálculo de la ET_0	3
3.	Cálculo de la ET_c en los meses de la temporada de riego.....	6
4.	Necesidades netas de agua de riego (N_n)	8
5.	Necesidades reales de agua de riego (N_r).....	9
6.	Dosis máxima o dosis neta de riego.	11
7.	Dosis útil de riego (D_u)	12
8.	Dosis real o total de riego (D_r ó D_t)	12
9.	Esparcimientos y recubrimientos.....	13
10.	Densidad de aspersión (i).....	13
11.	Duración del riego (t_r)	14
12.	Espaciamiento entre riegos (T).....	14
13.	Número máximo de unidades de riego en la parcela (N_{ud})	15
14.	Número máximo de aspersores en la unidad	16
15.	Caudal característico.....	16
16.	Bibliografía	17

1. Introducción

En cuanto a hacer los aportes de agua, debemos tener en cuenta las necesidades de nuestros cultivos, cada cultivo requiere un aporte de agua diferente según su fisiología y estado de este; también, tenemos que contar con el aporte de agua de las precipitaciones y de la nieve en caso de que lo sea, ya que son una fuente natural de agua, la cual nos ayuda a cubrir ciertas necesidades.

Si las necesidades del cultivo no son cubiertas en su totalidad por las precipitaciones, tendremos que cubrirlo con el riego, haciendo una buena gestión del agua, obtendremos unas buenas producciones.

2. Cálculo de la ET_0 .

Para llevar a cabo el cálculo de la ET_0 , se calcula mediante el método de FAO-USDA Blaney-Criddle, utilizando la siguiente ecuación:

$$ET_0 = (a + b * p(0.46T_{aj} + 8.13)) * R_f(1 + \frac{E_{lv}}{10000})$$

Donde:

a, b = Coeficientes de calibración climática local.

p = Porcentaje diario de horas diurnas anuales.

T_{aj} = Temperatura media mensual del aire, °C.

R_f = Coeficiente corrector mensual del cultivo de referencia.

E_{lv} = Elevación del lugar de emplazamiento de la estación sobre el nivel del mar, en m.

Los valores de la variable p, se estiman en función de la latitud de la estación y del mes correspondiente; los valores son tomados de la tabla publicada por la FAO (Dorenbos y Pruitt, 1977).

En cuanto a los coeficientes a y b, se calculan a partir de los datos meteorológicos secundarios, utilizando la siguiente ecuación:

$$a = 0.0043 HRmin - \frac{n}{N} - 1.41$$

Donde:

Hrmin = media mensual de la humedad relativa mínima diaria del aire, en %.

n/N = fracción de la insolación media mensual, del coeficiente entre insolación real diaria e insolación máxima posible diaria, sin dimensiones.

Para calcular el coeficiente climático b, se calcula a partir de los valores tabulados en función de las variables Hrmin y n/N y de un tercer parámetro meteorológico secundario, este parámetro nombrado es la velocidad diurna diaria del viento, en m/s, a 2 m sobre el nivel del suelo.

Para poder llevar a cabo la corrección de la ET0 de la hierba, con la ET0 de la alfalfa, se utiliza un coeficiente correcto que se denomina Rf.

De igual forma, para llevar a cabo una corrección con el aumento de temperatura que se registra en las estaciones meteorológicas que están situadas en zonas áridas, con respecto de las temperaturas que registrarían esas mismas estaciones situadas en zonas regadas, se utiliza la temperatura ajusta Taj; que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Taj = T - Aad$$

Donde:

T = Temperatura media mensual del aire, expresada en °C.

Aad = Factor de ajuste de la temperatura en función de la aridez de la estación, expresada en °C.

El factor de ajuste de la temperatura en función de la aridez de la estación se calcula siguiendo la siguiente formula:

$$Aad = Ae * Ia$$

Donde:

Ae = Efecto mensual medio de la aridez, en °C.

Ia = Índice de aridez de la estación, expresado en tanto por uno.

Los valores correspondientes del efecto mensual medio de la aridez (Ae), se obtienen de la tabla que encontramos en el artículo publicado por Allen y Pruitt (1986).

El índice Ia nos indica la aridez en la que se encuentra ubicada la estación meteorológica, se calcula mediante la siguiente formula:

$$Ia = 0.4 Ias + 0.5 Iaa + 0.1 Iar$$

Donde:

Ias = Índice puntual de aridez, en un radio de 50 m de la estación, %.

Iaa = Índice local de aridez, en un radio de 1.5 Km de la estación, %.

Iar = Índice regional de aridez, en un radio de 50 Km de la estación.

Estos índices nombrados anteriormente, se obtuvieron de los datos técnicos del Centro Meteorológico del Ebro.

Los valores de la ET0 para la parcela en estudio se recogen en la tabla 1.

	ET0 mm/dia	ET0 mm/mes
Enero	0.5	15.5
Febrero	1.2	33.6
Marzo	2.3	71.3
Abril	3.4	102
Mayo	4.4	136
Junio	5.9	177
Julio	7	217
Agosto	6.2	192
Septiembre	4.2	126
Octubre	2.5	78
Noviembre	1	30
Diciembre	0.4	12.4
ET0 anual en mm		1190.9

Tabla 1. Valores de ET0 para la finca en estudio.

3. Cálculo de la ETc en los meses de la temporada de riego.

Para llevar a cabo el cálculo de la ETc, se utilizan los resultados anteriores de la ET0 calculados mediante el método de Blaney-Criddle.

Para el cálculo de la ETc, seguimos la siguiente fórmula:

$$ETc = ET0 * Kc$$

Donde:

Et0: Evapotranspiración de referencia.

Kc: Coeficiente del cultivo, que varía según el tipo de cultivo y la fase de desarrollo en la que se encuentre.

Se calculan la ETc para los dos cultivos más exigentes hídricamente, en este caso son el maíz y la alfalfa.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para ambos cultivos:

Maíz (<i>Zea mays</i>)				
Mes	ET ₀ (mm/m)	K _c	ET _c (mm/m)	ET _c (mm/día)
Abril	102	0.27	28	0.92
Mayo	136	0.27	37	1.19
Junio	177	0.63	112	3.72
Julio	217	1.19	258	8.33
Agosto	192.20	1.22	234	7.56
Septiembre	126	0.74	93	3.11
Octubre	78	0.39	30	1.01
ET _c (mm/año) = 792				

Tabla 2. Cálculo de la ET_c para el cultivo de maíz (*Zea mays*).

Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)				
Mes	ET ₀ (mm/m)	K _c	ET _c (mm/m)	ET _c (mm/día)
Marzo	71.3	0.34	24	0.78
Abril	102	0.92	94	3.13
Mayo	136	1.02	139	4.49
Junio	177	0.95	168	5.61
Julio	217	0.93	202	6.51
Agosto	192.20	0.93	179	5.77
Septiembre	126	1.18	149	4.96
ET _c (mm/año) = 955				

Tabla 3. Cálculo de la ET_c para el cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa*).

4. Necesidades netas de agua de riego (Nn)

Las necesidades netas de agua hacen referencia a la cantidad total de agua que tenemos que suministrar, para un correcto desarrollo de los cultivos.

Para llevar a cabo el cálculo, se realiza siguiendo la siguiente fórmula:

$$Nn = ETc - Pe$$

Donde:

ETc = Evapotranspiración de referencia, para un cultivo específico.

Pe = Precipitación efectiva.

En nuestro caso de estudio la precipitación efectiva se considera igual a 0. Esto es debido a que la Pe es un valor medio, que hace referencia a una serie determinada de años, al no poder determinar su variación en un año en concreto la despreciamos, ya que no dependeremos del aporte de agua por parte de la climatología.

Realizamos el cálculo de las Nn en los meses de la temporada de riego, para los dos cultivos más exigentes:

Maíz (<i>Zea mays</i>)		
Mes	Nn (mm/mes)	Nn (mm/día)
Abril	28	0.92
Mayo	36.83	1.19
Junio	111.51	3.72
Julio	258.23	8.33
Agosto	234.48	7.56
Septiembre	93.24	3.11
Octubre	30.23	0.98
Nn (mm/año) = 792		

Tabla 4. Necesidades netas del cultivo de maíz (*Zea mays*)

Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)		
Mes	Nn (mm/mes)	Nn (mm/día)
Marzo	24	0.8
Abril	94	3.13
Mayo	139.13	4.49
Junio	168.15	5.61
Julio	201.81	6.51
Agosto	178.75	5.77
Septiembre	148.68	4.96
Nn (mm/año) = 955		

Tabla 5. Necesidades netas del cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa*).

5. Necesidades reales de agua de riego (Nr)

Se calcula las necesidades reales de agua, a través de los valores obtenidos anteriormente, ya que cuando llegamos a cabo los riegos, tenemos posibles pérdidas de agua, que debemos de tener en cuenta.

Para realizar el cálculo se utiliza la siguiente expresión:

$$Nr = \frac{Nn}{Ea}$$

Donde:

Nn = Necesidades netas.

Ea = Eficiencia de aplicación.

Para calcular la eficiencia de aplicación, utilizaremos la siguiente expresión:

$$Ea = (1-Pp) * (1-Fl) * (1-Peu) * Cu$$

Donde:

Pp = Percolación profunda.

Pl = Fracción de lavado.

Peu = Factor de rociado.

CU = Coeficiente de uniformidad del emisor.

En cuanto a la percolación profunda, se considera 0, debido a que consideramos que tenemos ausencia de esta.

La fracción de lavado la calculamos a partir de las conductividades eléctricas obtenidas en el análisis de suelo:

$$Pl = \frac{CEw}{2 * CEe}$$

Donde:

CEw = Conductividad eléctrica del agua de riego.

CEe = Conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo.

El coeficiente de uniformidad del emisor es revisado del catálogo del aspersor.

Por lo tanto, con los datos obtenidos anteriormente, obtenemos una eficiencia de aplicación del 67.73 %

En las tablas 6 y 7 se muestran el resultado de las Nr para los meses de la temporada de riego.

Maíz (<i>Zea mays</i>)		
Mes	Nr (mm/mes)	Nr (mm/día)
Abril	40.66	1.36
Mayo	54.38	1.81
Junio	164.64	5.49
Julio	381.27	12.30
Agosto	346.21	11.17
Septiembre	137.67	4.59
Octubre	44.63	1.44
Nt (año) = 1169 mm/año 11695 m ³ /ha año		

Tabla 6. Cálculo de las necesidades reales, para el cultivo del maíz.

Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)		
Mes	Nr (mm/mes)	Nr (mm/día)
Marzo	35.79	1.15
Abril	138.55	4.62
Mayo	205.42	6.85
Junio	248.27	8.28
Julio	297.97	9.61
Agosto	263.91	8.51
Septiembre	219.52	7.32
Nr (año) = 1409 mm/año 14094 m ³ /ha año		

Tabla 7. Cálculo de las necesidades reales, para el cultivo de la alfalfa.

6. Dosis máxima o dosis neta de riego.

La dosis máxima o dosis neta de riego, es la cantidad de agua que se debe de aportar en cada riego para cubrir las necesidades de los cultivos implantados.

Para realizar el cálculo se sigue la siguiente expresión:

$$Dn = 10000 \frac{m^2}{1ha} * h (m) * Da * \frac{CC - PMP}{100}$$

Donde:

H = Profundidad efectiva de las raíces.

Da = Densidad aparente.

CC % = Capacidad de campo.

PMP % = Punto de marchitez permanente.

La profundidad efectiva de las raíces se considera 1 m para el caso del maíz y 1.2 m para la alfalfa.

Los resultados obtenidos de las dosis netas para los dos cultivos más exigentes son de 1680 m³/ha o 168 mm para el caso del cultivo del maíz; y una dosis neta de 2016 m³/ha o 202 mm para el caso de la alfalfa.

7. Dosis útil de riego (Du)

La dosis útil de riego es la cantidad de agua que son capaces las plantas de extraer de suelo, esta capacidad dependerá de la humedad de este, a mayor humedad del suelo, mayor será la efectividad de extracción.

Para poder obtener unos buenos rendimientos, el contenido de humedad del suelo se tiene que encontrar por encima de punto de marchitez.

La dosis útil se determina a partir de la dosis neta y del factor de agotamiento, que establece el % de la dosis neta que queda como agua fácilmente disponible en el suelo.

$$Du = Nr * f$$

Donde:

Nr = Dosis neta.

f = Factor de agotamiento, que en el caso de riegos por aspersión fijos se considera 0.2.

Para el caso del cultivo del maíz obtenemos una dosis útil de 33.60 mm/riego, y para el cultivo de girasol es de 40.32 mm/riego.

8. Dosis real o total de riego (Dr ó Dt)

La dosis real es la dosis útil corregida por la eficiencia de aplicación del sistema, esto es debido a que siempre tenemos pérdidas por evaporación, percolación y escorrentía; y además las eficiencias de aplicación de los sistemas no son del 100%.

$$Dr = \frac{Du}{Ea}$$

La dosis real en el caso del cultivo del maíz es de 49.61 mm, y en el caso de la alfalfa es de 59.53 mm.

9. Esparcimientos y recubrimientos

Ambos son los parámetros de solape entre los emisores, estos solapes varían según el marco de riego y el diámetro mojado.

$$Rl = \frac{Sl}{D} = \frac{Sm}{D}$$

Donde:

Sl = Separación entre aspersores (m).

Sm = Separación entre líneas de riego (m).

D = Diámetro mojado (m).

En nuestro caso la separación entre líneas de riego es de 18 y la separación entre aspersores es de 18. El alcance del aspersor de 14.50 m y el diámetro mojado de 29 m. Obteniendo un recubrimiento de 0.62.

10. Densidad de aspersión (i)

La densidad de aspersión o también conocida como pluviometría o intensidad de lluvia es la cantidad de agua aportada por un aspersor por unidad de superficie y hora en mm/h.

$$i = \frac{q}{Sa}$$

Donde:

q = Caudal del aspersor en l/h.

Sa = Superficie asignada al aspersor (m²).

El caudal del aspersor es de 1976 l/h y la superficie mojada 324 m²; por lo que la densidad de aspersión es de 6.10 mm/h.

11. Duración del riego (tr)

La duración del riego es el tiempo que tiene que transcurrir para que el aspersor aporte la dosis real o total.

Para calcularlo se utiliza la siguiente expresión:

$$tr(horas) = \frac{Dr(mm)}{i(mm/h)}$$

De los apartados anteriores obtenemos que la Dr para el cultivo de maíz es de 49.61 mm y la i es de 6.10; por lo que obtenemos un valor de la tr de 8.13 horas.

En el caso de la alfalfa la Dr es de 59.53 mm y la i es la misma que la del maíz, en ese caso obtenemos un valor de tr de 9.76 horas.

12. Espaciamiento entre riegos (T)

Para poder determinar el tiempo máximo entre riegos debemos tener en cuenta la dosis útil y las necesidades netas.

$$T (días) = \frac{Du (mm/riego)}{Nn (mm/día)}$$

Para el caso del maíz, las necesidades netas del mes de mayor consumo son de 8.33 mm/día, por lo que obtenemos un espaciamiento entre riegos de 4 días.

En el caso de la alfalfa, el mes con mayor consumo es de 6.51 mm/día, obteniendo un espaciamiento entre riegos de 6 días.

13. Número máximo de unidades de riego en la parcela (Nud)

Calculamos el máximo de unidades del riego en la parcela con las dos limitaciones que tenemos, la primera de ellas es el tiempo disponible para regar, y la segunda con la limitación del caudal.

- **Número máximo de unidades de riego con el criterio del tiempo disponible para el riego.**

Para el cálculo del número máximo de unidades de riego utilizamos la siguiente expresión:

$$Nud * tr (h/r) = Tr (dh/r) * t (hh/d)$$

Donde:

tr = Duración del riego en horas invertidas para aplicar la Dr.

Tr = subperiodo de riego, en días hábiles entre dos riegos consecutivos.

t = jornada de riego en horas hábiles al día.

Obtenemos un número máximo de 10 unidades de riego.

- **Número mínimo de unidades de riego admisibles en la parcela por la limitación de caudal.**

El número mínimo de unidades de riego se calcula a través de la siguiente expresión:

$$(Nud)_{min} = \frac{Q_r}{Q_t}$$

Donde:

Q_r = Caudal requerido para toda la instalación.

Q_t = Caudal disponible en toma.

Obteniendo un número mínimo de 3 unidades de riego.

Con los datos obtenidos de las unidades máximas y mínimas para la parcela con ambas limitaciones, se marca que el número de unidades de riego propuesto para la parcela es de 6 unidades.

14. Número máximo de aspersores en la unidad

Calculamos el número máximo de aspersores que puede llevar una unidad de riego, para ello se utiliza la siguiente expresión:

$$N (max) = \frac{Qt}{qn}$$

Donde:

Qt = Caudal disponible en toma en l/h.

qn = Caudal nominal del aspersor en l/h.

En nuestro caso, el número máximo de aspersores que puede llevar la misma unidad es de 49.

15. Caudal característico

El caudal característico es el caudal ficticio continuo del mes de máximas necesidades, por lo que son las necesidades reales Nr , mes a mes, expresado en l/s y hectárea.

En el caso del maíz tenemos unas necesidades reales de 12.30 mm/día y un caudal característico de 1.42 l/s y ha; mientras que en el alfalfa son menores, teniendo unas necesidades reales de 9.61 mm/día y un caudal característico de 1.11 l/s y ha.

16. Bibliografía

Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Allen R.G., Pruitt WO (1986). Rational use of the FAO Blaney-Criddle Formula. *Journal of irrigation and Drainage Engineering*. 112 (2): 139 – 155.

Dorenbos, J. y Pruitt, WO (1977). Directrices para predecir las necesidades de agua de los cultivos: artículo de riego y drenaje 24. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma, Italia.

CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE AGUA DE RIEGO PARA CULTIVO DE MAÍZ CICLO LARGO PARA GRANO EN TARDIENTA (Hu)

0. DATOS

DATOS DE LA PARCELA Y LA TOMA DE RIEGO

Superficie de parcela (has)	5,60
Caudal disponible en toma l/s	27,00
Presión disponible en toma mca	42,00
Presión nominal máx para aspersor mca	32,00

DATOS DEL ASPESOR

Identificación:	VYR-35	
Presión nominal mca	30	
Caudal l/h	1976	
Velocidad rotación rpm	1,07	
Diámetro mojado m:	29	
Separación líneas riego Sm	18	
Separación Aspersores Sl	18	
Coefficiente de uniformidad %:	90	

1. EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO (ET_c).

EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA EN EL EMPLAZAMIENTO (ET_o):

Valores JM Faci

ET _o	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
mm/día	0,5	1,2	2,3	3,4	4,4	5,9	7	6,2
mm/mes	15,5	33,6	71,3	102	136	177	217	192

ET _o	SEP	OCTUBRE	NOV	DIC	
mm/día	4,2	2,5	1	0,4	
mm/mes	126	78	30	12,4	1.190,9

mm/año. Total anual ET_o.

COEFICIENTE DE CULTIVO (K_c) :

Según revisión de necesidades de agua en Cuenca del Ebro por convenio CSIC-CHE.

ENERO	FEB	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
-	-	-	0,27	0,27	0,63	1,19	1,22

SEP	OCT	NOV	DIC
0,74	0,39	-	-

CORRECCIÓN DE LA ET_o POR CONDICIONES LOCALES

Coefficiente por variación climática:	1
Factor de advección por microclima:	1

CÁLCULO DE LA ET_c EN LOS MESES DE LA TEMPORADA DE RIEGO:

$$ET_c = ET_o \cdot K_c$$

	ETo(mm/m)	Kc		F.climat.	F.advecc	ETc mm/m	ETc mm/d
Enero	15,5			1	1	0	0,00
Febrero	33,6	-		1	1	0	0,00
Marzo	71,3	-		1	1	0	0,00
Abril	102	0,27		1	1	28	0,92
Mayo	136	0,27		1	1	37	1,19
Junio	177,00	0,63		1	1	112	3,72
Julio	217,00	1,19		1	1	258	8,33
Agosto	192,20	1,22		1	1	234	7,56
Septiembre	126	0,74		1	1	93	3,11
Octubre	78	0,39		1	1	30	1,01
Noviembre	30	-		1	1	0	0,00
Diciembre	12,4	-		1	1	0	0,00
ETc(mm/año):						792	Total anual

2. NECESIDADES NETAS DE AGUA DE RIEGO. $N_n = Etc - P_e$

En el diseño de instalaciones consideramos $P_e = 0$

CÁLCULO DE LAS N_n EN LOS MESES DE LA TEMPORADA DE RIEGO:

N_n	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS
mm/mes	0	0	0	28	36,83	111,51	258,23	234,48
mm/día	0,00	0,00	0,0	0,92	1,19	3,72	8,33	7,56

N_n	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL	Nn total anual mm/año
mm/mes	93,24	30,23	0,00	0,00	792	
mm/día	3,11	0,98	0,00	0,00		

3. NECESIDADES REALES DE AGUA DE RIEGO.

$$N_r = \frac{N_n}{E_a}$$

EFICIENCIA DE APLICACIÓN DE SISTEMA DE RIEGO, E_a :

$$E_a = (1 - P_p) \cdot (1 - P_l) \cdot (1 - P_{eu}) \cdot C_U$$

Pp: Percolación profunda	0	No se considera
Pl: Fracción de lavado	0,14	Se calcula debajo
Peu: factor de rociado	0,04	Valores entre 2 - 6%
CU: Coeficiente de uniformidad del emisor	90,00	Según catálogo del aspensor

FRACCIÓN DE LAVADO:

Conductividades obtenidas en el análisis del suelo:

Conductividad eléctrica del agua de riego:

CEw= 0,34 dS/m

Conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo:

Cee= 1,24 dS/m

$$FL = CE_w / 2CE_e = 0,137$$

Eficiência de aplicación aspersion a nivel de parcela E_a %:

74,55

CÁLCULO DE LAS N_r EN LOS MESES DE LA TEMPORADA DE RIEGO:

N_r	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS
mm/mes	0,00	0,00	0,00	36,94	49,40	149,57	346,36	314,51
mm/día	0,00	0,00	0,00	1,23	1,65	4,99	11,17	10,15

N_r	SEP	OCT	NOV	DIC
mm/mes	125,06	40,54	0,00	0,00
mm/día	4,17	1,31	0,00	0,00

Nt año: 1.062 mm/año 10.624 m³/ha año

4. DOSIS MÁXIMA DE RIEGO. DOSIS NETA Nr.

Depende de la capacidad que tiene el suelo para almacenar agua:

$$D_{neta} = 10.000 \frac{m^2}{1ha} \cdot h(m) \cdot D_a \cdot \left(\frac{CC - PMP}{100} \right)$$

h (m):	profundidad efectiva de raíces	1
Da T/m ³	Densidad aparente	1,4
CC %	Capacidad de campo	22
PMP %	Punto marchitez permanente	10

Dosis neta	1.680	m ³ /ha
	168	mm

5. DOSIS ÚTIL DE RIEGO. Du.

La dosis útil se determina a partir de la dosis neta y del factor de agotamiento, que establece el % de la dosis neta que queda como agua fácilmente disponible en el suelo.

	f	
Para riegos localizados:	0,1-0,3	
Para riegos aspersión fijos:	0,2-0,3	0,2
Para riegos por aspersión móviles:	0,6	

$$D_u = N_r \cdot f$$

Dosis útil Du: 33,60 mm/riego

6. DOSIS REAL O TOTAL DE RIEGO. DR DT.

La dosis real es la dosis útil corregida por la eficiencia de aplicación del sistema.

Dosis Real de riego Dr: 45,07 mm

$$D_R = \frac{D_u}{E_a}$$

7. ESPARCIMIENTOS Y RECUBRIMIENTOS

Son los parámetros de solape entre los emisores y dependen del marco de riego y del diámetro mojado.

Separación entre líneas de riego (m):	Sm:	18,00
Separación entre aspersores (m):	Sl:	18,00
Alcance del aspersor (m):		14,50
Diámetro mojado (m):		29,00

Recubrimiento: $R_l = \frac{S_l}{D}$ Rl: 0,62

$R_m = \frac{S_m}{D}$ Rm: 0,62

8. DENSIDAD DE ASPERSIÓN i

Densidad de aspersión, pluviometría o intensidad de lluvia.

Es la cantidad de agua aportada por un aspersor por unidad de superficie y hora en mm/h.

$$i = \frac{q}{S_a}$$

q: Caudal del aspersor l/h.
S_a: superficie asignada al aspersor m²

Caudal del aspersor l/h:	1.976,00
Superficie mojada m ² :	324,00
Densidad de aspersión mm/h:	6,10

9. DURACIÓN DEL RIEGO t_r .

Es el tiempo que necesita el aspersor para aportar la dosis real o total.

$$t_{r(\text{horas})} = \frac{D_r (\text{mm})}{i (\text{mm/h})}$$

$t_r =$ horas por riego

Valores recomendados entre 6 y 8 horas

10. ESPACIAMIENTO ENTRE RIEGOS T_r .

Para determinar el tiempo máximo entre riegos tenemos que considerar la dosis útil y las necesidades netas.

$$T_{(\text{días})} = \frac{D_u (\text{mm/riego})}{N_n (\text{mm/día})}$$

Necesidades netas del mes de mayor consumo (mm/día):

Tiempo máximo entre riegos:

$T =$

$T_r =$ Redondeamos el valor de T al entero inferior.

11. NÚMERO MÁXIMO UNIDADES RIEGO EN LA PARCELA Nud .

Número máximo de UD con el criterio del tiempo disponible para el riego:

t_r : duración del riego, en horas invertidas para aplicar la D_r .

$t_r(\text{h/r}) =$

T_r : subperiodo de riego, en días hábiles entre dos riegos consecutivos.

$T_r(\text{dh/r}) =$

t : jornada de riego en horas hábiles al día.

$t(\text{hh/d}) =$

Número máximo de unidades de riego admisibles en la parcela.

$$Nud \times t_r (\text{h/r}) = T_r (\text{dh/r}) \times t (\text{hh/d})$$

$(Nud)_{max} =$

$(Nud)_{max} =$

Número mínimo de unidades de riego admisibles en la parcela por limitación de caudal.

Caudal necesario para el funcionamiento de toda la instalación:

Superficie de parcela (m²):

Superficie asignada a cada aspersor m²:

Caudal unitario aspersor l/h

Caudal requerido para toda la instalación:

$Q_r =$ l/s

Caudal disponible en toma:

$Q_t =$ l/s

$(Nud)_{min} = Q_r / Q_t =$ $(Nud)_{min} =$

Número de unidades de riego propuesto para la parcela:

$Nud =$

12. NÚMERO MÁXIMO DE ASPERSORES EN LA UNIDAD

Número máximo admisible de aspersores en la unidad de riego:

Caudal disponible en toma l/h

97.200,00

Caudal nominal aspersor l/h

1.976,00

$$(N)_{max} = \frac{Qt}{qn} =$$

49,19 Aspersores

13. CAUDAL CARACTERÍSTICO

Caudal ficticio continuo: son las necesidades reales N_r , mes a mes, expresado en l/s y hectárea.

Caudal característico: es el caudal ficticio continuo del mes de máximas necesidades.

Necesidades reales:

Nr:

11,17 mm/día

Caudal característico:

1,29 l/s y ha.

CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE AGUA DE RIEGO PARA CULTIVO DE ALFALFA EN TARDIENTA (Hu)

0. DATOS

DATOS DE LA PARCELA Y LA TOMA DE RIEGO

Superficie de parcela (has)	5,60
Caudal disponible en toma l/s	27,00
Presión disponible en toma mca	42,00
Presión nominal máx para aspersor mca	32,00

$$\left(\frac{P_{toma}}{\gamma}\right) - 10 = \frac{P_{nde}}{\gamma}$$

DATOS DEL ASPESOR

Identificación:	VYR-35
Presión nominal mca	30
Caudal l/h	1976
Velocidad rotación rpm	1,07
Diámetro mojado m:	29
Separación líneas riego Sm	18
Separación Aspersores Sl	18
Coefficiente de uniformidad %:	90

1. EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO (ET_c).

EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA EN EL EMPLAZAMIENTO (ET_o):

Valores JM Faci

ET _o	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
mm/día	0,5	1,2	2,3	3,4	4,4	5,9	7	6,2
mm/mes	15,5	33,6	71,3	102	136	177	217	192

ET _o	SEP	OCTUBRE	NOV	DIC	
mm/día	4,2	2,5	1	0,4	
mm/mes	126	78	30	12,4	1.190,9

mm/año Total anual ET_o.

COEFICIENTE DE CULTIVO (K_c) :

Según revisión de necesidades de agua en Cuenca del Ebro por convenio CSIC-CHE.

	ENERO	FEB	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
K _c	0	0	0,34	0,92	1,02	0,95	0,93	0,93

	SEP	OCT	NOV	DIC
K _c	1,18	0	0	0

CORRECCIÓN DE LA ET_o POR CONDICIONES LOCALES

Coefficiente por variación climática:	1
Factor de advección por microclima:	1

CÁLCULO DE LA ET_c EN LOS MESES DE LA TEMPORADA DE RIEGO:

$$ET_c = ET_o \cdot K_c$$

	ETo(mm/m)	Kc		F.climat.	F.advecc	ETc mm/m	ETc mm/d
Enero	15,5	0		1	1	0	0,00
Febrero	33,6	0		1	1	0	0,00
Marzo	71,3	0,34		1	1	24	0,78
Abril	102	0,92		1	1	94	3,13
Mayo	136	1,02		1	1	139	4,49
Junio	177,00	0,95		1	1	168	5,61
Julio	217,00	0,93		1	1	202	6,51
Agosto	192,20	0,93		1	1	179	5,77
Septiembre	126	1,18		1	1	149	4,96
Octubre	78	0		1	1	0	0,00
Noviembre	30	0		1	1	0	0,00
Diciembre	12,4	0		1	1	0	0,00
ETc(mm/año):						955	Total anual

2. NECESIDADES NETAS DE AGUA DE RIEGO. $N_n = E_{tc} - P_e$.

En el diseño de instalaciones consideramos $P_e = 0$

CÁLCULO DE LAS N_n EN LOS MESES DE LA TEMPORADA DE RIEGO:

N_n	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS
mm/mes	0	0	24	94	139,13	168,15	201,81	178,75
mm/día	0,00	0,00	0,8	3,13	4,49	5,61	6,51	5,77

N_n	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL	Nn total anual mm/año
mm/mes	148,68	0,00	0,00	0,00	955	
mm/día	4,96	0,00	0,00	0,00		

3. NECESIDADES REALES DE AGUA DE RIEGO. N_r .

$$N_r = \frac{N_n}{E_a}$$

EFICIENCIA DE APLICACIÓN DE SISTEMA DE RIEGO, E_a :

$$E_a = (1 - P_p) \cdot (1 - P_l) \cdot (1 - P_{eu}) \cdot C_U$$

Pp: Percolación profunda	0	No se considera
Pl: Fracción de lavado	0,14	Se calcula debajo
Peu: factor de rociado	0,04	Valores entre 2 - 6%
CU: Coeficiente de uniformidad del emisor	90,00	Según catálogo del aspersor

FRACCIÓN DE LAVADO:

Conductividades obtenidas en el análisis del suelo:

Conductividad eléctrica del agua de riego:

CEw= 0,34 dS/m

Conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo:

Cee= 1,24 dS/m

$$FL = CE_w / 2CE_e = 0,137$$

Eficiencia de aplicación aspersion a nivel de parcela E_a %:

74,55

CÁLCULO DE LAS N_r EN LOS MESES DE LA TEMPORADA DE RIEGO:

N_r	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS
mm/mes	0,00	0,00	32,52	125,87	186,61	225,54	270,69	239,75
mm/día	0,00	0,00	1,05	4,20	6,22	7,52	8,73	7,73

N_r	SEP	OCT	NOV	DIC
mm/mes	199,42	0,00	0,00	0,00
mm/día	6,65	0,00	0,00	0,00

Nt año: 1.280 mm/año 12.804 m³/ha año

4. DOSIS MÁXIMA DE RIEGO. DOSIS NETA D_n .

Depende de la capacidad que tiene el suelo para almacenar agua:

$$D_{neta} = 10.000 \frac{m^2}{1ha} \cdot h(m) \cdot D_a \cdot \left(\frac{CC - PMP}{100} \right)$$

h (m):	profundidad efectiva de raíces	1,2
D_a T/m ³	Densidad aparente	1,4
CC %	Capacidad de campo	22
PMP %	Punto marchitez permanente	10

Dosis neta	2.016	m ³ /ha
	202	mm

5. DOSIS ÚTIL DE RIEGO. D_u .

La dosis útil se determina a partir de la dosis neta y del factor de agotamiento, que establece el % de la dosis neta que queda como agua fácilmente disponible en el suelo.

	f	
Para riegos localizados:	0,1-0,3	
Para riegos aspersión fijos:	0,2-0,3	0,2
Para riegos por aspersión móviles:	0,6	

$$D_u = N_r \cdot f$$

Dosis útil D_u : 40,32 mm/riego

6. DOSIS REAL O TOTAL DE RIEGO. D_R D_T .

La dosis real es la dosis útil corregida por la eficiencia de aplicación del sistema.

Dosis Real de riego D_R : 54,08 mm $D_R = \frac{D_u}{E_a}$

7. ESPACIAMIENTOS Y RECUBRIMIENTOS

Son los parámetros de solape entre los emisores y dependen del marco de riego y del diámetro mojado.

Separación entre líneas de riego (m):	S_m :	18,00
Separación entre aspersores (m):	S_l :	18,00
Alcance del aspersor (m):		14,50
Diámetro mojado (m):		29,00

Recubrimiento: $R_l = \frac{S_l}{D}$ R_l : 0,62

$R_m = \frac{S_m}{D}$ R_m : 0,62

8. DENSIDAD DE ASPERSIÓN i

Densidad de aspersión, pluviometría o intensidad de lluvia.

Es la cantidad de agua aportada por un aspersor por unidad de superficie y hora en mm/h.

$$i = \frac{q}{S_a}$$

q : Caudal del aspersor l/h.
 S_a : superficie asignada al aspersor m²

Caudal del aspersor l/h:	1.976,00
Superficie mojada m ² :	324,00
Densidad de aspersión mm/h:	6,10

9. DURACIÓN DEL RIEGO t_r .

Es el tiempo que necesita el aspersor para aportar la dosis real o total.

$$t_{r(\text{horas})} = \frac{D_r (\text{mm})}{i (\text{mm/h})}$$

$t_r =$ horas por riego

Valores recomendados entre 6 y 8 horas

10. ESPACIAMIENTO ENTRE RIEGOS T_r .

Para determinar el tiempo máximo entre riegos tenemos que considerar la dosis útil y las necesidades netas.

$$T_{(\text{días})} = \frac{D_u (\text{mm/riego})}{N_n (\text{mm/día})}$$

Necesidades netas del mes de mayor consumo (mm/día):

Tiempo máximo entre riegos:

$T =$

$T_r =$ Redondeamos el valor de T al entero inferior.

11. NÚMERO MÁXIMO UNIDADES RIEGO EN LA PARCELA Nud .

Número máximo de UD con el criterio del tiempo disponible para el riego:

t_r : duración del riego en un sector, en horas invertidas para aplicar la D_r .

$t_r(\text{h/r}) =$

T_r : subperiodo de riego, en días hábiles entre dos riegos consecutivos.

$T_r(\text{dh/r}) =$

t : jornada de riego en horas hábiles al día.

$t(\text{hh/d}) =$

Número máximo de unidades de riego admisibles en la parcela.

$$Nud \times t_r (\text{h/r}) = T_r (\text{dh/r}) \times t (\text{hh/d})$$

$(Nud)_{max} =$

$(Nud)_{max} =$

Número mínimo de unidades de riego admisibles en la parcela por limitación de caudal.

Caudal necesario para el funcionamiento de toda la instalación:

Superficie de parcela (m²):

Superficie asignada a cada aspersor m²:

Caudal unitario aspersor l/h

Caudal requerido para toda la instalación:

$Q_r =$ l/s

Caudal disponible en toma:

$Q_t =$ l/s

$(Nud)_{min} = Q_r / Q_t =$ $(Nud)_{min} =$

Número de unidades de riego propuesto para la parcela:

$Nud =$

12. NÚMERO MÁXIMO DE ASPERSORES EN LA UNIDAD

Número máximo admisible de aspersores en la unidad de riego:

Caudal disponible en toma l/h

97.200,00

Caudal nominal aspersor l/h

1.976,00

$$(N)_{max} = \frac{Qt}{qn} =$$

49,19 Aspersores

13. CAUDAL CARACTERÍSTICO

Caudal ficticio continuo: son las necesidades reales N_r , mes a mes, expresado en l/s y hectárea.

Caudal característico: es el caudal ficticio continuo del mes de máximas necesidades.

Necesidades reales:

Nr:

8,73 mm/día

Caudal característico:

1,01 l/s y ha.

ANEJO N. 5

**DISEÑO
HIDRÁULICO**

Índice

1.	Unidad de riego 1
2.	Unidad de riego 2
3.	Unidad de riego 3
4.	Unidad de riego 4

Unidad de riego 1

**CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES
FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA**

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Lateral de riego RL1

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PEAD PE100 DN32 PN10	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	0.549	1,976.40
Hipótesis 2	0.549	1,976.40
Hipótesis 3	0.549	1,976.40
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PEAD PE100 DN32 PN10	28	0.028
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	0.89	
Hipótesis 2	0.89	
Hipótesis 3	0.89	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	21898.78	
Hipótesis 2	21898.78	
Hipótesis 3	21898.78	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PEAD PE100 DN32 PN10	0.002	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.02548	
Hipótesis 2	0.02548	
Hipótesis 3	0.02548	
Longitud de tubería:		
L(m)=	18	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.66	
Hipótesis 2	0.66	
Hipótesis 3	0.66	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	36.911	
Hipótesis 2	36.911	
Hipótesis 3	36.911	

**CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES
FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA**

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Lateral de riego RL2

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PEAD PE100 DN32 PN10	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	1.098	3,952.80
Hipótesis 2	1.098	3,952.80
Hipótesis 3	1.098	3,952.80
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PEAD PE100 DN32 PN10	28	0.028
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.78	
Hipótesis 2	1.78	
Hipótesis 3	1.78	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	43797.56	
Hipótesis 2	43797.56	
Hipótesis 3	43797.56	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PEAD PE100 DN32 PN10	0.002	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.02171	
Hipótesis 2	0.02171	
Hipótesis 3	0.02171	
Longitud de tubería:		
L(m)=	1	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.13	
Hipótesis 2	0.13	
Hipótesis 3	0.13	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	125.789	
Hipótesis 2	125.789	
Hipótesis 3	125.789	

CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA			
IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T1			
FLUIDO: AGUA			
PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.			
Presión nominal adoptada para el funcionamiento de los aspersores (m):			30
Perdidas de carga por rozamiento continuo en el último lateral de riego (m):			0.790
Perdidas de carga totales en el último lateral de riego (m):			0.95
Variación de presión máxima admisible en la unidad de riego (m):			6.0
Diferencia de cota entre extremos de la unidad de riego (m):			0
Pérdida de carga máxima admisible en la unidad de riego (m):			6.0
Pérdida de carga máxima admisibles en la tubería terciaria (m):			5.05
Pérdidas de carga admisibles en TT exclusivamente por rozamiento(m):			4.21
Longitud total de la tubería terciaria en la unidad de riego (m):			126
Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento en tubería terciaria (m/m):			0.0334
Longitud del tramo objeto de cálculo en la tubería terciaria (m):			9
Pérdida de carga admisible en el tramo objeto de cálculo (m):			0.301
CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO			
Designación de la tubería:	PVC DN63 PN6		
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)	
Hipótesis 1	1.647	5,929.20	
Hipótesis 2	1.647	5,929.20	
Hipótesis 3	1.647	5,929.20	
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=			
PVC DN63 PN6	59	0.059	
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):			
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$	
Hipótesis 1	0.60		
Hipótesis 2	0.60		
Hipótesis 3	0.60		
Temperatura de cálculo(°C):	15.00		
Viscosidad cinemática del gua:			
n(m2/seg)=	1.14E-06		
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$	
Hipótesis 1	31177.93		
Hipótesis 2	31177.93		
Hipótesis 3	31177.93		
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=			
PVC DN63 PN6	0.02		
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$	
Hipótesis 1	0.024		
Hipótesis 2	0.024		
Hipótesis 3	0.024		
Longitud de tubería:			
L(m)=	9		
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:			
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$	
Hipótesis 1	0.07		
Hipótesis 2	0.07		
Hipótesis 3	0.07		

Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	7.606	
Hipótesis 2	7.606	
Hipótesis 3	7.606	

**CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES
FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA**

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T2

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m): 0.0334

Longitud del tramo de la TT: 18

Pérdida de carga admisible en el tramo m: 0.601

Perdida de carga no consumida en el tramo anterior: 0.232

Perida de caraga total admisible en el tramo m: 0.834

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PVC DN63 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	3.294	11,858.40
Hipótesis 2	3.294	11,858.40
Hipótesis 3	3.294	11,858.40
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN63 PN6	59	0.059
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.20	
Hipótesis 2	1.20	
Hipótesis 3	1.20	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	62355.85	
Hipótesis 2	62355.85	
Hipótesis 3	62355.85	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN63 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.02125	
Hipótesis 2	0.02125	
Hipótesis 3	0.02125	
Longitud de tubería:		
L(m)=	18	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.48	
Hipótesis 2	0.48	
Hipótesis 3	0.48	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	26.673	
Hipótesis 2	26.673	
Hipótesis 3	26.673	

CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T3

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m):	0.0334
Longitud del tramo de la TT:	18
Pérdida de carga admisible en el tramo m:	0.601
Perdida de carga no consumida en el tramo anterior:	0.354
Perida de caraga total admisible en el tramo m:	0.955

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PVC DN75 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	5.490	19,764.00
Hipótesis 2	5.490	19,764.00
Hipótesis 3	5.490	19,764.00
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN75 PN6	70.4	0.0704
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.41	
Hipótesis 2	1.41	
Hipótesis 3	1.41	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	87097.43	
Hipótesis 2	87097.43	
Hipótesis 3	87097.43	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN75 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.01987	
Hipótesis 2	0.01987	
Hipótesis 3	0.01987	
Longitud de tubería:		
L(m)=	18	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.52	
Hipótesis 2	0.52	
Hipótesis 3	0.52	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	28.649	
Hipótesis 2	28.649	
Hipótesis 3	28.649	

CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA	
IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T4	
FLUIDO: AGUA	
PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.	
Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m):	0.0334
Longitud del tramo de la TT:	18
Pérdida de carga admisible en el tramo m:	0.601
Perdida de carga no consumida en el tramo anterior:	0.439
Perida de caraga total admisible en el tramo m:	1.041

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO		
Designación de la tubería:	PVC DN75 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	7.137	25,693.20
Hipótesis 2	7.137	25,693.20
Hipótesis 3	7.137	25,693.20
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN75 PN6	70.4	0.0704
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.83	
Hipótesis 2	1.83	
Hipótesis 3	1.83	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	113226.65	
Hipótesis 2	113226.65	
Hipótesis 3	113226.65	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN75 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.01909	
Hipótesis 2	0.01909	
Hipótesis 3	0.01909	
Longitud de tubería:		
L(m)=	18	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.84	
Hipótesis 2	0.84	
Hipótesis 3	0.84	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	46.498	
Hipótesis 2	46.498	
Hipótesis 3	46.498	

**CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES
FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA**

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T5

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m): 0.0334

Longitud del tramo de la TT: 18

Pérdida de carga admisible en el tramo m: 0.601

Perdida de carga no consumida en el tramo anterior: 0.204

Perida de caraga total admisible en el tramo m: 0.805

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PVC DN90 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	9.333	33,598.80
Hipótesis 2	9.333	33,598.80
Hipótesis 3	9.333	33,598.80
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN90 PN6	84.4	0.0844
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.67	
Hipótesis 2	1.67	
Hipótesis 3	1.67	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	123504.98	
Hipótesis 2	123504.98	
Hipótesis 3	123504.98	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN90 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.01859	
Hipótesis 2	0.01859	
Hipótesis 3	0.01859	
Longitud de tubería:		
L(m)=	18	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.56	
Hipótesis 2	0.56	
Hipótesis 3	0.56	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	31.276	
Hipótesis 2	31.276	
Hipótesis 3	31.276	

CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T6

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m):	0.0334
Longitud del tramo de la TT:	45
Pérdida de carga admisible en el tramo m:	1.504
Perdida de carga no consumida en el tramo anterior:	0.242
Perida de caraga total admisible en el tramo m:	1.746

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PVC DN110 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	10.980	39,528.00
Hipótesis 2	10.980	39,528.00
Hipótesis 3	10.980	39,528.00
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN110 PN6	104.6	0.1046
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.28	
Hipótesis 2	1.28	
Hipótesis 3	1.28	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	117240.13	
Hipótesis 2	117240.13	
Hipótesis 3	117240.13	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN110 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.01849	
Hipótesis 2	0.01849	
Hipótesis 3	0.01849	
Longitud de tubería:		
L(m)=	45	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.66	
Hipótesis 2	0.66	
Hipótesis 3	0.66	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	14.723	
Hipótesis 2	14.723	
Hipótesis 3	14.723	

Unidad de riego 2

**CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES
FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA**

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Lateral de riego RL1

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PEAD PE100 DN32 PN10	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	0.549	1,976.40
Hipótesis 2	0.549	1,976.40
Hipótesis 3	0.549	1,976.40
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PEAD PE100 DN32 PN10	28	0.028
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	0.89	
Hipótesis 2	0.89	
Hipótesis 3	0.89	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.		
	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	21898.78	
Hipótesis 2	21898.78	
Hipótesis 3	21898.78	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PEAD PE100 DN32 PN10	0.002	
Factor de fricción:		
	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.02548	
Hipótesis 2	0.02548	
Hipótesis 3	0.02548	
Longitud de tubería:		
L(m)=	18	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.66	
Hipótesis 2	0.66	
Hipótesis 3	0.66	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	36.911	
Hipótesis 2	36.911	
Hipótesis 3	36.911	

**CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES
FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA**

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Lateral de riego RL2

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PEAD PE100 DN32 PN10	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	1.098	3,952.80
Hipótesis 2	1.098	3,952.80
Hipótesis 3	1.098	3,952.80
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PEAD PE100 DN32 PN10	28	0.028
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.78	
Hipótesis 2	1.78	
Hipótesis 3	1.78	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.		
	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	43797.56	
Hipótesis 2	43797.56	
Hipótesis 3	43797.56	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PEAD PE100 DN32 PN10	0.002	
Factor de fricción:		
	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.02171	
Hipótesis 2	0.02171	
Hipótesis 3	0.02171	
Longitud de tubería:		
L(m)=	1	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.13	
Hipótesis 2	0.13	
Hipótesis 3	0.13	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	125.789	
Hipótesis 2	125.789	
Hipótesis 3	125.789	

CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA			
IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T1			
FLUIDO: AGUA			
PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.			
Presión nominal adoptada para el funcionamiento de los aspersores (m):			30
Perdidas de carga por rozamiento continuo en el último lateral de riego (m):			0.790
Perdidas de carga totales en el último lateral de riego (m):			0.95
Variación de presión máxima admisible en la unidad de riego (m):			6.0
Diferencia de cota entre extremos de la unidad de riego (m):			0
Pérdida de carga máxima admisible en la unidad de riego (m):			6.0
Pérdida de carga máxima admisibles en la tubería terciaria (m):			5.05
Pérdidas de carga admisibles en TT exclusivamente por rozamiento(m):			4.21
Longitud total de la tubería terciaria en la unidad de riego (m):			164
Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento en tubería terciaria (m/m):			0.0257
Longitud del tramo objeto de cálculo en la tubería terciaria (m):			18
Pérdida de carga admisible en el tramo objeto de cálculo (m):			0.462
CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO			
Designación de la tubería:	PVC DN63 PN6		
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)	
Hipótesis 1	1.647	5,929.20	
Hipótesis 2	1.647	5,929.20	
Hipótesis 3	1.647	5,929.20	
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=			
PVC DN63 PN6	59	0.059	
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):			
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$	
Hipótesis 1	0.60		
Hipótesis 2	0.60		
Hipótesis 3	0.60		
Temperatura de cálculo(°C):	15.00		
Viscosidad cinemática del gua:			
n(m2/seg)=	1.14E-06		
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$	
Hipótesis 1	31177.93		
Hipótesis 2	31177.93		
Hipótesis 3	31177.93		
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=			
PVC DN63 PN6	0.02		
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3.71 \cdot D} \right)$	
Hipótesis 1	0.024		
Hipótesis 2	0.024		
Hipótesis 3	0.024		
Longitud de tubería:			
L(m)=	18		
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:			
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$	
Hipótesis 1	0.14		
Hipótesis 2	0.14		
Hipótesis 3	0.14		

Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	7.606	
Hipótesis 2	7.606	
Hipótesis 3	7.606	

=

**CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES
FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA**

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T2

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m): 0.0257

Longitud del tramo de la TT: 18

Pérdida de carga admisible en el tramo m: 0.462

Perdida de carga no consumida en el tramo anterior: 0.325

Perida de caraga total admisible en el tramo m: 0.787

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PVC DN63 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	3.294	11,858.40
Hipótesis 2	3.294	11,858.40
Hipótesis 3	3.294	11,858.40
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN63 PN6	59	0.059
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.20	
Hipótesis 2	1.20	
Hipótesis 3	1.20	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	62355.85	
Hipótesis 2	62355.85	
Hipótesis 3	62355.85	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN63 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.02125	
Hipótesis 2	0.02125	
Hipótesis 3	0.02125	
Longitud de tubería:		
L(m)=	18	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.48	
Hipótesis 2	0.48	
Hipótesis 3	0.48	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	26.673	
Hipótesis 2	26.673	
Hipótesis 3	26.673	

**CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES
FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA**

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T3

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m):	0.0257
Longitud del tramo de la TT:	18
Pérdida de carga admisible en el tramo m:	0.462
Perdida de carga no consumida en el tramo anterior:	0.307
Perida de caraga total admisible en el tramo m:	0.769

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PVC DN75 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	4.941	17,787.60
Hipótesis 2	4.941	17,787.60
Hipótesis 3	4.941	17,787.60
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN75 PN6	70.4	0.0704
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.27	
Hipótesis 2	1.27	
Hipótesis 3	1.27	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	78387.68	
Hipótesis 2	78387.68	
Hipótesis 3	78387.68	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN75 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.02022	
Hipótesis 2	0.02022	
Hipótesis 3	0.02022	
Longitud de tubería:		
L(m)=	18	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.42	
Hipótesis 2	0.42	
Hipótesis 3	0.42	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	23.609	
Hipótesis 2	23.609	
Hipótesis 3	23.609	

CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T4

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m):	0.0257
Longitud del tramo de la TT:	18
Pérdida de carga admisible en el tramo m:	0.462
Perdida de carga no consumida en el tramo anterior:	0.344
Perida de caraga total admisible en el tramo m:	0.806

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PVC DN75 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	6.588	23,716.80
Hipótesis 2	6.588	23,716.80
Hipótesis 3	6.588	23,716.80
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN75 PN6	70.4	0.0704
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.69	
Hipótesis 2	1.69	
Hipótesis 3	1.69	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	104516.91	
Hipótesis 2	104516.91	
Hipótesis 3	104516.91	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN75 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.01931	
Hipótesis 2	0.01931	
Hipótesis 3	0.01931	
Longitud de tubería:		
L(m)=	18	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.72	
Hipótesis 2	0.72	
Hipótesis 3	0.72	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	40.096	
Hipótesis 2	40.096	
Hipótesis 3	40.096	

CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T5

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m):	0.0257
Longitud del tramo de la TT:	18
Pérdida de carga admisible en el tramo m:	0.462
Perdida de carga no consumida en el tramo anterior:	0.084
Perida de caraga total admisible en el tramo m:	0.547

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PVC DN90 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	8.235	29,646.00
Hipótesis 2	8.235	29,646.00
Hipótesis 3	8.235	29,646.00
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN90 PN6	84.4	0.0844
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.47	
Hipótesis 2	1.47	
Hipótesis 3	1.47	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	108974.98	
Hipótesis 2	108974.98	
Hipótesis 3	108974.98	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN90 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.01895	
Hipótesis 2	0.01895	
Hipótesis 3	0.01895	
Longitud de tubería:		
L(m)=	18	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.45	
Hipótesis 2	0.45	
Hipótesis 3	0.45	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	24.821	
Hipótesis 2	24.821	
Hipótesis 3	24.821	

**CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES
FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA**

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T6

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m): 0.0257

Longitud del tramo de la TT: 18

Pérdida de carga admisible en el tramo m: 0.462

Perdida de carga no consumida en el tramo anterior: 0.100

Perida de caraga total admisible en el tramo m: 0.562

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PVC DN90 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	9.333	33,598.80
Hipótesis 2	9.333	33,598.80
Hipótesis 3	9.333	33,598.80
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN90 PN6	84.4	0.0844
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.67	
Hipótesis 2	1.67	
Hipótesis 3	1.67	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	123504.98	
Hipótesis 2	123504.98	
Hipótesis 3	123504.98	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN90 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.01859	
Hipótesis 2	0.01859	
Hipótesis 3	0.01859	
Longitud de tubería:		
L(m)=	18	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.56	
Hipótesis 2	0.56	
Hipótesis 3	0.56	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	31.276	
Hipótesis 2	31.276	
Hipótesis 3	31.276	

CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T7

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m):	0.0257
Longitud del tramo de la TT:	18
Pérdida de carga admisible en el tramo m:	0.462
Perdida de carga no consumida en el tramo anterior:	0.001
Perida de caraga total admisible en el tramo m:	0.463

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PVC DN110 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	10.980	39,528.00
Hipótesis 2	10.980	39,528.00
Hipótesis 3	10.980	39,528.00
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN110 PN6	104.6	0.1046
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.28	
Hipótesis 2	1.28	
Hipótesis 3	1.28	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	117240.13	
Hipótesis 2	117240.13	
Hipótesis 3	117240.13	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN110 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.01849	
Hipótesis 2	0.01849	
Hipótesis 3	0.01849	
Longitud de tubería:		
L(m)=	18	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.27	
Hipótesis 2	0.27	
Hipótesis 3	0.27	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	14.723	
Hipótesis 2	14.723	
Hipótesis 3	14.723	

CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T8

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m):	0.0257
Longitud del tramo de la TT:	18
Pérdida de carga admisible en el tramo m:	0.462
Perdida de carga no consumida en el tramo anterior:	0.198
Perida de caraga total admisible en el tramo m:	0.660

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PVC DN110 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	12.078	43,480.80
Hipótesis 2	12.078	43,480.80
Hipótesis 3	12.078	43,480.80
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN110 PN6	104.6	0.1046
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.41	
Hipótesis 2	1.41	
Hipótesis 3	1.41	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	128964.14	
Hipótesis 2	128964.14	
Hipótesis 3	128964.14	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN110 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.01821	
Hipótesis 2	0.01821	
Hipótesis 3	0.01821	
Longitud de tubería:		
L(m)=	18	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.32	
Hipótesis 2	0.32	
Hipótesis 3	0.32	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	17.548	
Hipótesis 2	17.548	
Hipótesis 3	17.548	

CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA	
IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T9 (último)	
FLUIDO: AGUA	
PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.	
Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m):	0.0257
Longitud del tramo de la TT:	39
Pérdida de carga admisible en el tramo m:	1.001
Perdida de carga no consumida en el tramo anterior:	0.344
Perida de caraga total admisible en el tramo m:	1.345

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO		
Designación de la tubería:	PVC DN110 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	13.725	49,410.00
Hipótesis 2	13.725	49,410.00
Hipótesis 3	13.725	49,410.00
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN110 PN6	104.6	0.1046
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.60	
Hipótesis 2	1.60	
Hipótesis 3	1.60	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	146550.16	
Hipótesis 2	146550.16	
Hipótesis 3	146550.16	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN110 PN6	0.02	
Factor de fricción:		
	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.01786	
Hipótesis 2	0.01786	
Hipótesis 3	0.01786	
Longitud de tubería:		
L(m)=	39	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.87	
Hipótesis 2	0.87	
Hipótesis 3	0.87	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	22.222	
Hipótesis 2	22.222	
Hipótesis 3	22.222	

Unidad de riego 3

**CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES
FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA**

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Lateral de riego RL1

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PEAD PE100 DN32 PN10	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	0.549	1,976.40
Hipótesis 2	0.549	1,976.40
Hipótesis 3	0.549	1,976.40
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PEAD PE100 DN32 PN10	28	0.028
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	0.89	
Hipótesis 2	0.89	
Hipótesis 3	0.89	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	21898.78	
Hipótesis 2	21898.78	
Hipótesis 3	21898.78	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PEAD PE100 DN32 PN10	0.002	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.02548	
Hipótesis 2	0.02548	
Hipótesis 3	0.02548	
Longitud de tubería:		
L(m)=	18	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.66	
Hipótesis 2	0.66	
Hipótesis 3	0.66	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	36.911	
Hipótesis 2	36.911	
Hipótesis 3	36.911	

**CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES
FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA**

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Lateral de riego RL2

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PEAD PE100 DN32 PN10	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	1.098	3,952.80
Hipótesis 2	1.098	3,952.80
Hipótesis 3	1.098	3,952.80
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PEAD PE100 DN32 PN10	28	0.028
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.78	
Hipótesis 2	1.78	
Hipótesis 3	1.78	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	43797.56	
Hipótesis 2	43797.56	
Hipótesis 3	43797.56	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PEAD PE100 DN32 PN10	0.002	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.02171	
Hipótesis 2	0.02171	
Hipótesis 3	0.02171	
Longitud de tubería:		
L(m)=	1	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.13	
Hipótesis 2	0.13	
Hipótesis 3	0.13	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	125.789	
Hipótesis 2	125.789	
Hipótesis 3	125.789	

CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA			
IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T1			
FLUIDO: AGUA			
PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.			
Presión nominal adoptada para el funcionamiento de los aspersores (m):			30
Perdidas de carga por rozamiento continuo en el último lateral de riego (m):			0.790
Perdidas de carga totales en el último lateral de riego (m):			0.95
Variación de presión máxima admisible en la unidad de riego (m):			6.0
Diferencia de cota entre extremos de la unidad de riego (m):			0
Pérdida de carga máxima admisible en la unidad de riego (m):			6.0
Pérdida de carga máxima admisibles en la tubería terciaria (m):			5.05
Pérdidas de carga admisibles en TT exclusivamente por rozamiento(m):			4.21
Longitud total de la tubería terciaria en la unidad de riego (m):			202
Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento en tubería terciaria (m/m):			0.0208
Longitud del tramo objeto de cálculo en la tubería terciaria (m):			18
Pérdida de carga admisible en el tramo objeto de cálculo (m):			0.375
CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO			
Designación de la tubería:	PVC DN63 PN6		
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)	
Hipótesis 1	1.647	5,929.20	
Hipótesis 2	1.647	5,929.20	
Hipótesis 3	1.647	5,929.20	
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=			
PVC DN63 PN6	59	0.059	
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):			
	V(m/s)		
Hipótesis 1	0.60		$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 2	0.60		
Hipótesis 3	0.60		
Temperatura de cálculo(°C):	15.00		
Viscosidad cinemática del gua:			
n(m2/seg)=	1.14E-06		
Número de Reynolds.			
	Re		
Hipótesis 1	31177.93		$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 2	31177.93		
Hipótesis 3	31177.93		
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=			
PVC DN63 PN6	0.02		
Factor de fricción:			
	f=		
Hipótesis 1	0.024		$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3.71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 2	0.024		
Hipótesis 3	0.024		
Longitud de tubería:			
L(m)=	18		
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:			
	hr(m)		
Hipótesis 1	0.14		$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 2	0.14		
Hipótesis 3	0.14		

Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	7.606	
Hipótesis 2	7.606	
Hipótesis 3	7.606	

=

**CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES
FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA**

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T2

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m): 0.0208

Longitud del tramo de la TT: 18

Pérdida de carga admisible en el tramo m: 0.375

Perdida de carga no consumida en el tramo anterior: 0.238

Perida de caraga total admisible en el tramo m: 0.613

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PVC DN63 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	2.745	9,882.00
Hipótesis 2	2.745	9,882.00
Hipótesis 3	2.745	9,882.00
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN63 PN6	59	0.059
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.00	
Hipótesis 2	1.00	
Hipótesis 3	1.00	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	51963.21	
Hipótesis 2	51963.21	
Hipótesis 3	51963.21	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN63 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.02194	
Hipótesis 2	0.02194	
Hipótesis 3	0.02194	
Longitud de tubería:		
L(m)=	18	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.34	
Hipótesis 2	0.34	
Hipótesis 3	0.34	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	19.129	
Hipótesis 2	19.129	
Hipótesis 3	19.129	

**CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES
FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA**

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T3

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m): 0.0208

Longitud del tramo de la TT: 18

Pérdida de carga admisible en el tramo m: 0.375

Perdida de carga no consumida en el tramo anterior: 0.269

Perida de caraga total admisible en el tramo m: 0.644

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PVC DN75 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	4.392	15,811.20
Hipótesis 2	4.392	15,811.20
Hipótesis 3	4.392	15,811.20
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN75 PN6	70.4	0.0704
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.13	
Hipótesis 2	1.13	
Hipótesis 3	1.13	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	69677.94	
Hipótesis 2	69677.94	
Hipótesis 3	69677.94	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN75 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.02063	
Hipótesis 2	0.02063	
Hipótesis 3	0.02063	
Longitud de tubería:		
L(m)=	18	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.34	
Hipótesis 2	0.34	
Hipótesis 3	0.34	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	19.030	
Hipótesis 2	19.030	
Hipótesis 3	19.030	

**CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES
FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA**

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T4

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m):	0.0208
Longitud del tramo de la TT:	18
Pérdida de carga admisible en el tramo m:	0.375
Perdida de carga no consumida en el tramo anterior:	0.302
Perida de caraga total admisible en el tramo m:	0.677

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PVC DN75 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	5.490	19,764.00
Hipótesis 2	5.490	19,764.00
Hipótesis 3	5.490	19,764.00
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN75 PN6	70.4	0.0704
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.41	
Hipótesis 2	1.41	
Hipótesis 3	1.41	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	87097.43	
Hipótesis 2	87097.43	
Hipótesis 3	87097.43	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN75 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.01987	
Hipótesis 2	0.01987	
Hipótesis 3	0.01987	
Longitud de tubería:		
L(m)=	18	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.52	
Hipótesis 2	0.52	
Hipótesis 3	0.52	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	28.649	
Hipótesis 2	28.649	
Hipótesis 3	28.649	

CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA	
IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T5	
FLUIDO: AGUA	
PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.	
Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m):	0.0208
Longitud del tramo de la TT:	18
Pérdida de carga admisible en el tramo m:	0.375
Perdida de carga no consumida en el tramo anterior:	0.161
Perida de caraga total admisible en el tramo m:	0.536

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO		
Designación de la tubería:	PVC DN90 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	7.137	25,693.20
Hipótesis 2	7.137	25,693.20
Hipótesis 3	7.137	25,693.20
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN90 PN6	84.4	0.0844
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.28	
Hipótesis 2	1.28	
Hipótesis 3	1.28	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	94444.98	
Hipótesis 2	94444.98	
Hipótesis 3	94444.98	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN90 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.01939	
Hipótesis 2	0.01939	
Hipótesis 3	0.01939	
Longitud de tubería:		
L(m)=	18	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.34	
Hipótesis 2	0.34	
Hipótesis 3	0.34	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	19.075	
Hipótesis 2	19.075	
Hipótesis 3	19.075	

CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T6

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m):	0.0208
Longitud del tramo de la TT:	18
Pérdida de carga admisible en el tramo m:	0.375
Perdida de carga no consumida en el tramo anterior:	0.193
Perida de caraga total admisible en el tramo m:	0.568

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PVC DN90 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	8.235	29,646.00
Hipótesis 2	8.235	29,646.00
Hipótesis 3	8.235	29,646.00
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN90 PN6	84.4	0.0844
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.47	
Hipótesis 2	1.47	
Hipótesis 3	1.47	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	108974.98	
Hipótesis 2	108974.98	
Hipótesis 3	108974.98	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN90 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.01895	
Hipótesis 2	0.01895	
Hipótesis 3	0.01895	
Longitud de tubería:		
L(m)=	18	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.45	
Hipótesis 2	0.45	
Hipótesis 3	0.45	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	24.821	
Hipótesis 2	24.821	
Hipótesis 3	24.821	

**CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES
FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA**

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T7

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m): 0.0208

Longitud del tramo de la TT: 18

Pérdida de carga admisible en el tramo m: 0.375

Perdida de carga no consumida en el tramo anterior: 0.121

Perida de caraga total admisible en el tramo m: 0.496

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PVC DN110 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	9.882	35,575.20
Hipótesis 2	9.882	35,575.20
Hipótesis 3	9.882	35,575.20
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN110 PN6	104.6	0.1046
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.15	
Hipótesis 2	1.15	
Hipótesis 3	1.15	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	105516.12	
Hipótesis 2	105516.12	
Hipótesis 3	105516.12	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN110 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.01881	
Hipótesis 2	0.01881	
Hipótesis 3	0.01881	
Longitud de tubería:		
L(m)=	18	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.22	
Hipótesis 2	0.22	
Hipótesis 3	0.22	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	12.132	
Hipótesis 2	12.132	
Hipótesis 3	12.132	

CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T8

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m):	0.0208
Longitud del tramo de la TT:	18
Pérdida de carga admisible en el tramo m:	0.375
Perdida de carga no consumida en el tramo anterior:	0.278
Perida de caraga total admisible en el tramo m:	0.653

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PVC DN110 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	10.980	39,528.00
Hipótesis 2	10.980	39,528.00
Hipótesis 3	10.980	39,528.00
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN110 PN6	104.6	0.1046
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.28	
Hipótesis 2	1.28	
Hipótesis 3	1.28	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	117240.13	
Hipótesis 2	117240.13	
Hipótesis 3	117240.13	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN110 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.01849	
Hipótesis 2	0.01849	
Hipótesis 3	0.01849	
Longitud de tubería:		
L(m)=	18	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.27	
Hipótesis 2	0.27	
Hipótesis 3	0.27	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	14.723	
Hipótesis 2	14.723	
Hipótesis 3	14.723	

CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T9 (último)

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m):	0.0208
Longitud del tramo de la TT:	58
Pérdida de carga admisible en el tramo m:	1.209
Perdida de carga no consumida en el tramo anterior:	0.388
Perida de caraga total admisible en el tramo m:	1.597

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PVC DN110 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	12.627	45,457.20
Hipótesis 2	12.627	45,457.20
Hipótesis 3	12.627	45,457.20
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN110 PN6	104.6	0.1046
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.47	
Hipótesis 2	1.47	
Hipótesis 3	1.47	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	134826.15	
Hipótesis 2	134826.15	
Hipótesis 3	134826.15	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN110 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.01809	
Hipótesis 2	0.01809	
Hipótesis 3	0.01809	
Longitud de tubería:		
L(m)=	58	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	1.10	
Hipótesis 2	1.10	
Hipótesis 3	1.10	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	19.048	
Hipótesis 2	19.048	
Hipótesis 3	19.048	

Unidad de riego 4

**CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES
FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA**

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Lateral de riego RL1

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PEAD PE100 DN32 PN10	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	0.549	1,976.40
Hipótesis 2	0.549	1,976.40
Hipótesis 3	0.549	1,976.40
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PEAD PE100 DN32 PN10	28	0.028
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	0.89	
Hipótesis 2	0.89	
Hipótesis 3	0.89	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.		
	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	21898.78	
Hipótesis 2	21898.78	
Hipótesis 3	21898.78	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PEAD PE100 DN32 PN10	0.002	
Factor de fricción:		
	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.02548	
Hipótesis 2	0.02548	
Hipótesis 3	0.02548	
Longitud de tubería:		
L(m)=	4.5	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.17	
Hipótesis 2	0.17	
Hipótesis 3	0.17	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	36.911	
Hipótesis 2	36.911	
Hipótesis 3	36.911	

CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA			
IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T1			
FLUIDO: AGUA			
PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.			
Presión nominal adoptada para el funcionamiento de los aspersores (m):			30
Perdidas de carga por rozamiento continuo en el último lateral de riego (m):			0.166
Perdidas de carga totales en el último lateral de riego (m):			0.20
Variación de presión máxima admisible en la unidad de riego (m):			6.0
Diferencia de cota entre extremos de la unidad de riego (m):			0
Pérdida de carga máxima admisible en la unidad de riego (m):			6.0
Pérdida de carga máxima admisibles en la tubería terciaria (m):			5.80
Pérdidas de carga admisibles en TT exclusivamente por rozamiento(m):			4.83
Longitud total de la tubería terciaria en la unidad de riego (m):			317
Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento en tubería terciaria (m/m):			0.0152
Longitud del tramo objeto de cálculo en la tubería terciaria (m):			4.5
Pérdida de carga admisible en el tramo objeto de cálculo (m):			0.069
CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO			
Designación de la tubería:	PVC DN63 PN6		
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)	
Hipótesis 1	0.549	1,976.40	
Hipótesis 2	0.549	1,976.40	
Hipótesis 3	0.549	1,976.40	
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=			
PVC DN63 PN6	59	0.059	
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):			
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$	
Hipótesis 1	0.20		
Hipótesis 2	0.20		
Hipótesis 3	0.20		
Temperatura de cálculo(°C):	15.00		
Viscosidad cinemática del gua:			
n(m2/seg)=	1.14E-06		
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$	
Hipótesis 1	10392.64		
Hipótesis 2	10392.64		
Hipótesis 3	10392.64		
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=			
PVC DN63 PN6	0.02		
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$	
Hipótesis 1	0.031		
Hipótesis 2	0.031		
Hipótesis 3	0.031		
Longitud de tubería:			
L(m)=	4.5		
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:			
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$	
Hipótesis 1	0.00		
Hipótesis 2	0.00		
Hipótesis 3	0.00		

Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	1.092	
Hipótesis 2	1.092	
Hipótesis 3	1.092	

=

**CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES
FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA**

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T2

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m): 0.0152

Longitud del tramo de la TT: 18

Pérdida de carga admisible en el tramo m: 0.274

Perdida de carga no consumida en el tramo anterior: 0.064

Perida de caraga total admisible en el tramo m: 0.338

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PVC DN63 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	1.647	5,929.20
Hipótesis 2	1.647	5,929.20
Hipótesis 3	1.647	5,929.20
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN63 PN6	59	0.059
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	0.60	
Hipótesis 2	0.60	
Hipótesis 3	0.60	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	31177.93	
Hipótesis 2	31177.93	
Hipótesis 3	31177.93	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN63 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.02423	
Hipótesis 2	0.02423	
Hipótesis 3	0.02423	
Longitud de tubería:		
L(m)=	18	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.14	
Hipótesis 2	0.14	
Hipótesis 3	0.14	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	7.606	
Hipótesis 2	7.606	
Hipótesis 3	7.606	

CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T3

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m):	0.0152
Longitud del tramo de la TT:	18
Pérdida de carga admisible en el tramo m:	0.274
Perdida de carga no consumida en el tramo anterior:	0.201
Perida de caraga total admisible en el tramo m:	0.476

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PVC DN75 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	4.392	15,811.20
Hipótesis 2	4.392	15,811.20
Hipótesis 3	4.392	15,811.20
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN75 PN6	70.4	0.0704
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.13	
Hipótesis 2	1.13	
Hipótesis 3	1.13	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	69677.94	
Hipótesis 2	69677.94	
Hipótesis 3	69677.94	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN75 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.02063	
Hipótesis 2	0.02063	
Hipótesis 3	0.02063	
Longitud de tubería:		
L(m)=	18	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.34	
Hipótesis 2	0.34	
Hipótesis 3	0.34	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	19.030	
Hipótesis 2	19.030	
Hipótesis 3	19.030	

**CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES
FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA**

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T4

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m): 0.0152

Longitud del tramo de la TT: 17

Pérdida de carga admisible en el tramo m: 0.259

Perdida de carga no consumida en el tramo anterior: 0.133

Perida de caraga total admisible en el tramo m: 0.392

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PVC DN90 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	7.137	25,693.20
Hipótesis 2	7.137	25,693.20
Hipótesis 3	7.137	25,693.20
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN90 PN6	84.4	0.0844
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.28	
Hipótesis 2	1.28	
Hipótesis 3	1.28	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	94444.98	
Hipótesis 2	94444.98	
Hipótesis 3	94444.98	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN90 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.01939	
Hipótesis 2	0.01939	
Hipótesis 3	0.01939	
Longitud de tubería:		
L(m)=	17	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.32	
Hipótesis 2	0.32	
Hipótesis 3	0.32	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	19.075	
Hipótesis 2	19.075	
Hipótesis 3	19.075	

CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA	
IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T5	
FLUIDO: AGUA	
PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.	
Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m):	0.0152
Longitud del tramo de la TT:	1
Pérdida de carga admisible en el tramo m:	0.015
Perdida de carga no consumida en el tramo anterior:	0.068
Perida de caraga total admisible en el tramo m:	0.083

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO		
Designación de la tubería:	PVC DN90 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	8.235	29,646.00
Hipótesis 2	8.235	29,646.00
Hipótesis 3	8.235	29,646.00
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN90 PN6	84.4	0.0844
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.47	
Hipótesis 2	1.47	
Hipótesis 3	1.47	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	108974.98	
Hipótesis 2	108974.98	
Hipótesis 3	108974.98	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN90 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.01895	
Hipótesis 2	0.01895	
Hipótesis 3	0.01895	
Longitud de tubería:		
L(m)=	1	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.02	
Hipótesis 2	0.02	
Hipótesis 3	0.02	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	24.821	
Hipótesis 2	24.821	
Hipótesis 3	24.821	

**CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES
FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA**

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T6

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m):	0.0152
Longitud del tramo de la TT:	18
Pérdida de carga admisible en el tramo m:	0.274
Perdida de carga no consumida en el tramo anterior:	0.059
Perida de caraga total admisible en el tramo m:	0.333

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PVC DN110 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	9.882	35,575.20
Hipótesis 2	9.882	35,575.20
Hipótesis 3	9.882	35,575.20
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN110 PN6	104.6	0.1046
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.15	
Hipótesis 2	1.15	
Hipótesis 3	1.15	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	105516.12	
Hipótesis 2	105516.12	
Hipótesis 3	105516.12	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN110 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.01881	
Hipótesis 2	0.01881	
Hipótesis 3	0.01881	
Longitud de tubería:		
L(m)=	18	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.22	
Hipótesis 2	0.22	
Hipótesis 3	0.22	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	12.132	
Hipótesis 2	12.132	
Hipótesis 3	12.132	

**CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES
FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA**

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T7

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m): 0.0152

Longitud del tramo de la TT: 17

Pérdida de carga admisible en el tramo m: 0.259

Perdida de carga no consumida en el tramo anterior: 0.115

Perida de caraga total admisible en el tramo m: 0.374

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PVC DN110 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	12.627	45,457.20
Hipótesis 2	12.627	45,457.20
Hipótesis 3	12.627	45,457.20
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN110 PN6	104.6	0.1046
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.47	
Hipótesis 2	1.47	
Hipótesis 3	1.47	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	134826.15	
Hipótesis 2	134826.15	
Hipótesis 3	134826.15	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN110 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.01809	
Hipótesis 2	0.01809	
Hipótesis 3	0.01809	
Longitud de tubería:		
L(m)=	17	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.32	
Hipótesis 2	0.32	
Hipótesis 3	0.32	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	19.048	
Hipótesis 2	19.048	
Hipótesis 3	19.048	

**CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES
FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA**

IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T8

FLUIDO: AGUA

PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.

Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m): 0.0152

Longitud del tramo de la TT: 1

Pérdida de carga admisible en el tramo m: 0.015

Perdida de carga no consumida en el tramo anterior: 0.050

Perida de caraga total admisible en el tramo m: 0.065

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO

Designación de la tubería:	PVC DN110 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	13.725	49,410.00
Hipótesis 2	13.725	49,410.00
Hipótesis 3	13.725	49,410.00
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN110 PN6	104.6	0.1046
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.60	
Hipótesis 2	1.60	
Hipótesis 3	1.60	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	146550.16	
Hipótesis 2	146550.16	
Hipótesis 3	146550.16	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN110 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.01786	
Hipótesis 2	0.01786	
Hipótesis 3	0.01786	
Longitud de tubería:		
L(m)=	1	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	0.02	
Hipótesis 2	0.02	
Hipótesis 3	0.02	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	22.222	
Hipótesis 2	22.222	
Hipótesis 3	22.222	

CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS SIMPLES FORMULAS LOGARITMICAS DE RESISTENCIA	
IDENTIFICACION DE LA TUBERIA: Tubería terciaria T9 (último)	
FLUIDO: AGUA	
PROBLEMA TIPO 1: Cálculo de pérdidas de carga.	
Pérdida de carga unitaria admisible por rozamiento continuo en TT (m/m):	0.0152
Longitud del tramo de la TT:	222.5
Pérdida de carga admisible en el tramo m:	3.393
Perdida de carga no consumida en el tramo anterior:	0.043
Perida de caraga total admisible en el tramo m:	3.436

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO CONTINUO		
Designación de la tubería:	PVC DN125 PN6	
Caudal circulante:	Q(l/s)	Q(l/h)
Hipótesis 1	15.372	55,339.20
Hipótesis 2	15.372	55,339.20
Hipótesis 3	15.372	55,339.20
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=		
PVC DN125 PN6	118.8	0.1188
Velocidad media de circulación del agua (Ec continuidad):		
	V(m/s)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$
Hipótesis 1	1.39	
Hipótesis 2	1.39	
Hipótesis 3	1.39	
Temperatura de cálculo(°C):	15.00	
Viscosidad cinemática del gua:		
n(m2/seg)=	1.14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$
Hipótesis 1	144517.21	
Hipótesis 2	144517.21	
Hipótesis 3	144517.21	
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=		
PVC DN125 PN6	0.02	
Factor de fricción:	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$
Hipótesis 1	0.01775	
Hipótesis 2	0.01775	
Hipótesis 3	0.01775	
Longitud de tubería:		
L(m)=	222.5	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:		
	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
Hipótesis 1	3.26	
Hipótesis 2	3.26	
Hipótesis 3	3.26	
Pérdidas de carga unitarias.Pendiente motriz.		
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$
Hipótesis 1	14.664	
Hipótesis 2	14.664	
Hipótesis 3	14.664	

Tubería principal

CÁLCULO HIDRÁULICO DE TUBERÍAS SIMPLES

FÓRMULAS LOGARÍTMICAS DE RESISTENCIA

TUBERÍA PRINCIPAL

CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA			
		DN(mm)=	e(mm)=
Designación de la tubería:	PVC DN160 PN10	160	6,2
Caudal circulante:	Q(l/seg)	Q(l/h)	
HIPOTESIS 1	15,372	55.339	m
HIPOTESIS 2	15,372	55.339	
HIPOTESIS 3	15,372	55.339	
Diámetro interior de la tubería, D(mm)=			
	PVC DN160 PN10	147,60	0,1476
Velocidad media de circulación del agua:			
	V(m/seg)	$V = \frac{4 \cdot Q}{\Pi \cdot D^2}$	
HIPOTESIS 1	0,898		
HIPOTESIS 2	0,898		
HIPOTESIS 3	0,898		
Temperatura de cálculo(°C):		15,00	
Viscosidad cinemática del agua:			
	ν (m2/seg)=	1,14E-06	
Número de Reynolds.	Re	$Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$	
HIPOTESIS 1	116.318,73		
HIPOTESIS 2	116.318,73		
HIPOTESIS 3	116.318,73		
Rugosidad absoluta de la tubería, K(mm)=			
	PVC DN160 PN10	0,02	
Factor de fricción:			
	f=	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right)$	
HIPOTESIS 1	0,0181925		
HIPOTESIS 2	0,0181925		
HIPOTESIS 3	0,0181925		
Longitud de la tubería:	L(m)=	250	
Estimación porcentual de perdidas de carga singulares :			5%
Longitud equivalente de la tubería: Le(m)=		262,5	
Pérdidas de carga por rozamiento continuo. Formula de Darcy-Weisbach:			
	Caudal (l/s):	hr(m)	$hr = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$
HIPOTESIS 1	15,372	1,269	
HIPOTESIS 2	15,372	1,269	
HIPOTESIS 3	15,372	1,269	
Pérdidas de carga totales. $\Delta H = hr + hs$:			
	Caudal (l/s):	ΔH(m)	$\Delta H = f \frac{Le}{D} \frac{V^2}{2g}$
HIPOTESIS 1	15,372	1,332	
HIPOTESIS 2	15,372	1,332	
HIPOTESIS 3	15,372	1,332	

Pérdidas de carga unitarias. Pendiente motriz.			
	J(mm/m)	$J = \frac{hr}{L}$	
HIPOTESIS 1	5,329		
HIPOTESIS 2	5,329		
HIPOTESIS 3	5,329		
			m.c.a
PRESIÓN EN LA TOMA DE RIEGO DE LA PARCELA:			30,00
PÉRDIDAS DE CARGA TOTALES EN LA TUBERÍA PRINCIPAL			1,33
DIFERENCIA DE COTA ENTRE EXTREMOS TUBERÍA PRINCIPAL:			3
PRESIÓN EN LA ENTRADA DE LA CASETA DE RIEGO:			25,67
Sección transversal útil de la tubería:		S(cm²)=	171,10
Volumen de agua contenido en la tubería:		V(litros)=	4.278

ANEJO N. 6

ELEMENTOS SINGULARES DE LA INSTALACIÓN DE RIEGO

Índice

1.	Introducción.....	3
2.	Válvulas.....	3
2.1.	Válvulas hidráulicas.....	3
2.2.	Válvulas de tres vías.....	5
2.3.	Válvula de ventosa.....	5
2.3.	Válvula de mariposa.....	6
3.	Filtros.....	7
4.	Anclajes.....	8
5.	Codos.....	9
6.	Desagües.....	9
7.	Reducciones.....	10
8.	Piezas de derivación.....	10
9.	Solenoides.....	10
10.	Microtubos de comando.....	11
11.	Piezas especiales.....	12
12.	Programador de riego.....	12

1. Introducción

En el siguiente anejo se describen todos los elementos singulares con los que cuenta la red de riego; estos elementos singulares son los responsables de controlar y regular los caudales circulantes, el filtrado del agua, evacuación del aire del sistema y el continuo control de la presión.

Los elementos singulares con los que cuenta la red de riego son los siguientes:

- Válvulas
- Filtros
- Codos
- Reducciones
- Solenoides
- Desagües
- Piezas especiales
- Anclajes
- Programador

2. Válvulas

2.1. Válvulas hidráulicas

La función de este tipo de válvulas es permitir la apertura y el cierre del paso del agua a los diferentes módulos que forman la parcela. Las válvulas se colocarán sobre la tubería principal, dando paso al agua a las secundarias; tendremos una válvula en cada módulo de riego.

Las ventajas que tienen este tipo de válvulas son las siguientes:

- La apertura y cierre de la válvula es debido a la presión que ejerce el agua existente en la conducción.
- Las aperturas y cierres son graduales y herméticos, evitando así los golpes de ariete.

- Fácil instalación y bajo mantenimiento.
- Mínimas pérdidas de carga.
- Nos ofrecen distintas alternativas a la hora del control: de forma manual, hidráulico, eléctrico, regulación de presión, regulación de caudal...
- Baja corrosión, debido al recubrimiento con epoxy.

El funcionamiento de la válvula es el siguiente, la válvula abre o cierra dependiendo de la presión ejercida en la parte superior del diafragma. Si la presión es superior o igual a la presión de entrada, la válvula se cierra; si por el contrario la presión es inferior la válvula se abre.

Las características son las siguientes:

- Válvula de 4''.
- Caudal recomendado 10-150 m³/h.
- Dimensiones 305x223 mm.
- Peso 15.50 Kg.
- Conexión mediante brida.

A continuación, en la Ilustración 1 se muestra un ejemplo de una válvula hidráulica.



Ilustración 1. Válvula hidráulica.

2.2. Válvulas de tres vías

Este tipo de válvulas son un accesorio de las válvulas hidráulicas.

La función de este tipo de válvulas es permitir el cierre y la apertura de la válvula manualmente; consta de tres posiciones: automático, abierto y cerrado.

Las características son las siguientes:

- Presión nominal 16 bar.
- Sección mínima de paso 2.5 mm.
- Eje de latón niquelado.
- Conexión vía común 1/4" macho.
- Conexiones vías laterales 1/8" hembra.

En la ilustración 2, se muestra el ejemplo de una válvula de tres vías.



Ilustración 2. Válvula de tres vías.

2.3. Válvula de ventosa

La función de este tipo de válvulas es proteger al sistema de posibles acumulaciones de aire en el interior de las tuberías.

Son piezas cuyo cometido es realizar un control de la presencia de aire en las operaciones de llenado y vaciado de las tuberías. En cuanto a los tipos de

válvulas de ventosas existentes en nuestro caso se instalará una ventosa trifuncional.

La ventosa trifuncional consta de dos orificios para evacuar y coger aire, y unos flotadores; trabajan de la siguiente forma, cuando se procede al llenado de las tuberías el agua va empujando al aire que se encuentra en el interior y la válvula lo va evacuando al exterior a través de uno de sus orificios. Una vez se ha eliminado el aire del circuito el agua empuja al flotador y se cierra el orificio herméticamente, quedando el de menor diámetro abierto.

Si en el caso contrario se vacía la tubería, al bajar el agua dejara bajar el flotador y abrir el orificio de entrada de aire.

Se colocará una ventosa al comienzo de la instalación y esta tendrá un diámetro de 3''.

En la Ilustración 3, se muestra el ejemplo de una válvula de ventosa trifuncional.



Ilustración 3. Válvula de ventosa trifuncional.

2.3. Válvula de mariposa

La función de este tipo de válvulas es cortar el paso del agua por las tuberías, las podemos encontrar instaladas al comienzo de la red de riego, o entre

elementos del sistema como pueden ser los filtros, para cortar el agua y poder hacer una limpieza de estos.

Este tipo de válvulas tienen que ser del mismo diámetro que la tubería donde van a ser colocadas, para así evitar las pérdidas de carga.

En la Ilustración 4, se muestra una válvula de mariposa.



Ilustración 4. Válvula de mariposa.

3. Filtros

La función de los filtros es hacer pasar el agua a través de unas mallas, separando los elementos con un tamaño superior al de los orificios de dicha malla. Este tipo de elementos son fundamentales para un correcto funcionamiento del sistema, ya que nos evitara el taponamiento de los aspersores con pequeñas partículas, teniendo que invertir mucha menos mano de obra.

Las pérdidas de carga dependerán del grado de impurezas de agua a filtrar, en nuestro caso, el agua del Pantano de la Sotanera tiene un bajo grado de impurezas, por lo que no tendremos problemas. Además, en la entrada de la balsa se colocará un malla con un paso grueso para recoger los restos de hierbas, palos o demás elementos de gran tamaño que puedan bajar por la acequia.

Están contruidos en hierro, y recubiertos con una pintura de poliéster para evitar la oxidación; con mallas de acero inoxidable para alargar su vida útil.

En nuestro caso de opta por un filtro en Y, con las siguientes características:

- Ancho: 4 ′′.
- Dimensiones 220x660 cm.
- Conexión a rosca.
- Volumen de filtración: 96 m³/h.
- Presión máxima 10 atm.

En la Ilustración 5, se muestra un ejemplo de un filtro en Y, con el recubrimiento de poliéster.



Ilustración 5. Filtro en Y.

4. Anclajes

Cuando nos encontramos en la instalación con cambios de sección en las tuberías, cambios de dirección, derivaciones en T y tapones de final de tubería, nos vemos obligados a hacer el uso de anclajes debido a la presión hidrostática generada. Con la ayuda de los anclajes evitamos los desplazamientos de las tuberías en esos puntos, en nuestro caso se colocan anclajes macizos de hormigón para anclar las conducciones.

Para llevar a cabo el diseño de dichos anclajes se sigue la norma NTE (Normas Tecnológicas de la Edificación), dentro del apartado NTE-IFR Riego.

Para poder establecer las dimensiones del macizo de hormigón es necesario estimar la fuerza de reacción del agua; ya que esta es la culpable del desplazamiento de las tuberías.

En nuestra instalación se usarán macizos de hormigón HA-250 armado con acero B-500S.

Los puntos de la red que se consideran que tienen desplazamiento de las tuberías son los siguientes:

- Codos y reducciones.
- Llaves de paso.
- Piezas especiales en T.

5. Codos

Los codos son piezas las cuales alinean las tuberías cuando tenemos pequeños cambios de dirección de estas, generalmente se usan codos de 45 a 90°, evitando así las esquinas. Las podemos encontrar en distintos materiales PVC, latón...

En nuestro caso los codos utilizados van a ser de PVC.

6. Desagües

Son elementos colocados al final de las tuberías secundarias, con el fin de evacuar el agua que se encuentra dentro del sistema, eliminando pequeñas piedras u otros elementos que pudieran obstruir el sistema.

Están contruidos en PVC, y acoplados al final de la tubería secundaria mediante un codo y una prolongación de PVC para sacarlo al exterior de la tierra, donde se podrá dar salidas al agua.

7. Reducciones

Conforme las tuberías llegan al final del tramo, van disminuyendo sus diámetros a medida que disminuye la demanda de esta; para ello se usan las reducciones, son piezas tronco-cónicas que sirven de conexión entre dos tuberías de distinto diámetro.

Para reducir las pérdidas de carga singulares en las reducciones, se busca que la relación entre la longitud de la pieza y la diferencia entre los diámetros de las tuberías sea lo mayor posible.

8. Piezas de derivación.

Para poder permitir que el agua siga su camino hasta el final de la tubería y que, además, podamos darle un nuevo paso hacia la caña del aspersor, es necesario utilizar piezas de derivación que generalmente suelen ser en forma de T e Y, esta forma dependerá del montaje del sistema.

Este tipo de piezas las podemos encontrar en distintos tipos de materiales; en nuestro caso se utilizarán piezas de derivación en forma de T de PVC.

9. Solenoides

Los solenoides son unas pequeñas piezas, cuya función es transformar las señales eléctricas emitidas por el programador de riego en apertura o cierre del sector.

Se instalan solenoides Latch con configuración de dos hilos, conectados sobre las válvulas de tres vías.

Las características generales son las siguientes:

- Rango de presión de trabajo de 0 a 12 bars.

- Máxima temp. ambiente 60 °C.
- Máxima temp. del agua 60 °C.
- Cuerpo de Nylon reforzado.
- Voltaje de 12 a 20 v.

En la Ilustración 6, se muestra un ejemplo del tipo de solenoide que se montara en la instalación. Se colocará un solenoide por cada sector que tengamos en la parcela; en este tipo de solenoides no circula el agua por interior, consiguiendo alargar su vida útil.



Ilustración 6. Solenoide.

10. Microtubos de comando

Son unos pequeños tubos de polietileno de 8 mm, cuya función es comunicar las válvulas hidráulicas con los solenoides, para poder cerrar y abrir los distintos sectores.

Por estos microtubos circula agua del sistema cuando se manda la orden de abrir o cerrar, se encuentran dentro de la caseta y por un pequeño orificio en una de las paredes se sacan al exterior de esta, para evacuar el agua que circula por ellos.

11. Piezas especiales

Se denomina piezas especiales a aquellas piezas que establecen la continuidad y derivación del sistema.

Este tipo de piezas son las siguientes:

- Cuello de cisne.
- Collarines de toma desde las tuberías secundarias.
- Piezas de PVC para la unión de las válvulas.
- Manguitos de reducción.
- Distintas piezas de PVC, para permitir la unión de las tuberías con las cañas.

12. Programador de riego.

El programador de riego nos ayuda a hacer una gestión del control más eficiente, ya que, programándolo con anterioridad, abre y cierra los sectores según los minutos programados.

Las ventajas que nos ofrece este tipo de programadores son las siguientes:

- Programación mediante teléfono sin necesidad de ir hasta la finca.
- Intuitiva y rápida programación.
- Fácil montaje.
- 3 programas con 4 horas de inicio cada uno y hasta 4 horas de tiempo de riego.
- Memoria de programación.
- Posibilidad de 3 modos de alimentación.

ANEJO N. 7

PRESIMENSIONAMIENTO DE LA Balsa

Índice

1. Presimensionamiento de la balsa
2. Número de Taylor

PREDIMENSIONADO GEOMÉTRICO DE Balsa DE PLANTA RECTANGULAR

CASO RESUELTO: $H(m)=$ $h(m)=$ $V(m^3)=$

ALTURA DE CORONACIÓN DE LOS DIQUES SOBRE FONDO DE Balsa:

Se fija en predimensionado

$H=$ m

ALTURA MÁXIMA DE AGUA EN CONDICIONES NORMALES DE EXPLOTACIÓN:

Nivel Máximo Normal de Embalse que se fija en predimensionado:

$h=$ m

RESGUARDO NORMAL:

m

(CORONACIÓN-NIVEL MÁXIMO NORMAL)

PENDIENTE DEL ESPALDÓN AGUAS ADENTRO:

TALUD (Td):

$H=$

$V=$

1

Valor que se fija como predimensionado

PENDIENTE DEL ESPALDÓN AGUAS AFUERA:

TALUD (Tf):

$H=$

$V=$

1

Valor que se fija como predimensionado

ANCHO DE CORONACIÓN:

m

Mínimo admisible en balsas

OCUPACIÓN EN PLANTA DE ESPALDONES AGUAS ADENTRO:

m

OCUPACIÓN EN PLANTA DEL ESPALDONES AGUAS AFUERA:

m

OCUPACIÓN MÁXIMA DEL DIQUE EN PLANTA:

m

OCUPACIÓN EN PLANTA DE DOS ESPALDONES INTERIORES y SUS CORONACIONES:

m

ANCHO DE Balsa ENTRE CABEZAS DE TALUDES EXTERIORES:

$A_{tex}=$ m

Valor que se fija como predimensionado

ANCHURA FONDO Balsa:

$A_f=$

LARGO DEL FONDO DE Balsa:

$L_f=$ m

Valor que se fija como predimensionado

SUPERFICIE DEL FONDO DE LA Balsa:

$S_f=$ $=L_f \times A_f=$ m²

ANCHURA DE EMBALSE(L.L.) A N.M.N. :

$A_{nmn}=$ $A_f + 2(T_d \times h)=$ m

LONGITUD DE EMBALSE(L.L.) A N.M.N. :

$L_{nmn}=$ $L_f + 2(T_d \times h)=$ m

ALTURA MÁXIMA DE OLA POR VIENTO:

$H_o=$ $0,6 \times (L_{nmn})^{0,25}=$ m

RESGUARDO NORMAL(m)=

>

= $H_o(m)$

CUMPLE

COTA PROPUESTA PARA LABIO DE ALIVIADERO:

$H_{ali}=$ m

SUPERFICIE DE LÁMINA DE AGUA A NIVEL MÁXIMO NORMAL:

$S_{nmn}=$ $=L_{nmn} \times A_{nmn}=$ m²

SUPERFICIE DE LÁMINA DE AGUA A MITAD DE CALADO DE Balsa:

$S_m=$ m²

VOLUMEN MÁXIMO DE EMBALSE (A NIVEL MÁXIMO NORMAL, N.M.N.):

Por volumen de tronco de pirámide:
$$V_{tp} = \frac{h}{3} (B_g + B_p + \sqrt{B_g \times B_p}) = 1.613 \text{ m}^3$$

Por superficie media en la altura de agua a n.m.n:
$$V_{sm} = \frac{B_g + B_p}{2} h = 1.792 \text{ m}^3$$

LONGITUD DE Balsa ENTRE ARISTAS DE CORONACIONES DE ESPALDONES INTERIORES:

$$L_c = L_f + 2(T_d \times H) = 34 \text{ m}$$

ANCHURA DE Balsa ENTRE ARISTAS DE CORONACIONES DE ESPALDONES INTERIORES:

$$A_c = A_f + 2(T_d \times H) = 26 \text{ m}$$

SUPERFICIE DEL VASO A COTA DE CORONACIÓN:

$$S_c = L_c \times A_c = 884 \text{ m}^2$$

VOLUMEN DE EXCAVACIÓN EN VACIADO PARA FORMAR EL VASO:

$$2.277 \text{ m}^3$$

S.media X H

$$2.023 \text{ m}^3$$

Tronco pirámide

ANCHURA DE LA OBRA EN PLANTA:

$$32 \text{ m}$$

Incluido ancho de coronación.

Sin taludes de terreno

LONGITUD DE LA OBRA EN PLANTA:

$$40 \text{ m}$$

Incluido ancho de coronación.

Sin taludes de terreno,

SUPERFICIE OCUPADA POR LA OBRA EN PLANTA:

$$1280 \text{ m}^2$$

Sin taludes de terreno

TALUD DE DESMONTE O TERRAPLEN ENTRE CORONACIÓN y TERRENO NATURAL:

TALUD: H= 2 V= 1 Valor que se fija como predimensionado

DESNIVEL APROXIMADO SALVADO POR EL TALUD ENTRE CORONACIÓN y TERRENO:

$$2 \text{ m}$$

NÚMERO DE FRENTES DE CORONACIÓN CON TALUD DE DESMONTE O TERRAPLEN:

$$2$$

ANCHURA APROX.DE LA OBRA EN PLANTA INCLUYENDO TALUD ENTRE CORONACIÓN Y TERRENO (m):

$$40$$

LONGITUD APROX.DE LA OBRA EN PLANTA INCLUYENDO TALUD ENTRE CORONACIÓN y TERRENO (m):

$$48$$

MÉTODO TAYLOR PARA VERIFICAR LA ESTABILIDAD DE LOS TALUDES

GEOMETRÍA

Altura de coronación del dique:		$h(m)=$	4,5
Talud aguas abajo:	H=	2	V= 1
Talud aguas arriba:	H=	2	V= 1

TERRENO

Densidad de la tierra húmeda:		$\gamma_h=$	2.000	kg/m ³	
Densidad de la tierra saturada:		$\gamma_s=$	2.050	kg/m ³	
Densidad de la tierra sumergida:		$\gamma_b=$	1.050	kg/m ³	
Ángulo de rozamiento interno:		$\varphi=$	20	°	
Cohesión seca:	C=	0,18	kg/cm ²	1800	kg/m ²
Cohesión húmeda:	Ch=	0,09	kg/cm ²	900	kg/m ²
Coeficiente de seguridad para cohesión:			1,5		
Coeficiente de seguridad para ángulo:			2		

	Radianes	Grados sexage
Ángulo del talud aguas arriba:	0,464	26,57
Ángulo del talud aguas abajo:	0,464	26,57

Verificación de estabilidad para el talud aguas abajo

Cohesión seca minorada:	Cd=	1200	kg/m ²
Ángulo de rozamiento interno minorado:		10	°
Número de Taylor:	$\zeta=$	0,133	

Entrada en ábaco Taylor

Entrada en ábaco Taylor

Ángulo máximo admisible de talud según ábaco de Taylor:

Grados sexage	66	>	26,57
			CUMPLE

Verificación de estabilidad para el talud aguas arriba

Cohesión húmeda minorada:	Chd=	600	kg/m ²
Ángulo de rozamiento interno minorado:		10	°
Número de Taylor:	$\zeta=$	0,065	

Entrada en ábaco Taylor

Entrada en ábaco Taylor

Ángulo máximo admisible de talud según ábaco de Taylor:

Grados sexage	30	>	26,57
			CUMPLE

ANEJO N. 8

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Índice

1.	Antecedentes y datos generales	3
1.1.	Objeto y autor del estudio básico de seguridad y salud.....	3
1.2.	Proyecto al que se refiere.....	4
1.3.	Descripción del emplazamiento y la obra.....	4
1.4.	Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria	5
1.5.	Maquinaria de obra	6
1.6.	Medios auxiliares.....	7
2.	Riesgos laborales evitables completamente	7
3.	Riesgos laborables no eliminados completamente	8

1. Antecedentes y datos generales

1.1. Objeto y autor del estudio básico de seguridad y salud

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud está redactado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, del 24 de Octubre, por el cual se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 del 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Su autor José Ángel Abadía Causape, Ingeniero Agroalimentario y del Medio Rural, y elaborado para el Trabajo de Fin de Grado.

De acuerdo con el artículo 3 del R.D. 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

De acuerdo con el artículo 7 del citado R.D., el objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

1.2. Proyecto al que se refiere

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se refiere al Proyecto cuyos datos generales se muestran en la Tabla N.1.

PROYECTO DE REFERENCIA	
Proyecto de Ejecución de	Modernización a riego por aspersión y construcción de una balsa de regulación
Ingeniero autor del Proyecto	José Ángel Abadía Causape
Titularidad del encargo	Ingeniero Agroalimentario y Del Medio Rural
Emplazamiento	Tardienta (Huesca)
Plazo de ejecución previsto	2 meses
Número máximo de operarios	8
Total, aproximado de jornadas	10
OBSERVACIONES:	

Tabla 1. Datos generales del proyecto.

1.3. Descripción del emplazamiento y la obra

En la siguiente tabla, se indican las principales características y condicionantes del emplazamiento donde se realizará la obra.

DATOS DEL EMPLAZAMIENTO	
Accesos a la obra	Cabañera
Topografía del terreno	Horizontal
Suministro de energía eléctrica	No existe
Suministro de agua	Existe
OBSERVACIONES:	

Tabla 2. Principales características y condicionantes del emplazamiento.

A continuación, en la Tabla N.3 se indican las características generales de la obra a la que se refiere el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, y se describen brevemente las fases de las que consta.

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SUS FASES	
Demoliciones	Pequeña caseta donde se albergaban los utensilios de riego (tajaderas)
Movimiento de tierras	Nivelación de los márgenes, para dejar la parcela toda en un plano
Cimentación-soleras.	Hormigón con aporte de mallazo en recocado de solera
Cubiertas	Chapa sándwich
Tabiquería	No se requiere
Instalaciones	Instalación de tuberías, motor, programador y demás piezas para el correcto funcionamiento de la instalación de riego.
OBSERVACIONES:	

Tabla 3. Características generales del proyecto.

1.4. Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo del R.D. 1627/97, la obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en la Tabla N.4.

SERVICIOS HIGIÉNICOS	
	Vestuarios con asientos y taquillas individuales, provistas de llave.
	Lavabo con agua fría, agua caliente, y espejo.
	Duchas con agua fría y caliente.
x	Retretes.
OBSERVACIONES:	
1.- La utilización de los servicios higiénicos será no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos.	

Tabla 4. Servicios higiénicos.

De acuerdo con el apartado 3 del anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la Tabla N.5, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos.

PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA		
NIVEL DE ASISTENCIA	NOMBRE Y UBICACION	DISTANCIA APROX. (Km.)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia Primaria (Urgencias)	Centro de Salud de Almudevar	6
Asistencia Especializada (Hospital)	Hospital San Jorge	20
Asistencia Primaria (9:00-15:00)	Centro de salud de Tardienta	1
OBSERVACIONES:		

Tabla 5. Primeros auxilios y centros de asistencia sanitaria más cercanos.

1.5. Maquinaria de obra

La maquinaria que se prevé emplear para llevar a cabo la ejecución de la obra se indica en la Tabla N.6.

MAQUINARIA PREVISTA			
X	Tractor con trailla (movimiento de tierra)	X	Hormigonera
X	Excavadora	X	Bulldozer
X	Camión jumper	X	Camión pluma
OBSERVACIONES:			

Tabla 6. Maquinaria prevista para la ejecución de la obra.

1.6. Medios auxiliares

En la Tabla N.7, se relacionan los medios auxiliares que van a ser empleados en la obra y sus características más importantes.

MEDIOS AUXILIARES		
MEDIOS		CARACTERÍSTICAS
X	Andamios tubulares Apoyados	Deberán montarse bajo la supervisión de persona competente. Se apoyarán sobre una base sólida y preparada adecuadamente. Uso de cinturón de seguridad de sujeción Clase A, Tipo I durante el montaje y el desmontaje. Correcta disposición de las plataformas de trabajo. Correcta disposición de barandilla de segur., barra intermedia y rodapié. Correcta disposición de los accesos a los distintos niveles de trabajo.
X	Escaleras de mano	Zapatas antideslizantes. Deben sobrepasar en 1 m la altura a salvar. Separación de la pared en la base = $\frac{1}{4}$ de la altura total.
OBSERVACIONES:		

Tabla 7. Medios auxiliares utilizados en la obra.

2. Riesgos laborales evitables completamente

La Tabla N. 8, nos muestra la relación de los riesgos laborales que pudieran presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se incluyen.

RIESGOS EVITABLES		MEDIDAS TÉCNICAS ADOPTADAS	
X	Derivados de la rotura de instalaciones existentes	X	Neutralización de las instalaciones existentes
X	Derrumbes y excavaciones de zanjas y vaciados	X	Taluzamiento con el cazo de limpieza
OBSERVACIONES:			

Tabla 8. Posibles riesgos laborales en la obra.

3. Riesgos laborales no eliminados completamente

Se detallan la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán de ser adoptadas para su riguroso control.

TODA LA OBRA		
RIESGOS		
X	Caídas de operarios al mismo nivel	
X	Caídas de operarios a distinto nivel	
X	Caídas de objetos sobre operarios	
X	Caídas de objetos sobre terceros	
X	Choques o golpes contra objetos	
	Fuertes vientos	
X	Trabajos en condiciones de humedad	
X	Contactos eléctricos directos e indirectos	
X	Cuerpos extraños en los ojos	
X	Sobreesfuerzos	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		GRADO DE ADOPCIÓN
X	Orden y limpieza de los lugares de trabajo	permanente
X	Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)	permanente
X	No permanecer en el radio de acción de las máquinas	permanente
X	Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento	permanente
X	Señalización de la obra (señales y carteles)	permanente
X	Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia	alternativa al vallado
X	Extintor de polvo seco, de eficacia 21A - 113B	permanente
X	Evacuación de escombros	frecuente
X	Escaleras auxiliares	ocasional
X	Información específica	para riesgos concretos
X	Cursos y charlas de formación	frecuente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)		EMPLEO
X	Cascos de seguridad	permanente
X	Calzado protector	permanente
X	Ropa de trabajo	permanente
X	Ropa impermeable o de protección	con mal tiempo
X	Gafas de seguridad	frecuente
X	Cinturones de protección del tronco	ocasional
MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN		GRADO DE EFICACIA
OBSERVACIONES:		

Tabla 9. Riesgos laborales en la totalidad de la obra.

FASE: DEMOLICION Y LEVANTAMIENTO DE LAS TUBERIAS		
RIESGOS		
X	Caídas de materiales transportados	
X	Atrapamientos y aplastamientos	
X	Atropellos, colisiones y vuelcos	
X	Ruidos	
X	Vibraciones	
X	Ambiente pulvígeno	
X	Electrocuciones	
X	Caídas de cascotes de tubería	
MEDIDAS PREVENTIVA Y PROTECCIONES COLECTIVAS		
GRADO DE ADOPCIÓN		
X	Apuntalamientos y apeos	frecuente
X	Pasos o pasarelas	frecuente
X	Cabinas o pórticos de seguridad en máquinas	permanente
X	Barandillas de seguridad	permanente
X	Arriostamiento cuidadoso de los andamios	permanente
X	Riegos con agua	frecuente
X	Andamios de protección	permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)		EMPLEO
X	Botas de seguridad	permanente
X	Guantes contra agresiones mecánicas	frecuente
X	Gafas de seguridad	frecuente
X	Mascarilla filtrante	ocasional
X	Protectores auditivos	ocasional
X	Cinturones y arneses de seguridad	permanente
X	Mástiles y cables fiadores	permanente
X	Casco	permanente
MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN		GRADO DE EFICACIA
OBSERVACIONES:		

Tabla 10. Riesgos laborales en fase de demolición y levantamiento de las tuberías en lamina libre.

FASE: MOVIMIENTO DE TIERRAS, EXCAVACIONES Y ZANJAS		
RIESGOS		
X	Desplomes, hundimientos y desprendimientos del terreno	
X	Caídas de personas al mismo y a distinto nivel	
X	Caídas de materiales transportados	
X	Atrapamientos y aplastamientos	
X	Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de máquinas	
X	Vuelcos de maquinaria	
X	Ruidos	
X	Vibraciones	
X	Ambiente pulvígeno	
X	Proyección de partículas en los ojos	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		
GRADO DE ADOPCIÓN		
X	Observación y vigilancia del terreno	diaria
X	Ataluzar el terreno	permanente
X	Apuntalamientos y apeos	ocasional
X	Pasos o pasarelas	permanente
X	Separación de tránsito de vehículos y operarios	permanente
X	Cabinas o pórticos de seguridad en máquinas (Rops y Fops)	permanente
X	No acopiar junto al borde de la excavación	permanente
X	Plataformas para paso de personas, en bordes de excavación	ocasional
X	No permanecer bajo el frente de excavación	permanente
X	Barandillas en bordes de excavación (0,9 m)	permanente
X	Rampas con pendientes y anchuras adecuadas	permanente
X	Acotar las zonas de acción de las máquinas	permanente
X	Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos	permanente
X	Evitar trabajos superpuestos	permanente
X	Señalización	permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)		EMPLEO
X	Botas de seguridad	permanente
X	Botas de goma	ocasional
X	Guantes de cuero	ocasional
X	Guantes de goma	ocasional
X	Gafas de protección	ocasional
X	Prendas reflectantes	permanente
X	Protectores auditivos	ocasional
X	Cinturones y arneses de seguridad	ocasional
MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN		GRADO DE EFICACIA
OBSERVACIONES:		

Tabla 11. Riesgos laborales en fase de movimiento de tierras, excavaciones y zanjas.

FASE: CIMENTACIÓN-SOLERAS Y ESTRUCTURAS		
RIESGOS		
X	Desplomes y hundimientos del terreno	
X	Caídas de operarios al vacío	
X	Caídas de materiales transportados	
X	Atrapamientos y aplastamientos	
X	Atropellos, colisiones y vuelcos	
X	Lesiones y cortes en brazos y manos	
X	Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
X	Dermatitis por contacto con hormigones y morteros	
X	Ruidos	
X	Vibraciones	
X	Proyecciones de morteros.	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		
GRADO DE ADOPCIÓN		
X	Apuntalamientos y apeos	permanente
X	Pasos o pasarelas	permanente
X	Separación de tránsito de vehículos y operarios	ocasional
X	Cabinas o pórticos de seguridad en máquinas (Rops y Fops)	permanente
X	No acopiar junto al borde de la excavación	permanente
X	No permanecer bajo el frente de excavación	permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)		EMPLEO
X	Gafas de seguridad	ocasional
X	Guantes de cuero o goma	frecuente
X	Botas de seguridad	permanente
X	Botas de goma o P.V.C. de seguridad	ocasional
X	Pantallas faciales, guantes, manguitos, mandiles y polainas para soldar	en estructura metálica
X	Cinturones y arneses de seguridad	frecuente
X	Mástiles y cables fiadores	frecuente
X	Ropa reflectante	permanente
MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN		GRADO DE EFICACIA
OBSERVACIONES:		

Tabla 12. Riesgos laborales en fase de Cimentación-soleras y estructuras.

FASE: CONDUCCIONES HIDRÁULICAS		
RIESGOS		
X	Caídas de operarios a distinto nivel	
X	Caídas de materiales transportados, a nivel y a niveles inferiores	
X	Atrapamientos y aplastamientos en manos durante el montaje de tuberías	
X	Atrapamientos por los medios de elevación y transporte	
X	Lesiones y cortes en manos	
X	Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
X	Lumbalgias por sobreesfuerzos o posturas inadecuadas	
X	Electrocuciones	
X	Heridas por maquinas cortantes	
X	Heridas por maquinas manuales	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		
GRADO DE ADOPCIÓN		
X	Apuntalamientos y apeos	permanente
X	Escaleras peldañeadas y protegidas	permanente
X	Maquinaria para facilitar el levantamiento de objetos pesados	ocasional
X	Pasos o pasarelas	permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)		EMPLEO
X	Gafas de seguridad	frecuente
X	Guantes de cuero o goma	frecuente
X	Botas de seguridad	permanente
X	Cinturones y arneses de seguridad	frecuente
X	Casco	permanente
X	Ropa reflectante	permanente
MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN		GRADO DE EFICACIA
OBSERVACIONES:		

Tabla 13. Riesgos laborales en fases de conducciones hidráulicas.

FASE: ANCLAJE DE PIEZAS ESPECIALES DE CALDERERÍA		
RIESGOS		
X	Desplomes y hundimientos del terreno	
X	Caídas de materiales transportados	
X	Caídas de personal al mismo y distinto nivel	
X	Lesiones y cortes en manos	
X	Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
X	Dermatitis por contacto con materiales	
X	Quemaduras	
X	Electrocución	
X	Atrapamientos con o entre objetos o herramientas	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		
GRADO DE ADOPCIÓN		
X	Andamios	permanente
X	Plataformas de carga y descarga de material	permanente
X	Escaleras peldañeadas y protegidas	permanente
X	Apuntalamiento y apeos	permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)		EMPLEO
X	Gafas de seguridad	ocasional
X	Guantes de cuero o goma	frecuente
X	Botas de seguridad	frecuente
X	Cinturones y arneses de seguridad	ocasional
X	Ropa reflectante	permanente
MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN		GRADO DE EFICACIA
OBSERVACIONES:		

Tabla 14. Riesgos laborales en fase de anclaje de piezas especiales de calderería.

FASE: INSTALACIONES		
RIESGOS		
X	Lesiones y cortes en manos y brazos	
X	Dermatitis por contacto con materiales	
X	Quemaduras	
X	Golpes y aplastamientos de pies	
X	Electrocuciones	
X	Contactos eléctricos directos e indirectos	
X	Ambiente pulvígeno	
X	Caídas a distinto nivel	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		GRADO DE ADOPCIÓN
X	Escalera portátil de tijera con calzos de goma y tirantes	frecuente
X	Realizar las conexiones eléctricas sin tensión	permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)		EMPLEO
X	Gafas de seguridad	ocasional
X	Guantes de cuero o goma	frecuente
X	Botas de seguridad	frecuente
X	Ropa reflectante	permanente
X	Casco	permanente
MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN		GRADO DE EFICACIA
OBSERVACIONES:		

Tabla 15. Riesgos laborales en la fase de instalación.

4. Riesgos laborales especiales

En la Tabla N.16, se muestran aquellos riesgos especiales para la seguridad y salud de los trabajadores, y están por ello incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97.

Indicando también las medidas específicas que se adoptaran para su debido control, incluyendo la reducción de los riesgos derivados de este tipo de trabajos.

TRABAJOS CON RIESGOS ESPECIALES	MEDIDAS ESPECÍFICAS PREVISTAS
Especialmente graves de caídas de altura, sepultamientos y hundimientos	Señalización de las zanjas y balsa.
Que requieren el montaje y desmontaje de elementos pesados	Calzado de seguridad.
Con exposición a riesgo de ahogamiento por inmersión	
Que implican el uso de explosivos	
OBSERVACIONES:	

Tabla 16. Riesgos especiales para la seguridad y salud de los trabajadores.

5. Normas de seguridad aplicables a la obra

GENERAL

<input type="checkbox"/>	Ley de Prevención de Riesgos Laborales.	Ley 31/95	08-11-95	J.Estado	10-11-95
<input type="checkbox"/>	Reglamento de los Servicios de Prevención.	RD 39/97	17-01-97	M.Trab.	31-01-97
<input type="checkbox"/>	Disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción. (transposición Directiva 92/57/CEE)	RD 1627/97	24-10-97	Varios	25-10-97
<input type="checkbox"/>	Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud.	RD 485/97	14-04-97	M.Trab.	23-04-97
<input type="checkbox"/>	Modelo de notificación de accidentes de trabajo.	Orden	16-12-87		29-12-87
	Reglamento Seguridad e Higiene en el Trabajo de la Construcción.	Orden	20-05-52	M.Trab.	15-06-52
<input type="checkbox"/>	Modificación.	Orden	19-12-53	M.Trab.	22-12-53
	Complementario.	Orden	02-09-66	M.Trab.	01-10-66
<input type="checkbox"/>	Cuadro de enfermedades profesionales.	RD 1995/78	--	--	25-08-78
	Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.	Orden	09-03-71	M.Trab.	16-03-71
<input type="checkbox"/>	Corrección de errores.	--	--	--	06-04-71
	(derogados Títulos I y III. Título II: cap: I a V, VII, XIII)				
<input type="checkbox"/>	Ordenanza trabajo industrias construcción, vidrio y cerámica.	Orden	28-08-79	M.Trab.	--
	Anterior no derogada.	Orden	28-08-70	M.Trab.	05-09-70
	Corrección de errores.	--	--	--	17-10-70
	Modificación (no derogada), Orden 28-08-70.	Orden	27-07-73	M.Trab.	
	Interpretación de varios artículos.	Orden	21-11-70	M.Trab.	28-11-70
	Interpretación de varios artículos.	Resolución	24-11-70	DGT	05-12-70
<input type="checkbox"/>	Señalización y otras medidas en obras fijas en vías fuera de poblaciones.	Orden	31-08-87	M.Trab.	--
<input type="checkbox"/>	Protección de riesgos derivados de exposición a ruidos.	RD 1316/89	27-10-89	--	02-11-89
<input type="checkbox"/>	Disposiciones mín. seg. Y salud sobre manipulación manual de cargas (Directiva 90/269/CEE)	RD 487/97	23-04-97	M.Trab.	23-04-97
<input type="checkbox"/>	Estatuto de los trabajadores.	Ley 8/80	01-03-80	M.Trab.	-- -- 80
	Regulación de la jornada laboral.	RD 2001/83	28-07-83	--	03-08-83
	Formación de comités de seguridad.	D. 423/71	11-03-71	M.Trab.	16-03-71

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)					
<input type="checkbox"/>	Condiciones comerc. Y libre circulación de EPI (Directiva 89/686/CEE). Modificación: Marcado "CE" de conformidad y año de colocación. Modificación RD 159/95.	RD 1407/92 RD 159/95 Orden	20-11-92 03-02-95 20-03-97	MRCor.	28-12-92 08-03-95 06-03-97
<input type="checkbox"/>	Disp. Mínimas de seg. Y salud de equipos de protección individual. (Transposición Directiva 89/656/CEE).	RD 773/97	30-05-97	M.Presid.	12-06-97
<input type="checkbox"/>	EPI contra caída de altura. Disp. De descenso.	UNEEN341	22-05-97	AENOR	23-06-97
<input type="checkbox"/>	Requisitos y métodos de ensayo: calzado seguridad/protección/trabajo.	UNEEN344/A1	20-10-97	AENOR	07-11-97
<input type="checkbox"/>	Especificaciones calzado seguridad uso profesional.	UNEEN345/A1	20-10-97	AENOR	07-11-97
<input type="checkbox"/>	Especificaciones calzado protección uso profesional.	UNEEN346/A1	20-10-97	AENOR	07-11-97
<input type="checkbox"/>	Especificaciones calzado trabajo uso profesional.	UNEEN347/A1	20-10-97	AENOR	07-11-97
INSTALACIONES Y EQUIPOS DE OBRA					
<input type="checkbox"/>	Disp. Mín. De seg. Y salud para utilización de los equipos de trabajo (Transposición Directiva 89/656/CEE).	RD 1215/97	18-07-97	M.Trab.	18-07-97
<input type="checkbox"/>	MIE-BT-028 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión	Orden	31-10-73	MI	27→31-12-73
<input type="checkbox"/>	ITC MIE-AEM 3 Carretillas automotoras de manutención.	Orden	26-05-89	MIE	09-06-89
<input type="checkbox"/>	Reglamento de aparatos elevadores para obras. Corrección de errores.	Orden --	23-05-77 --	MI --	14-06-77 18-07-77
	Modificación.	Orden	07-03-81	MIE	14-03-81
	Modificación.	Orden	16-11-81	--	--
<input type="checkbox"/>	Reglamento Seguridad en las Máquinas. Corrección de errores.	RD 1495/86 --	23-05-86 --	P.Gob. --	21-07-86 04-10-86
	Modificación.	RD 590/89	19-05-89	M.R.Cor.	19-05-89
	Modificaciones en la ITC MSG-SM-1.	Orden	08-04-91	M.R.Cor.	11-04-91
	Modificación (Adaptación a directivas de la CEE).	RD 830/91	24-05-91	M.R.Cor.	31-05-91
	Regulación potencia acústica de maquinarias. (Directiva 84/532/CEE).	RD 245/89	27-02-89	MIE	11-03-89
	Ampliación y nuevas especificaciones.	RD 71/92	31-01-92	MIE	06-02-92
<input type="checkbox"/>	Requisitos de seguridad y salud en máquinas. (Directiva 89/392/CEE).	RD 1435/92	27-11-92	MRCor.	11-12-92
<input type="checkbox"/>	ITC-MIE-AEM2. Grúas-Torre desmontables para obra. Corrección de errores. Orden 28-06-88	Orden --	28-06-88 --	MIE --	07-07-88 05-10-88
<input type="checkbox"/>	ITC-MIE-AEM4. Grúas móviles autopropulsadas usadas	RD 2370/96	18-11-96	MIE	24-12-96

ANEJO N. 9

GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN

Índice

1.	Introducción.....	3
2.	Datos básicos del proyecto	3
3.	Clasificación y cantidades de residuos de construcción y demolición no peligrosos	3
3.1.	Clasificación y descripción de los residuos.....	3
3.2.	Determinación de la cantidad de residuos que se generan en la obra.....	4
4.	Medidas para la prevención de residuos en la obra.....	4
5.	Operaciones de reutilización, valorización o eliminación de residuos.....	6
6.	Planos de las instalaciones previstas para las operaciones de gestión de residuos de construcción y demolición.....	6
7.	Valorización del coste previsto de la gestión de residuos de construcción y demolición	7

1. Introducción

Para llevar a cabo la redacción del siguiente Estudio de Gestión de Residuos de la Construcción, se redacta siguiendo la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para la economía circular.

Se atiende al Artículo 30, de dicha ley, donde hace referencia a los Residuos de construcción y demolición.

2. Datos básicos del proyecto

Promotor: José Ángel Abadia Causape

Título: Graduado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural.

Emplazamiento: Tardienta.

3. Clasificación y cantidades de residuos de construcción y demolición no peligrosos

3.1. Clasificación y descripción de los residuos

En el caso de este proyecto en estudio clasificamos los residuos en dos fracciones, ya que no es necesario más fracciones, debido al poco trabajo de demolición que se lleva a cabo:

- Fracción 1. Madera: procedente de las vigas del tejado de la caseta y los antiguos cañizos.
- Fracción 2. Minerales: hormigones, ladrillos y piedras.

Este tipo de residuos se consideran no peligrosos ya que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

3.2. Determinación de la cantidad de residuos que se generan en la obra

➤ Fracción 1

Descripción	Tn	Densidad	m ³
Maderos	0.41	1.5	0.27

➤ Fracción 2

Descripción	Tn	Densidad	m ³
Hormigones	162	2.5	64.8
Ladrillos	1.8	1.75	1.02
Piedras	1	2.8	0.35

4. Medidas para la prevención de residuos en la obra

Las principales actividades mediante las cuales se generan residuos durante la realización del proyecto se describen a continuación:

- Excavación de zanjas.
- Demolición de la caseta y de las antiguas tuberías de hormigón.

Se establecen una serie de pautas, como estrategia por parte del poseedor de los residuos para poder llegar a alcanzar los siguientes objetivos:

- Minimizar y reducir las cantidades de materias primas que se utilizan y de los residuos que se originan, teniendo en cuenta las cantidades necesarias

de material, ya que un exceso origina un mayor volumen de residuos sobrantes de la obra, aumentando su coste.

- Los residuos originados deben de ser gestionados de la manera más eficaz para su valorización, una vez que sabemos los residuos que se originaran en su ejecución, tenemos que prever los medios y los trabajos necesarios para que dichos residuos estén en las mejores condiciones para su valorización.
- Fomentar la clasificación de los residuos que se producen de manera que sea más fácil su valorización y gestión en el vertedero.
- Elaborar criterios y recomendaciones específicas para la mejora de la gestión, para poder realizar una gestión eficaz de los residuos debemos de conocer las mejores posibilidades para su gestión.
- Planificar la obra teniendo en cuenta las expectativas de generación de residuos y de eventual minimización o reutilización, se tiene que planificar las cantidades de residuos que se generaran en su ejecución, para así, poder hacer una previsión de los métodos adecuados para su minimización o reutilización.
- Disponer de un directorio de los compradores de residuos, vendedores de materiales reutilizados y recicladores más próximos.
- El personal de la obra que participa en la gestión de los residuos debe de tener una formación suficiente sobre los aspectos administrativos necesarios, deberán de tener una formación necesaria para poder rellenar los partes de transferencia de residuos al transportista, y controlar que los residuos no se mezclen con otros que necesitan otro tratamiento especial.
- La reducción del volumen de residuos reporta un ahorro en el coste de su gestión, aparte del coste de gestión de residuos, también se generan más costes como son el acopio, la carga, el transporte...; por lo que debemos de tener en cuenta que cuando se originan residuos, también se originan unos costes directos.
- Los contratos de suministro de materiales deben incluir un apartado en el que se defina claramente que el suministrador de los materiales y productos de la obra se hará cargo de los embalajes en que los que se

transporta hasta ella, así se hace responsable de la gestión el que origina los residuos.

- Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deben estar etiquetados debidamente, con ellos ayudamos a identificarlos a los que trabajan con ellos y a todo el personal de la obra.
- Acopio de materiales fuera de las zonas de tránsito.
- No se permitirá el lavado de las cubas de los camiones hormigonera en el recinto de la obra, deberán de volver a la planta de la que provengan, ya que estas están preparadas con lugares adecuados para realizar dichas operaciones de lavado.

5. Operaciones de reutilización, valorización o eliminación de residuos

- Reutilización: las tierras procedentes de la excavación de la balsa serán utilizadas para levantar los taludes de esta.
- Valorización: los materiales susceptibles de su valorización como los hormigones, maderas o ladrillos se entregarán a un gestor autorizado para que proceda a su valorización.

6. Planos de las instalaciones previstas para las operaciones de gestión de residuos de construcción y demolición

En el proyecto en estudio no se plantean zonas de acopio ya que las tierras de excavación serán extendidas de forma inmediata.

Al igual, que tampoco se plantean zonas de acopio, debido que las tuberías de hormigón y la caseta serán cargados de forma inmediata al camión que se llevara al gestor de residuos.

7. Valoración del coste previsto de la gestión de residuos de construcción y demolición

A continuación, se muestra en la tabla N. 1 el coste de los residuos que serán necesarios trasladar a vertedero autorizado por medio de un gestor de residuos.

Descripción	Tn	€/Tn	Total €
Hormigón	162	12	1944
Ladrillos	1.8	12	21.6
Madera	0.41	12	4.92
Piedras	1	12	12
TOTAL			1982.52

Tabla 1. Costes de los residuos generados.

ANEJO N. 10

ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

Índice

1.	Introducción.....	3
2.	Datos considerados para el estudio económico	3
2.1.	Rendimientos actuales	3
2.2.	Subvención recibida de la PAC.....	4
2.3.	Precios de los rendimientos obtenidos de los cultivos	4
3.	Costes de producción.....	5
3.1.	Costes de una hectárea de cebada.....	5
3.2.	Costes de una hectárea de trigo	6
3.3.	Costes de una hectárea de guisantes para consumo animal.....	7
3.4.	Costes de una hectárea de girasol	8
3.5.	Costes de una hectárea de alfalfa.....	9
3.6.	Costes de una hectárea de maíz	10
4.	Ingresos anuales.....	10
5.	Flujo destruido.....	11
6.	Coste del agua de riego.....	12
7.	Cálculo de costes e ingresos	13
8.	Estudio de rentabilidad de la inversión.....	13
9.	Conclusiones.....	16
9.1.	V.A.N	16
9.2.	T.I.R.....	16
9.3.	PAY BACK	16

1. Introducción

Se lleva a cabo un estudio de viabilidad económica, para analizar si el proyecto es viable, llegando a ver si la inversión es rentable.

Para poder analizar la inversión de capital se van a calcular el VAN (Valor Actual Neto) y el TIR (Tasa Interna de Rentabilidad), ambos indicadores de la rentabilidad absoluta y rentabilidad relativa respectivamente.

Para poder calcular los ratios anteriormente mencionados, se considera una vida útil de la inversión de 25 años, durante la cual definiremos la corriente de pagos y cobros.

Se consideraron 3 opciones posibles de rotación, para llevar a cabo el estudio se trabaja con la opción C, la cual consta de 10 años, por lo que constara de 2 ciclos.

2. Datos considerados para el estudio económico

2.1. Rendimientos actuales

Para calcular el flujo destruido se tienen en cuenta los siguientes datos que aparecen en la tabla N.1.

	Grano (Tn/ha)	Paja (Tn/ha)
Cebada	7.5	2.8
Trigo	6.5	2.8
Guisante	1.5	0

Tabla 1. Rendimientos actuales.

2.2. Subvención recibida de la PAC

El municipio de Tardienta, pertenece a la Comarca de Los Monegros, por lo que las ayudas recibidas son las siguientes:

- Cereales: 245.70 €/ha.
- Maíz: 472.50 €/ha.
- Proteaginosas: 333.78 €/ha.

2.3. Precios de los rendimientos obtenidos de los cultivos

Según los precios de las lonjas, se obtienen las siguientes cotizaciones:

- Cebada: 232 €/Tn.
- Trigo blando: 245 €/Tn.
- Maíz: 241 €/Tn.
- Guisante pienso: 290 €/Tn.
- Alfalfa: 195 €/Tn.
- Girasol: 430 €/Tn.
- Paja: 60 €/Tn.

Las cotizaciones marcadas anteriormente pertenecen a la semana 41 del año 2023.

3. Costes de producción

3.1. Costes de una hectárea de cebada

Labor	€/ha
Herbicida presiembra	22
Aplicación herbicida rueda ancha	12
Semilla (220 Kg/ha a 440 €/Tn)	96.8
Sembrar	70
Abono (300 Kg/ha a 790 €/Tn)	237
Aplicación de abono	12
Urea 46 % (200 Kg/ha a 500 €/Tn)	100
Aplicación de urea	12
Fitosanitarios	50
Aplicación fitosanitarios rueda estrecha	14
Cosechar	64
Acarreo de grano	10
Impuestos, I.B.I rústica, seguro pedrisco...	20
TOTAL	719.8

Tabla 2. Costes de producción de una hectárea de cebada.

3.2. Costes de una hectárea de trigo

Labor	€/ha
Herbicida presiembra	22
Aplicación herbicida rueda ancha	12
Semilla (200 Kg/ha a 470 €/Tn)	94
Sembrar	70
Abono (300 Kg/ha a 790 €/Tn)	237
Aplicación de abono	12
Urea 46 % (200 Kg/ha a 500 €/Tn)	100
Aplicación de urea	12
Fitosanitarios	50
Aplicación fitosanitarios rueda estrecha	14
Cosechar	64
Acarreo de grano	10
Impuestos, I.B.I rústica, seguro pedrisco...	20
TOTAL	717

Tabla 3. Costes de producción de una hectárea de trigo.

3.3. Costes de una hectárea de guisantes para consumo animal

Labor	€/ha
Herbicida presiembra	22
Aplicación herbicida rueda ancha	12
Semilla (200 Kg/ha a 1950 €/Tn)	380
Sembrar	70
Abono (200 Kg/ha a 790 €/Tn)	158
Aplicación de abono	12
Fitosanitarios	50
Aplicación fitosanitarios rueda estrecha	14
Cosechar	64
Acarreo de grano	10
Impuestos, I.B.I rústica, seguro pedrisco...	20
TOTAL	812

Tabla 4. Costes de producción de una hectárea de guisantes para consumo animal.

3.4. Costes de una hectárea de girasol

Labor	€/ha
Herbicida presiembra	22
Aplicación herbicida rueda ancha	12
Semilla (10 Kg/ha a 10 €/kg)	100
Insecticida de suelo en polvo	10
Sembrar	70
Abono (250 Kg/ha a 790 €/Tn)	316
Aplicación de abono	12
Nitrato 36 % (200 Kg/ha a 600 €/Tn)	120
Aplicación de nitrato	12
Fitosanitarios	50
Aplicación fitosanitarios rueda estrecha	14
Cosechar	64
Acarreo de grano	10
Impuestos, I.B.I rústica, seguro pedrisco...	20
TOTAL	832

Tabla 5. Coste de producción de una hectárea de girasol.

3.5. Costes de una hectárea de alfalfa

Labor	€/ha
Pase de subsolador	45
Pase de ruello cultivador	35
Semilla (40 Kg/ha a 7.5 €/Kg)	300
Sembrar	80
Abono (500 Kg/ha a 790 €/Tn)	395
Aplicación de abono	12
Abonado de mantenimiento (100 Kg/ha a 500 €/Tn durante 4 años)	200
Aplicación de abono x 4 años	48
Fitosanitarios	30
Aplicación fitosanitarios rueda estrecha	14
Segadora (6 cortes/año x 5 años x 12 €/corte)	360
Hilerado (6 cortes/año x 5 años x 12 €/corte)	360
Impuestos, I.B.I rústica, seguro pedrisco...	20
TOTAL	1899 (5 años) 379.8 (1 año)

Tabla 6. Coste de producción de un hectárea de alfalfa.

3.6. Costes de una hectárea de maíz

Labor	€/ha
Pase de subsolador	45
Pase de ruello cultivador	35
Semilla	340
Insecticida de suelo en polvo	10
Sembrar	75
Herbicida	90
Aplicación herbicida Rueda Estrecha	14
Abono (1000 Kg/ha a 400 €/Tn)	400
Aplicación de abono	12
Nitrato 36 % (400 Kg/ha a 600 €/Tn)	240
Aplicación de nitrato	12
Cosechar	95
Acarreo de grano	10
Impuestos, I.B.I rústica, seguro pedrisco...	20
TOTAL	1398

Tabla 7. Costes de producción de una hectárea de maíz.

4. Ingresos anuales

Los ingresos anuales proceden de la venta de la producción de los cultivos, y de la subvención de la PAC. Los mercados varían, por lo que se recogen los precios actuales a fecha 16/10/2023.

Con los cultivos pertenecientes a la rotación escogida, se tienen en cuenta los ingresos obtenidos.

CULTIVO	Producción (Tn/ha)	Precio (€/Tn)	Ingresos (€/ha)	PAC (€/ha)	Total (€/ha)
Cebada	Grano: 7.5 Paja: 2.8	Grano: 232 Paja: 60	1838.4	245.70	2084.1
Trigo	Grano: 6.5 Paja: 2.8	Grano: 245 Paja: 60	1760.5	245.70	2006.2
Guisante	2.5	290	725	333.78	1058.78
Maíz	14	241	3374	472.50	3846.5
Girasol	1.8	430	774	333.78	1107.78
Alfalfa	18	195	3510	333.78	3843.78

Tabla 8. Ingresos obtenidos según los cultivos pertenecientes a la rotación.

5. Flujo destruido

En la actualidad se llevan a cabo los cultivos de cebada, trigo y guisantes, por lo que se calcula el flujo destruido en función de los costes de producción y de los ingresos obtenidos.

CULTIVO	Costes (€/ha)	Ingresos (€/ha)	Flujo destruido (€/ha)	Total flujo destruido (€)
Cebada	719.8	2084.1	1364.3	7640.08
Trigo	717	2006.2	1289.2	7219.52
Guisante	812	1058.78	246.78	1384.96

Tabla 9. Flujo destruido.

6. Coste del agua de riego

En el coste total del agua de riego englobamos el canon de la comunidad de regantes y el agua consumida según el cultivo.

El canon de la Comunidad de Regantes de Tardienta es de 25 €/ha, por lo que el coste anual del canon en la totalidad de la parcela es de 140 €.

En el caso del agua consumida, en dicha comunidad se paga a 0.05 €/m³, según el cultivo obtenemos unos u otros consumos, por lo que en la tabla N.9 se recogen los consumos de cada cultivo.

CULTIVO	Consumo anual (m³/ha)
Cebada	4500
Trigo	5335
Guisante	4340
Maíz	10624
Girasol	7912
Alfalfa	12804

Tabla 10. Consumo anual de cada cultivo.

7. Cálculo de costes e ingresos

Siguiendo la rotación elegida, se calculan los costes y los ingresos que se producen.

Año	Cultivos	Costes de producción (€)	Coste del agua de riego (€)	Ingresos totales (€)
1	Cebada	4030.88	225	11670.96
	Maíz	7828.8	531.2	21540.4
2	Maíz	7828.8	531.2	21540.4
3	Trigo	4015.2	266.75	11234.72
4	Alfalfa	2126.88	640.2	21525.16
5	Alfalfa	2126.88	640.2	21525.16
6	Alfalfa	2126.88	640.2	21525.16
7	Alfalfa	2126.88	640.2	21525.16
8	Alfalfa	2126.88	640.2	21525.16
9	Trigo	4015.2	266.75	11234.72
	Maíz	7828.8	531.2	21540.4
10	Maíz	7828.8	531.2	21540.4

Tabla 11. Cálculo de costes e ingresos para la rotación elegida.

8. Estudio de rentabilidad de la inversión

Con los resultados obtenidos anteriormente se calcula la rentabilidad de la inversión mediante el VAN y el TIR.

Para su cálculo se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- La duración de la rotación es de 10 años, por lo que se repetirá dos veces su ciclo, hasta completar los 20 años, los cuales son el periodo estimado para que la inversión sea rentable.
- No se tiene en cuenta la inflación.
- El flujo destruido es de 16244.56 €.

- La vida útil de la instalación será de 25 años.
- El coste de mano de obra no se tiene en cuenta, ya que esta explotación será trabajada por el propietario.

Para llevar a cabo el proyecto no se establece ningún tipo de ayudas para la conversión a regadío, debido a que el propietario no está dado de alta en la seguridad social agraria; al igual que no se expide la ayuda de joven agricultor, debido a que no llega al número mínimo de hectáreas para poder pedir dichas ayudas.

Con estos datos, se calculan el VAN y el TIR, mediante la siguiente hoja de cálculo.

AÑO	COBRO ORD	COBRO EXTR	COBRO FINAN	SUBVENC	PAGO ORD	AGUA RIEGO	PAGO FINAN	FLUJO DESTR	PAGO INVERS	FLUJO CAJA
0			90.000						104.532	-14.532
1	33.211				11.860	4.235	11.667	7.640		-2.191
2	21.540				7.829	2.975	11.667	7.220		-8.150
3	11.235				4.015	1.494	11.667	1.385		-7.327
4	21.525				2.127	3.585	11.667	7.640		-3.494
5	21.525				2.127	3.585	11.667	7.220		-3.074
6	21.525				2.127	3.585	11.667	1.385		2.761
7	21.525				2.127	3.585	11.667	7.640		-3.494
8	21.525				2.127	3.585	11.667	7.220		-3.074
9	32.775				11.844	4.469	11.667	1.385		3.410
10	21.540				7.829	2.975	11.667	7.640		-8.571
11	33.211				11.860	4.235		7.220		9.897
12	21.540				7.829	2.975		1.385		9.352
13	11.235				4.015	1.494		7.640		-1.914
14	21.525				2.127	3.585		7.220		8.594
15	21.525				2.127	3.585		1.385		14.428
16	21.525				2.127	3.585		7.640		8.173
17	21.525				2.127	3.585		7.220		8.594
18	21.525				2.127	3.585		1.385		14.428
19	32.775				11.844	4.469		7.640		8.822
20	21.540				7.829	2.975		7.220		3.517
21	33.211				11.860	4.235		1.385		15.732
22	21.540				7.829	2.975		7.640		3.097
23	11.235				4.015	1.494		7.220		-1.494
24	21.525				2.127	3.585		1.385		14.428
25	21.525				2.127	3.585		7.640		8.173

RESULTADOS	
Tasa Actualización (r%)	6,50%
VAN	1.754,29 €
TIR	6,82%

PRÉSTAMOS CUOTA CONSTANTE	
Importe	90.000,00 €
Interés	5,40%
Amortización	10 años
Cuota Mensual	972,28 €
Cuota Anual	11.667,40 €
Total Pagado	116.673,96 €

CÁLCULO INTERÉS PRÉSTAMO	
Importe	90.000,00 €
Amortización	10 años
Cuota mensual	972,28 €
Interés	5,4%

Pay Back=24

9. Conclusiones

Con la modernización correspondiente que se lleva en la parcela, y con la posibilidad y certeza de poder llevar a cabo dos cosechas, se aumentara el rendimiento de la parcela, lo que conllevara que se pueda amortizar la inversión y así obtener mayores beneficios que cuando se encontraba a riego a pie.

Para ello se estudian 3 índices que son el V.A.N, T.I.R y el PAY BACK.

9.1. V.A.N

Estas siglas corresponden con el Valor Actual Neto, el cual nos indica la rentabilidad absoluta. Este es la suma de todos los flujos de caja ordinarios esperados, determinando el valor actualizado de todos los rendimientos generados en el proyecto.

En este caso en estudio el valor del VAN es de 1754.29 €, como obtenemos un valor del VAN > 0 , el proyecto es viable, por lo que la inversión es rentable.

9.2. T.I.R

El T.I.R. es la Tasa Interna de Rentabilidad, indicando así la rentabilidad relativa, en nuestro caso obtenemos un T.I.R de 6.82%, superior al tipo de interés, por lo que nos indica que la inversión a realizar es rentable.

9.3. PAY BACK

El Pay Back es el número de años necesarios para recuperar el esfuerzo de la inversión, es lógico que en el proyecto en estudio salga un número elevado de años, ya que, para la superficie que tenemos necesita un motor y una balsa con la que se podría regar el doble de la superficie.

En nuestro caso en estudio obtenemos un Pay Back de 24 años, por lo que el esfuerzo de la inversión se recuperara el año 24.

Con estos tres índices estudiados se llega a la conclusión de que este proyecto es rentable.

PLANOS

Documento N. 2

Plano N. 1 Emplazamiento

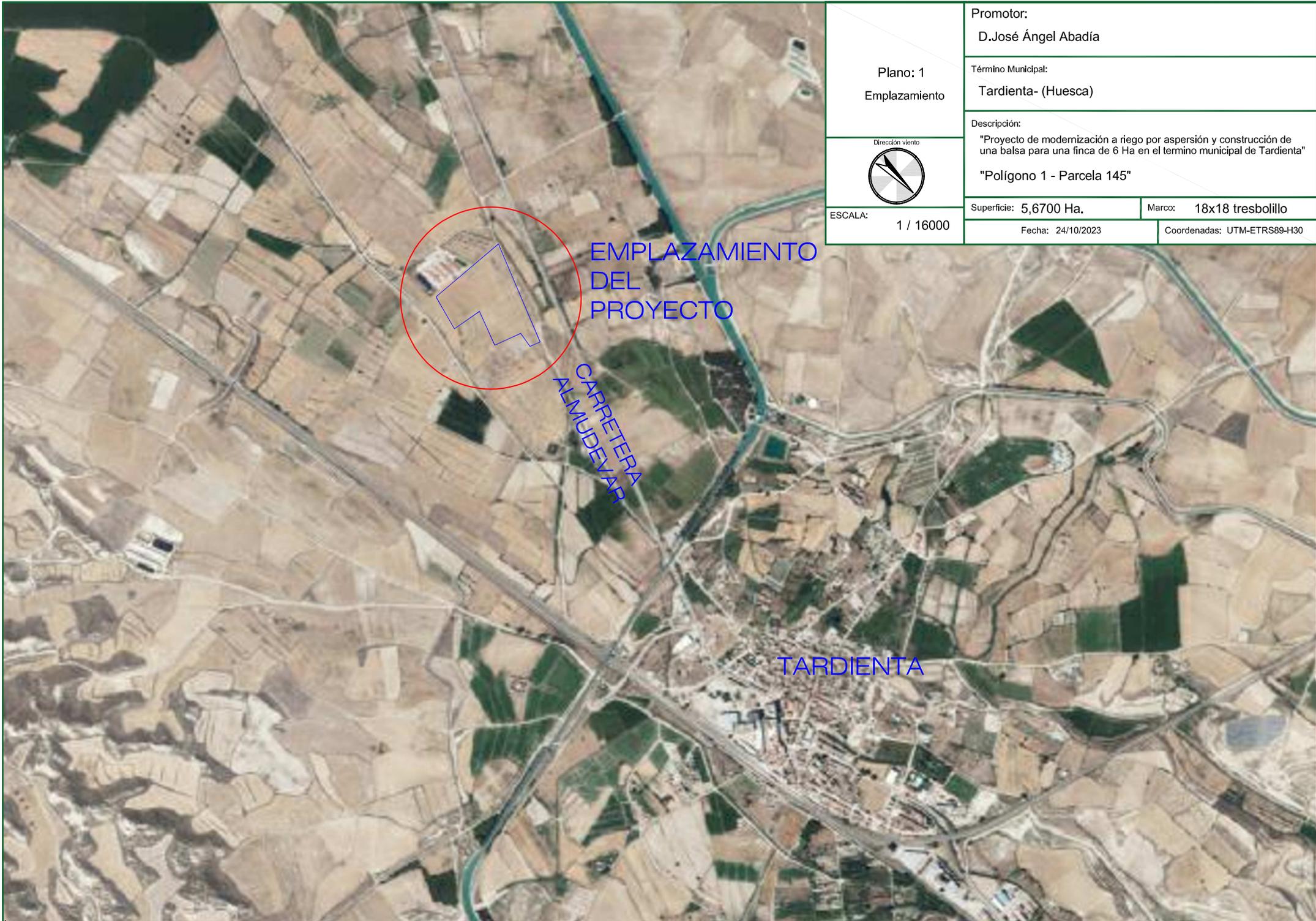
Plano N. 2 Topografía del emplazamiento

Plano N. 3 Planta general de la instalación de riego

Plano N.4 Balsa

Plano N. 5 Caseta de riego

Plano N. 6 Detalle de derivación de primaria a secundaria



Plano: 1
Emplazamiento



ESCALA:
1 / 16000

Promotor:
D. José Ángel Abadía

Término Municipal:
Tardienta- (Huesca)

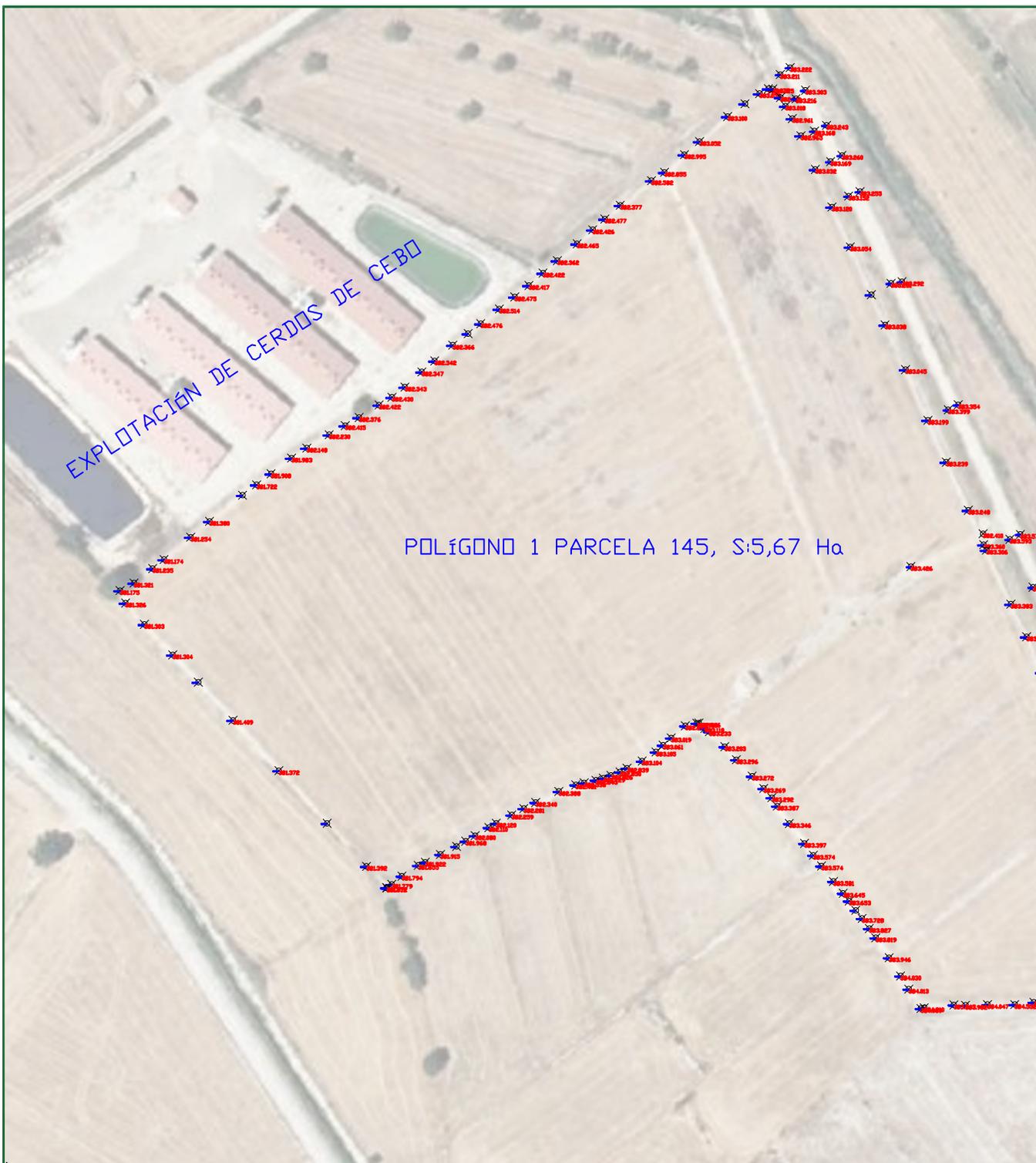
Descripción:
"Proyecto de modernización a riego por aspersión y construcción de una balsa para una finca de 6 Ha en el término municipal de Tardienta"
"Polígono 1 - Parcela 145"

Superficie: 5,6700 Ha.	Marco: 18x18 tresbolillo
Fecha: 24/10/2023	Coordenadas: UTM-ETRS89-H30

EMPLAZAMIENTO
DEL
PROYECTO

CARRETERA
ALMUDEVAR

TARDIENTA



Plano: 2 Topografía del perímetro	Promotor: D. José Ángel Abadía	
	Término Municipal: Tardienta- (Huesca)	
Dirección viento 	Descripción: "Proyecto de modernización a riego por aspersión y construcción de una balsa para una finca de 6 Ha en el termino municipal de Tardienta" "Polígono 1 - Parcela 145"	
	Superficie: 5,6700 Ha.	Marco: 18x18 tresbolillo
ESCALA: 1 / 2000	Fecha: 24/10/2023	Coordenadas: UTM-ETRS89-H30

EXPLOTACIÓN DE CERDOS DE CEBU

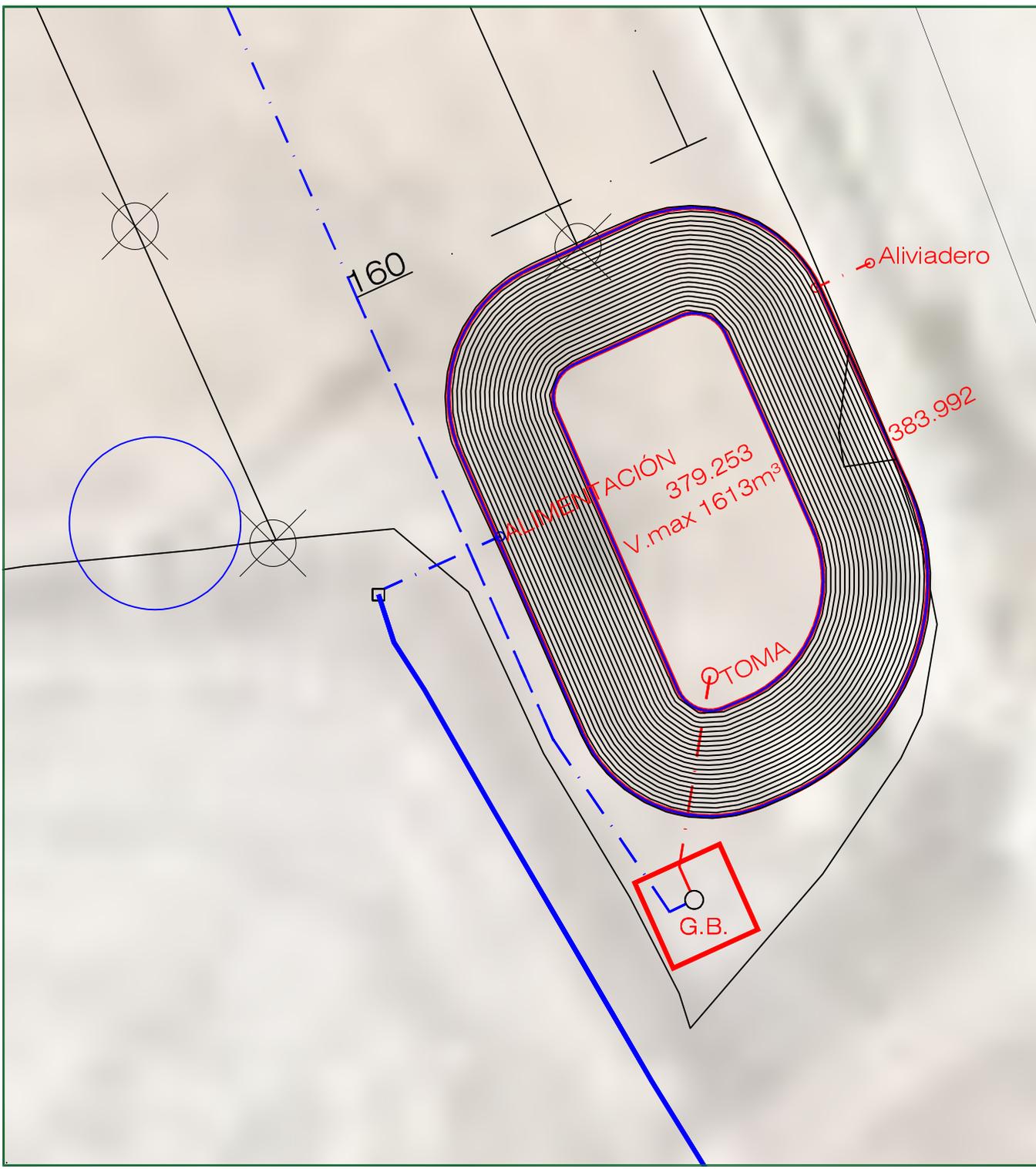
POLÍGONO 1 PARCELA 145, S:5,67 Ha



Plano:3 Planta general de instalación de riego	Promotor: D.José Ángel Abadía
	Término Municipal: Tardienta- (Huesca)
	Descripción: "Proyecto de modernización a riego por aspersión y construcción de una balsa para una finca de 6 Ha en el termino municipal de Tardienta" "Polígono 1 - Parcela 145"
	Superficie: 5,6700 Ha. Marco: 18x18 tresbolillo
ESCALA: 1 / 2000	Fecha: 24/10/2023 Coordenadas: UTM-ETRS89-H30

Leyenda
T.S. Tubería terciaria de PVC PN 6 DN 160 a 63
L.R. Lateral de riego de polietileno de alta densidad DN 32 PN 10
T.P. Tubería principal

Capacidad para 1 riego con una dosis de riego de 14l/m²



Plano:4 Balsa

Dirección viento



ESCALA: 1 / 250

Promotor:
D.José Ángel Abadía

Término Municipal:
Tardienta- (Huesca)

Descripción:
"Proyecto de modernización a riego por aspersión y construcción de una balsa para una finca de 6 Ha en el termino municipal de Tardienta"
"Polígono 1 - Parcela 145"

Superficie: 5,6700 Ha.

Marco: 18x18 tresbolillo

Fecha: 24/10/2023

Coordenadas: UTM-ETRS89-H30

ALIMENTACIÓN
379.253
V.max 1613m³

Aliviadero

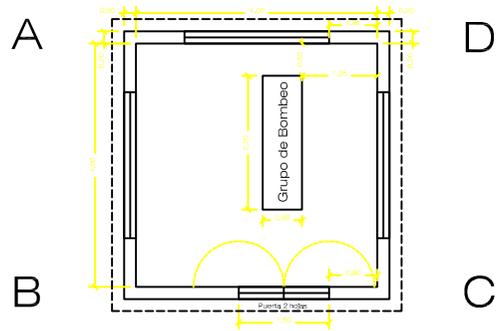
383.992

PTOMA

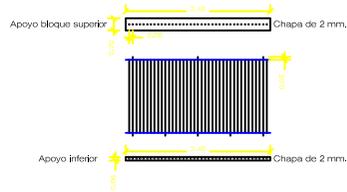
G.B.

160

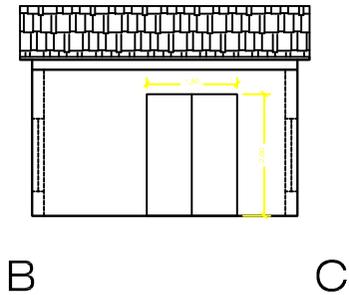
PLANTA:



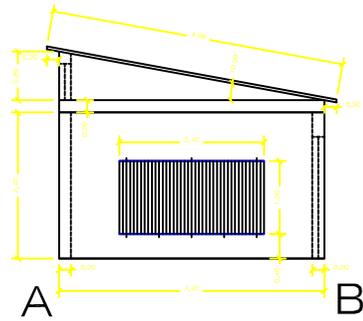
DETALLE REJA:



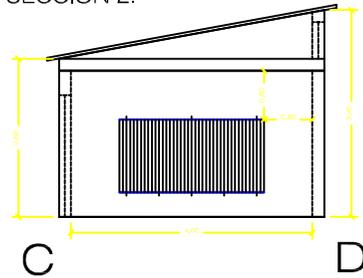
ALZADO ANTERIOR:



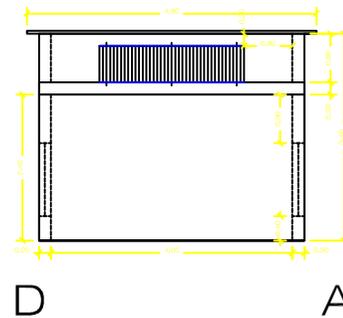
SECCIÓN 1:



SECCIÓN 2:



ALZADO POSTERIOR:



Plano: 5
Caseta de riego



ESCALA: 1 / 8

Promotor:
D. José Ángel Abadía

Término Municipal:
Tardienta- (Huesca)

Descripción:
"Proyecto de modernización a riego por aspersión y construcción de una balsa para una finca de 6 Ha en el término municipal de Tardienta"
"Polígono 1 - Parcela 145"

Superficie: 5,6700 Ha.

Marco: 18x18 tresbolillo

Fecha: 24/10/2023

Coordenadas: UTM-ETRS89-H30

CASETA DE RIEGO
CON GRUPO DE BOMBEO: 4 x 4 m.
TOTAL BLOQUES = 485 UDS.
TOTAL BLOQUES ZUNCHO "U" = 42 UDS.
TEJADO DE CHAPA = 4.80 x 4.88 M.

Plano: 6
Detalle derivación de
primaria a secundaria



ESCALA: 1 / 5

Promotor:
D. José Ángel Abadía

Término Municipal:
Tardienta- (Huesca)

Descripción:
"Proyecto de modernización a riego por aspersión y construcción de una balsa para una finca de 6 Ha en el término municipal de Tardienta"
"Polígono 1 - Parcela 145"

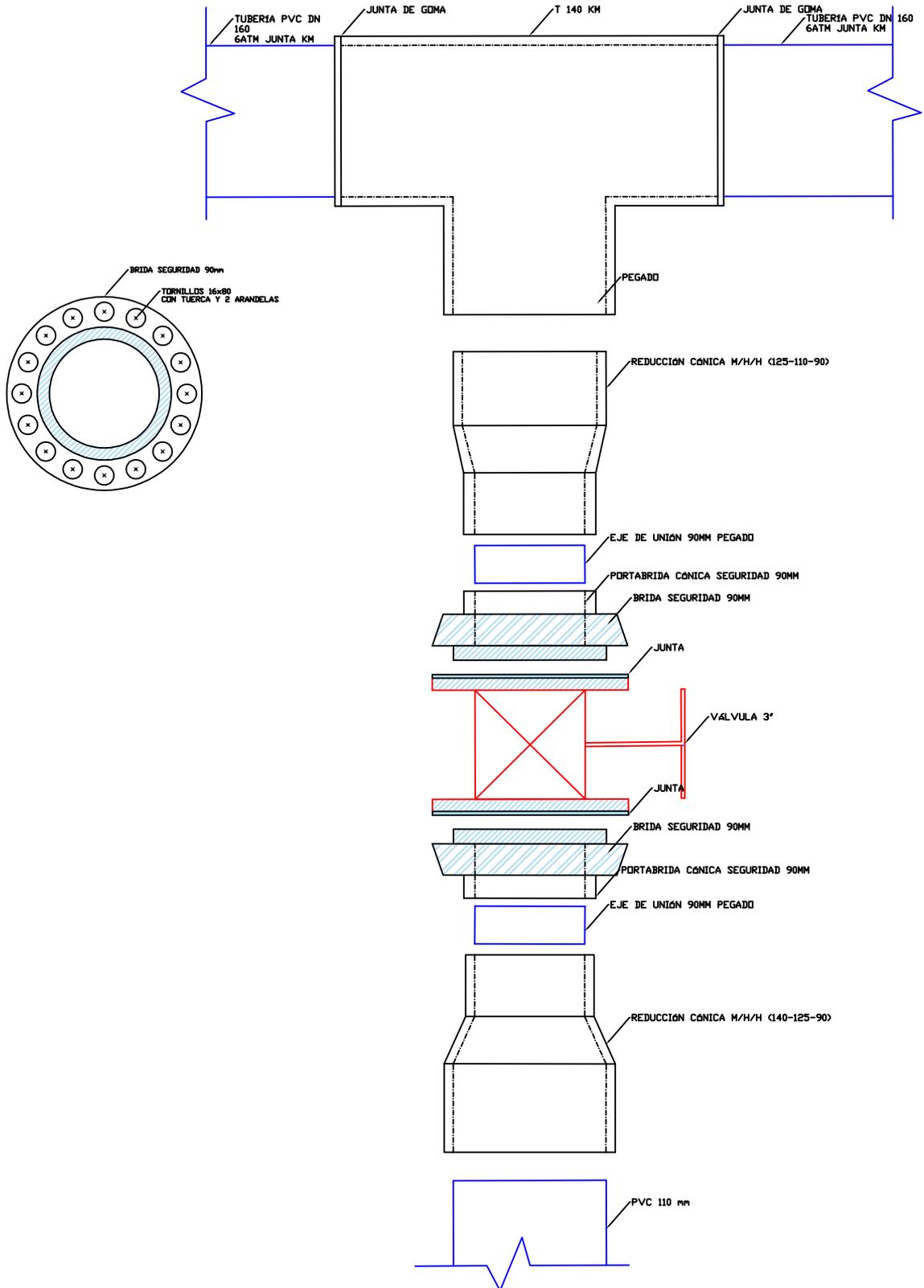
Superficie: 5,6700 Ha.

Marco: 18x18 tresbolillo

Fecha: 24/10/2023

Coordenadas: UTM-ETRS89-H30

VÁLVULA DE 3". DETALLE DE MONTAJE.



PLIEGO DE CONDICIONES

Documento N. 3

Proyecto de modernización a riego por aspersión y construcción de una balsa para una finca de 6 ha en el término municipal de Tardienta (Huesca)



PLIEGO DE CONDICIONES

A - PLIEGO DE CLAUSULAS ADMINISTRATIVAS. PLIEGO GENERAL

B- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES. PLIEGO PARTICULAR

PROYECTO: Proyecto de modernización a riego por aspersión y construcción de una balsa para una finca de 6ha en el término municipal de Tardienta (Huesca).

PROMOTOR: José Ángel Abadía Causape

SITUACIÓN: Polígono 1, parcela 145, perteneciente al termino municipal de Tardienta (Huesca)

NIVEL DE CONTROL Y CLASES DE EJECUCIÓN

Los valores adoptados serán los indicados en el proyecto, o, en su defecto, los siguientes:

Nivel control de ejecución en el caso de estructuras de hormigón será: X Normal (*)
 Intenso

Las clases de ejecución que serán aplicables a cada elemento en el caso de estructuras de acero serán (repetirlo para los distintos elementos estructurales si tuvieran clases diferentes):

Clase de ejecución X 2 (Control normal) – Elemento estructural: (*)
 3 (Control intenso) Todos los elementos
 4 (Control intenso)

(*) Según el Código Estructural, debe cumplirse una clase de fiabilidad RC2. Por ello:
- en los elementos de hormigón, el control de ejecución será intenso o normal
- en los elementos de acero, un control de ejecución intenso o normal, en función de la clase de ejecución, que deberá ser 2 (normal), 3 (intenso) o 4 (intenso)



**ÍNDICE:****A.- PLIEGO DE CLAUSULAS ADMINISTRATIVAS. PLIEGO**

GENERAL.....	3
ANEXO 1. CÓDIGO ESTRUCTURAL.....	53
ANEXO 2. DB-HE AHORRO DE ENERGÍA.....	53
ANEXO 3. CTE DB-HR.....	54
ANEXO 4. SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO.....	55
ANEXOS.....	53
Artículo 1. Calidad de los materiales.....	23
Artículo 1. Naturaleza y objeto del pliego general.....	3
Artículo 10. Facultades y obligaciones del coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.....	6
Artículo 10. Materiales para solados y alicatados.....	30
Artículo 100. Pago de arbitrios.....	23
Artículo 101. Garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción.....	23
Artículo 11. Carpintería de taller.....	31
Artículo 11. Facultades y obligaciones de las entidades de control de calidad de la edificación.....	6
Artículo 12. Carpintería metálica.....	31
Artículo 12. Los suministradores de productos.....	7
Artículo 13. Pintura.....	31
Artículo 13. Verificación de los documentos del proyecto.....	7
Artículo 14. Colores, aceites, barnices, etc.....	31
Artículo 14. Plan de Seguridad y Salud.....	7
Artículo 15. Fontanería.....	31
Artículo 15. Plan de Control de Calidad.....	7
Artículo 16. Control de la conformidad de productos.....	8
Artículo 16. Instalaciones eléctricas.....	31
Artículo 17. Control de la conformidad de los procesos de ejecución.....	8
Artículo 17. Movimiento de tierras.....	32
Artículo 18. Control de la comprobación de la conformidad de la estructura terminada.....	8
Artículo 18. Hormigones.....	34
Artículo 19. Morteros.....	35
Artículo 19. Oficina en la obra.....	8
Artículo 2. Conformidad con la normativa de los productos, equipos y materiales.....	23
Artículo 2. Documentación del contrato de obra.....	3
Artículo 20. Encofrados.....	36
Artículo 20. Representación del Contratista. Jefe de Obra.....	8
Artículo 21. Armaduras.....	37
Artículo 21. Trabajos no estipulados expresamente.....	9
Artículo 22. Estructuras de acero.....	37
Artículo 22. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.....	9
Artículo 23. Estructuras de madera.....	38
Artículo 23. Reclamaciones contra las ordenes de la dirección facultativa.....	9
Artículo 24. Estructuras mixtas hormigón - acero.....	39

Artículo 24. Recusación por el contratista del personal nombrado por la dirección facultativa.....	9
Artículo 25. Cantería.....	39
Artículo 25. Faltas del Personal.....	9
Artículo 26. Albañilería.....	41
Artículo 26. Subcontratas.....	9
Artículo 27. Cubiertas. Formación de pendientes y faldones.....	43
Artículo 27. Daños materiales.....	9
Artículo 28. Cubiertas planas. Azoteas.....	44
Artículo 28. Responsabilidad civil.....	10
Artículo 29. Aislamientos.....	45
Artículo 29. Caminos y accesos.....	10
Artículo 3. Cumplimiento de la normativa y de los requisitos establecidos por la administración.....	3
Artículo 3. Materiales para hormigones y morteros.....	24
Artículo 30. Replanteo.....	10
Artículo 30. Solados y alicatados.....	47
Artículo 31. Carpintería de taller.....	47
Artículo 31. Inicio de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.....	10
Artículo 32. Carpintería metálica.....	48
Artículo 32. Orden de los Trabajos.....	11
Artículo 33. Facilidades para otros contratistas.....	11
Artículo 33. Pintura.....	48
Artículo 34. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.....	11
Artículo 34. Fontanería.....	49
Artículo 35. Instalación eléctrica.....	49
Artículo 35. Prórroga por causa de fuerza mayor.....	11
Artículo 36. Precauciones a adoptar.....	52
Artículo 36. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.....	11
Artículo 37. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....	11
Artículo 37. Control de la obra del hormigón.....	52
Artículo 38. Control de la obra terminada.....	52
Artículo 38. Gestión de los procesos constructivos.....	11
Artículo 39. Control de la comprobación de la conformidad de la estructura terminada.....	52
Artículo 39. Instalaciones ajenas a la obra.....	11
Artículo 4. Materiales auxiliares de hormigones.....	28
Artículo 4. Tipos de proyectos de edificación y titulaciones requeridas.....	3
Artículo 40. Gestión de los residuos de construcción y demolición.....	52
Artículo 40. Gestión medioambiental de la ejecución.....	12
Artículo 41. Nivel de control y clases de ejecución.....	12
Artículo 42. Actuaciones previas al comienzo de la ejecución.....	12
Artículo 43. Actuaciones durante el desarrollo de la ejecución.....	12
Artículo 44. Documentación de obras ocultas.....	13
Artículo 45. Trabajos defectuosos.....	13



Artículo 46. Vicios ocultos.....	13	Artículo 80. Obras por administración delegada o indirecta.....	19
Artículo 47. De los materiales y de los aparatos. Su procedencia.....	13	Artículo 81. Liquidación de obras por administración.....	19
Artículo 48. Presentación de muestras.....	13	Artículo 82. Abono al constructor de las cuentas de administración delegada.....	20
Artículo 49. Materiales no utilizables.....	13	Artículo 83. Normas para la adquisición de los materiales y aparatos.....	20
Artículo 5. Encofrados y cimbras.....	29	Artículo 84. Del constructor en el bajo rendimiento de los obreros.....	20
Artículo 5. Facultades y obligaciones del promotor (artículo 9 de la L.O.E.).....	4	Artículo 85. Responsabilidades del constructor.....	20
Artículo 50. Materiales y aparatos defectuosos.....	13	Artículo 86. Formas de abono de las obras.....	20
Artículo 51. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.....	14	Artículo 87. Relaciones valoradas y certificaciones.....	20
Artículo 52. Limpieza de las obras.....	14	Artículo 88. Mejoras de obras libremente ejecutadas.....	21
Artículo 53. Obras sin prescripciones.....	14	Artículo 89. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.....	21
Artículo 54. Acta de recepción.....	14	Artículo 9. Facultades y obligaciones del Director de Ejecución de la Obra.....	5
Artículo 55. De las recepciones provisionales.....	14	Artículo 9. Materiales para fábrica y forjados.....	29
Artículo 56. Documentación de la obra ejecutada.....	14	Artículo 90. Abono de agotamientos y otros trabajos especiales no contratados.....	21
Artículo 57. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra.....	15	Artículo 91. Pagos.....	21
Artículo 58. Plazo de garantía.....	15	Artículo 92. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.....	22
Artículo 59. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.....	16	Artículo 93. Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras.....	22
Artículo 6. Aglomerantes, excluido el cemento.....	29	Artículo 94. Demora de los pagos por parte del propietario.....	22
Artículo 6. Facultades y obligaciones del proyectista (art. 10 de la L.O.E.).....	4	Artículo 95. Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra.....	22
Artículo 60. De la recepción definitiva.....	16	Artículo 96. Unidades de obra defectuosas, pero aceptables.....	22
Artículo 61. Prórroga del plazo de garantía.....	16	Artículo 97. Seguros.....	22
Artículo 62. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.....	16	Artículo 98. Conservación de la obra.....	23
Artículo 63. Criterios generales para la gestión de la calidad de las estructuras.....	16	Artículo 99. Uso por el contratista de edificio o bienes del propietario.....	23
Artículo 64. Obligaciones y responsabilidades de la dirección facultativa con respecto al control.....	16	B.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.	
Artículo 65. Laboratorios y entidades de control de calidad.....	17	PLIEGO PARTICULAR.....	23
Artículo 66. Garantía de la conformidad de productos y procesos de ejecución, distintivos de calidad.....	17	CAPITULO I - DISPOSICIONES GENERALES.....	3
Artículo 67. Principio general.....	17	CAPITULO II - DISPOSICIONES FACULTATIVAS.....	3
Artículo 68. Fianzas.....	17	CAPITULO III - DISPOSICIONES ECONÓMICAS.....	17
Artículo 69. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.....	17	CAPITULO IV - PRESCRIPCIONES SOBRE MATERIALES.....	23
Artículo 7. Facultades y obligaciones del constructor (art. 11 de la L.O.E.).....	4	CAPITULO V - PRESCRIPCIONES EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA.....	32
Artículo 7. Materiales de cubierta.....	29	CAPITULO VI - PRESCRIPCIONES SOBRE VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO.....	52
Artículo 70. Devolución de fianzas.....	17	CAPITULO VII - GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.....	52
Artículo 71. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales.....	18	EPÍGRAFE 1.º - CONDICIONES GENERALES.....	23
Artículo 72. Composición de los precios unitarios.....	18	EPÍGRAFE 1.º - FACULTADES Y OBLIGACIONES DE LOS AGENTES DE LA EDIFICACION.....	3
Artículo 73. Precios contradictorios.....	18	EPÍGRAFE 1.º - PRINCIPIO GENERAL.....	17
Artículo 74. Reclamación de aumento de precios.....	18	EPÍGRAFE 2.º - CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES.....	24
Artículo 75. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios.....	18	EPÍGRAFE 2.º - FIANZAS.....	17
Artículo 76. De la revisión de los precios contratados.....	18	EPÍGRAFE 2.º - RESPONSABILIDAD CIVIL DE LOS AGENTES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE LA EDIFICACIÓN.....	9
Artículo 77. Acopio de materiales.....	19	EPÍGRAFE 3.º - DE LOS PRECIOS.....	18
Artículo 78. Administración.....	19		
Artículo 79. Obras por administración directa.....	19		
Artículo 8. Facultades y obligaciones del Director de Obra.....	5		
Artículo 8. Plomo y cinc.....	29		



EPÍGRAFE 3.º - PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES	10	EPÍGRAFE 5.º - DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LAS ESTRUCTURAS	16
EPÍGRAFE 4.º - DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS	14	EPÍGRAFE 5.º - VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS	20
EPÍGRAFE 4.º - OBRAS POR ADMINISTRACIÓN.....	19	EPÍGRAFE 6.º - INDEMNIZACIONES MUTUAS	22
		EPÍGRAFE 7.º - VARIOS.....	22

A.- PLIEGO DE CLAUSULAS ADMINISTRATIVAS. PLIEGO GENERAL.

CAPITULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1. Naturaleza y objeto del pliego general.

El presente Pliego de Condiciones del Proyecto, teniendo en cuenta la normativa vigente y con objeto de servir de base al correspondiente contrato de obra, tiene por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Director de Obra, al Director de Ejecución de la Obra, a las entidades y laboratorios de control de calidad y los suministradores de productos de la obra, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

Artículo 2. Documentación del contrato de obra.

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de: sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

- 1.º Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.
- 2.º El Pliego de Condiciones particulares.

CAPITULO II

DISPOSICIONES FACULTATIVAS

EPÍGRAFE 1.º

FACULTADES Y OBLIGACIONES DE LOS AGENTES DE LA EDIFICACION

Artículo 4. Tipos de proyectos de edificación y titulaciones requeridas.

La Ley de Ordenación de la Edificación (L.O.E.) es de aplicación al proceso de la edificación, entendiéndose por tal la acción y el resultado de construir un edificio de carácter permanente, público o privado, cuyo uso principal esté comprendido en los siguientes grupos:

- a) Administrativo, sanitario, religioso, residencial en todas sus formas, docente y cultural.
- b) Aeronáutico; agropecuario; de la energía; de la hidráulica; minero; de telecomunicaciones (referido a la

3.º El Pliego General de Condiciones.

4.º El resto de la documentación de Proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto).

En las obras que lo requieran, también formarán parte el Estudio de Seguridad y Salud y el Plan de Control de Calidad de la Edificación.

Deberá incluir las condiciones y delimitación de los campos de actuación de laboratorios y entidades de Control de Calidad, si la obra lo requiriese.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección Facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

Artículo 3. Cumplimiento de la normativa y de los requisitos establecidos por la administración.

La obra se ajustará a la legislación y normas técnicas de obligado cumplimiento aplicables, así como, a las limitaciones establecidas por las administraciones durante la tramitación de las correspondientes autorizaciones para su realización.

ingeniería de las telecomunicaciones); del transporte terrestre, marítimo, fluvial y aéreo; forestal; industrial; naval; de la ingeniería de saneamiento e higiene, y accesorio a las obras de ingeniería y su explotación.

c) Todas las demás edificaciones cuyos usos no estén expresamente relacionados en los grupos anteriores.

Se consideran comprendidas en la edificación sus instalaciones fijas y el equipamiento propio, así como los elementos de urbanización que permanezcan adscritos al edificio.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo a) la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto.



Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo b) la titulación académica y profesional habilitante, con carácter general, será la de ingeniero, ingeniero técnico o arquitecto y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus respectivas especialidades y competencias específicas.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo c) la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus especialidades y competencias específicas.

Artículo 5. Facultades y obligaciones del promotor (artículo 9 de la L.O.E.).

Será Promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente decide, impulsa, programa o financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Son obligaciones del promotor:

- a) Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
- b) Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.
- c) Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.
- d) Designará al Coordinador de Seguridad y Salud para el proyecto y la ejecución de la obra.
- e) Suscribir los seguros previstos en la Ley de Ordenación de la Edificación.
- f) Entregar al adquirente, en su caso, la documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

Artículo 6. Facultades y obligaciones del proyectista (art. 10 de la L.O.E.).

El proyectista es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto. Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste. Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos, cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

Son obligaciones del proyectista:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico, según

corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, se debe designar al técnico redactor del proyecto que tenga la titulación profesional habilitante.

- b) Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- c) Acordar, en su caso, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales.

Artículo 7. Facultades y obligaciones del constructor (art. 11 de la L.O.E.).

El constructor es el agente que asume, contractualmente ante el promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al proyecto y al contrato.

Son obligaciones del constructor:

- a) Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.
- b) Tener la titulación o capacitación profesional que habilita para el cumplimiento de las condiciones exigibles para actuar como constructor.
- c) Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.
- d) Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.
- e) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- f) Elaborar el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del Estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el trabajo.
- g) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso de la dirección facultativa.
- h) Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- i) Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.
- j) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el



- personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.
- k) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Director de Ejecución, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
 - l) Custodiar los Libros de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de Seguridad y Salud y el del Control de Calidad, éstos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que en ellos se practiquen.
 - m) Facilitar al Director de Ejecución con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
 - n) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
 - o) Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
 - p) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
 - q) Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
 - r) Facilitar el acceso a la obra a los Laboratorios y Entidades de Control de Calidad contratados y debidamente homologados para el cometido de sus funciones.
 - s) Suscribir las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción previstas en el Art. 19 de la L.O.E.

Artículo 8. Facultades y obligaciones del Director de Obra.

El director de obra es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del director de obra.

Son obligaciones del director de obra:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico, según corresponda y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, se debe designar al técnico director de obra que tenga la titulación profesional habilitante.
- b) Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno.
- c) Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética.

- d) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.
- e) Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengán exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.
- f) Coordinar, junto al Director de Ejecución, el programa de desarrollo de la obra y el Proyecto de Control de Calidad de la obra, con sujeción al Código Técnico de la Edificación y a las especificaciones del Proyecto.
- g) Comprobar, junto al Director de Ejecución, los resultados de los análisis e informes realizados por Laboratorios y/o Entidades de Control de Calidad.
- h) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos de su especialidad.
- i) Dar conformidad a las certificaciones parciales de obra y la liquidación final.
- j) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- k) Asesorar al Promotor durante el proceso de construcción y especialmente en el acto de la recepción.
- l) Preparar con el Contratista, la documentación gráfica y escrita del proyecto definitivamente ejecutado para entregarlo al Promotor.
- m) A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el Libro del Edificio, y será entregada a los usuarios finales del edificio.

Artículo 9. Facultades y obligaciones del Director de Ejecución de la Obra.

El director de la ejecución de la obra es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado.

Siendo sus funciones específicas:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de la ejecución de la obra que tenga la titulación profesional habilitante.



- b) Redactar el documento de estudio y análisis del Proyecto para elaborar los programas de organización y de desarrollo de la obra.
- c) Planificar, a la vista del proyecto técnico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- d) Redactar, cuando se le requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Proyecto de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- e) Redactar, cuando se le requiera, el Proyecto de Control de Calidad de la Edificación, desarrollando lo especificado en el Proyecto de Ejecución.
- f) Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Director de Obra y del Constructor.
- g) Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y medidas de Seguridad y Salud en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- h) Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el Plan de Control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptará las medidas que corresponda dando cuenta al Director de Obra.
- i) Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de la obra.
- j) Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.
- k) Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del Director de Obra.
- l) Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas.
- m) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.
- n) Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

Durante la construcción, el director de la ejecución de la obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las

instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa. El director de la ejecución de la obra verificará que la documentación entregada por el constructor, los suministradores y las entidades de control de calidad es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

En la recepción de la obra ejecutada pueden tenerse en cuenta las certificaciones de gestión de calidad que ostenten los agentes que intervienen, así como las verificaciones que, en su caso, realicen las entidades de control de calidad de la edificación. Se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos. En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores.

Artículo 10. Facultades y obligaciones del coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

Según establece la LOE, las titulaciones académicas y profesionales habilitantes para desempeñar la función de coordinador de seguridad y salud en obras de edificación, durante la elaboración del proyecto y la ejecución de la obra, serán las de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico, de acuerdo con sus competencias y especialidades.

Según establece el Real Decreto 1627/1997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor, antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones que se le atribuyen en los párrafos anteriores serán asumidas por la dirección facultativa.

El coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- a) Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- b) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.



- c) Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista antes del inicio de la obra y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- d) Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- e) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

Artículo 11. Facultades y obligaciones de las entidades de control de calidad de la edificación.

Las entidades de control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad (art. 14 de la L.O.E.):

- a) Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.
- b) Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

Artículo 12. Los suministradores de productos.

Según establece la LOE, se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción. Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

Son obligaciones del suministrador:

- a) Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.
- b) Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará al director de ejecución de la obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de

obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- a) los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado;
- b) el certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física; y
- c) los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados

El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

- a) los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.3 del CTE; y
- b) las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.5 del CTE, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

Artículo 13. Verificación de los documentos del proyecto.

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

Artículo 14. Plan de Seguridad y Salud.

El Constructor, a la vista del Proyecto de Ejecución conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Director de Ejecución o por el Coordinador de Seguridad y Salud durante la Ejecución de la obra.

Artículo 15. Plan de Control de Calidad.

Durante la construcción, se desarrollarán las actividades de control necesarias para comprobar la conformidad de los procesos empleados en la ejecución, la conformidad de los materiales y productos que lleguen a la obra, así como la conformidad de aquéllos que se preparen en la misma con la finalidad de ser incorporados a ella con carácter definitivo. Igualmente se deberá contemplar el control de los medios auxiliares utilizados para la ejecución de las estructuras, como cimbras y apuntalamientos.

En el plan de control de calidad del proyecto de ejecución de una obra se incluirá el plan de control de la estructura, indicando las comprobaciones y ensayos que se consideren



oportunos. Así mismo se deberá valorar el coste total del control de calidad de la estructura.

Antes de iniciar las actividades de control en la obra, la dirección facultativa aprobará un programa de control, preparado de acuerdo con el plan de control definido en el proyecto, y que tenga en cuenta el cronograma o plan de obra del constructor y su procedimiento de autocontrol. El programa de control contemplará, al menos, los siguientes aspectos:

- a) la identificación de productos y procesos objeto de control, definiendo los correspondientes lotes de control y unidades de inspección, describiendo para cada caso las comprobaciones a realizar y los criterios a seguir en el caso de no conformidad;
- b) la previsión de medios materiales y humanos destinados al control con identificación, en su caso, de las actividades a subcontratar;
- c) la programación del control, en función del procedimiento de autocontrol del constructor y del cronograma de obra previsto para la ejecución por el mismo;
- d) la designación del responsable encargado de la toma de muestras, así como el procedimiento para la toma de estas muestras: lotificación según plan de ensayos, realización de probetas según normativa contemplada en este Código, conservación de las muestras (en obra hasta su traslado a laboratorio)
- e) el sistema de documentación del control que se empleará durante la obra.

El Constructor tendrá a su disposición el Plan de Control de Calidad, si para la obra fuera necesario, en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra, y los criterios para la recepción de los materiales, según estén avalados o no por sellos, marcas de calidad, ensayos, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros definidos en el Proyecto por el Director de Ejecución.

Artículo 16. Control de la conformidad de productos.

El fabricante deberá estar en condiciones de aportar garantía de la adecuación de su producto al uso previsto según lo especificado en la norma armonizada y de ponerlas a disposición de quien las solicite con el fin de que, a su vez, pueda transmitir estas garantías al usuario final de la obra o del producto en que se incorporen, facilitando para ello la documentación que incluya la información que avale dichas garantías.

El responsable de la recepción será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto que está recepcionando es conforme con las especificaciones requeridas. La dirección facultativa, teniendo en cuenta que el marcado CE no garantiza su idoneidad para un uso concreto, y una vez validado el control de recepción, será la responsable de velar porque el producto incorporado en la

obra es adecuado a su uso y cumple con las especificaciones requeridas. Se verificará que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE son conformes con las especificaciones indicadas en el proyecto y, en la normativa de aplicación.

Artículo 17. Control de la conformidad de los procesos de ejecución.

Durante la construcción de la estructura, la dirección facultativa controlará la ejecución de cada parte de la misma, bien directamente o a través de una entidad de control, verificando su replanteo, los productos que se utilicen y la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos. Efectuará cualquier comprobación adicional que estime necesaria para comprobar la conformidad con lo indicado en el proyecto, la reglamentación aplicable y las órdenes de la propia dirección facultativa. Comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.

Artículo 18. Control de la comprobación de la conformidad de la estructura terminada.

Una vez finalizada la estructura, en su conjunto o alguna de sus fases, la dirección facultativa velará para que se realicen las comprobaciones y pruebas de carga exigidas en su caso por la reglamentación vigente que le fuera aplicable, además de las que pueda establecer voluntariamente el proyecto o decidir la propia dirección facultativa; determinando la validez, en su caso, de los resultados obtenidos

Artículo 19. Oficina en la obra.

El Constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el Director de Obra.
- La Licencia de Obras.
- El Libro de Ordenes y Asistencia.
- El Plan de Seguridad y Salud y Plan de Emergencia
- Libro de Incidencias, si hay para la obra.
- El Proyecto de Control de Calidad y su Libro de registro, si hay para la obra.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- La documentación de los seguros suscritos por el Constructor.
- Libro de subcontratación
- comunicación de apertura de un centro de trabajo o de reanudación de la actividad
- Contratos con los subcontratistas y subrogación al Plan de Seguridad y Salud.
- Libro de Subcontratación tramitado.



- Manual de Prevención de la empresa.
- Libro de Visitas de la Inspección de Trabajo.
- Teléfonos y direcciones de emergencia.
- Identificación de los trabajadores y sus correspondientes documentos de cotización y reconocimientos médicos.

Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

Artículo 20. Representación del Contratista. Jefe de Obra.

El Constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de Jefe de Obra de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competen a la contrata.

Serán sus funciones las del Constructor según se especifica en el artículo 7.

Su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Director de Obra para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de Obra, por sí o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Director de Obra y/o Director de Ejecución, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

Artículo 21. Trabajos no estipulados expresamente.

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los Documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Director de Obra dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

En defecto de otra especificación, se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad / Promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 ó del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

Artículo 22. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.

El Constructor podrá requerir del Director de Obra o del Director de Ejecución, según sus respectivos cometidos, las

instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor, estando este obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba tanto Director de Obra como del Director de Ejecución.

Cualquier reclamación que, en contra de las disposiciones tomadas por éstos, crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

Artículo 23. Reclamaciones contra las ordenes de la dirección facultativa.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del Director de Obra, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden técnico de la Dirección de Ejecución, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Director de Obra, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Artículo 24. Recusación por el contratista del personal nombrado por la dirección facultativa.

El Constructor no podrá recusar a los Directores de Obra y/o de Ejecución o al personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

Artículo 25. Faltas del Personal.

El Director de Obra, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

Artículo 26. Subcontratas.

Ninguna parte de las obras podrá ser subcontratada sin consentimiento previo de la Dirección Facultativa. Las subcontrataciones se solicitarán por escrito, con suficiente antelación, aportando los datos sobre el subcontrato,



aportando información sobre las características de la empresa subcontratada, la solvencia técnica y económica, los medios a utilizar y organización e integración en la obra que ha de realizarse. La aceptación del subcontrato no releva al Contratista de su responsabilidad contractual. La Dirección de Obra está facultada para decidir la exclusión de un destajista por ser éste incompetente o no reunir las condiciones necesarias. Comunicada esta decisión al Contratista, éste deberá tomar las medidas precisas para la rescisión.

EPÍGRAFE 2.º

RESPONSABILIDAD CIVIL DE LOS AGENTES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE LA EDIFICACIÓN

Artículo 27. Daños materiales.

Sin perjuicio de sus responsabilidades contractuales, las personas físicas o jurídicas que intervienen en el proceso de la edificación responderán frente a los propietarios y los terceros adquirentes de los edificios o partes de los mismos, en el caso de que sean objeto de división, de los siguientes daños materiales ocasionados en el edificio dentro de los plazos indicados, contados desde la fecha de recepción de la obra, sin reservas o desde la subsanación de éstas:

- a) Durante diez años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.
- b) Durante tres años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad del art. 3 de la L.O.E.

El constructor también responderá de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras dentro del plazo de un año.

Artículo 28. Responsabilidad civil.

La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones de propios, como por actos u omisiones de personas por las que se deba responder.

No obstante, cuando pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente.

En todo caso, el promotor responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en el edificio ocasionados por vicios o defectos de construcción.

Sin perjuicio de las medidas de intervención administrativas que en cada caso procedan, la responsabilidad del promotor que se establece en la Ley de Ordenación de la Edificación se extenderá a las personas físicas o jurídicas que, a tenor del contrato o de su intervención decisoria en la promoción, actúen como tales promotores bajo la forma de promotor o gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios u otras figuras análogas.

Cuando el proyecto haya sido contratado conjuntamente con más de un proyectista, los mismos responderán solidariamente.

Los proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán directamente responsables de los daños que puedan derivarse de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores.

El constructor responderá directamente de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan.

Cuando el constructor subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, será directamente responsable de los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar.

El director de obra y el director de la ejecución de la obra que suscriban el certificado final de obra serán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento.

Quien acepte la dirección de una obra cuyo proyecto no haya elaborado él mismo, asumirá las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que pudiere corresponderle frente al proyectista.

Cuando la dirección de obra se contrate de manera conjunta a más de un técnico, los mismos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que entre ellos corresponda.

Las responsabilidades por daños no serán exigibles a los agentes que intervengan en el proceso de la edificación, si se prueba que aquellos fueron ocasionados por caso fortuito, fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño.

Las responsabilidades a que se refiere este artículo se entienden sin perjuicio de las que alcanzan al vendedor de los edificios o partes edificadas frente al comprador conforme al contrato de compraventa suscrito entre ellos, a los artículos 1.484 y siguientes del Código Civil y demás legislación aplicable a la compraventa.

EPÍGRAFE 3.º

PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES

**Artículo 29. Caminos y accesos.**

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra, el cerramiento o vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra. El Director de Obra o el Director de Ejecución podrán exigir su modificación o mejora.

Artículo 30. Replanteo.

El Constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Director de Ejecución y una vez esto haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Director de Obra, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

Artículo 31. Inicio de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.

El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Contrato, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el contrato.

Obligatoriamente, de forma fehaciente y preferiblemente por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Director de Obra y al Director de Ejecución del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

Para formalizar el inicio de las obras se firmará un acta de replanteo y comienzo de obra que firmarán el director de obra, el director de ejecución de la obra, el coordinador de seguridad y salud, el promotor y el contratista. En dicha acta se hará constar lo siguiente:

1. Se cuenta con la licencia de obras.
2. Se dispone del proyecto de ejecución que cumple la licencia de obras.
3. El Constructor ha designado el Jefe de Obra o asume él mismo sus funciones.
4. El Constructor ha realizado el replanteo y éste resulta ajustado a las características del solar.
5. El Coordinador de Seguridad y Salud ha aprobado el Plan de Seguridad y Salud en el trabajo.
6. El Constructor declara estar en condiciones de iniciar los trabajos y la Dirección facultativa, de acuerdo con el Promotor, autoriza su comienzo.

Artículo 32. Orden de los Trabajos.

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

Artículo 33. Facilidades para otros contratistas.

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos. En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

Artículo 34. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Director de Obra en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

Artículo 35. Prórroga por causa de fuerza mayor.

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Director de Obra. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Director de Obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

Artículo 36. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

Artículo 37. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.

Todos los trabajos se ejecutarán se llevarán a cabo con sujeción al proyecto y a las modificaciones que, bajo su responsabilidad y en uso de sus atribuciones, autoricen el Director de Obra o el Director de Ejecución con la conformidad, en su caso, de la propiedad, dentro de las



limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 18. Además, deberán ser conformes a las instrucciones de la dirección facultativa, a la reglamentación que sea aplicable y a las normas de buena práctica constructiva.

Cualquier modificación de los procesos de ejecución respecto a lo previsto en el proyecto, deberá ser previamente autorizada por la dirección facultativa, previa propuesta justificada del constructor.

Artículo 38. Gestión de los procesos constructivos.

Según establece el Código Estructural en su artículo 14, el constructor deberá disponer de:

- a) unos procedimientos escritos para cada uno de los procesos de ejecución de la estructura, coherentes con el proyecto, acordes con la reglamentación que sea aplicable y conforme con sus propios medios de producción, y
- b) un sistema de gestión de los materiales, productos y elementos que se vayan a colocar en la obra, de manera que se asegure la trazabilidad de los mismos. Dicho sistema de gestión deberá presentar, al menos, las siguientes características:
 - disponer de un registro de suministradores de la obra, con identificación completa de los mismos y de los materiales y productos suministrados,
 - disponer de un sistema de almacenamiento de los acopios en la obra que permita mantener, en su caso, la trazabilidad de cada una de las partidas o remesas que lleguen a la obra, y
 - disponer de un sistema de registro y seguimiento de las unidades ejecutadas que relacione estas con las partidas de productos utilizados y, en su caso, con las remesas empleadas en las mismas, de manera que se pueda mantener un determinado nivel de trazabilidad durante la ejecución de la obra, de acuerdo con el nivel de control y la clase de ejecución definido en el proyecto.

Artículo 39. Instalaciones ajenas a la obra.

En el caso de instalaciones industriales ajenas a la obra que suministren productos elaborados o semielaborados a la misma (por ejemplo, los talleres de estructura metálica, las industrias de prefabricados o los talleres de ferralla), deberán disponer de los sistemas adecuados de gestión de los acopios que les permitan mantener los niveles de trazabilidad establecidos para la estructura.

Artículo 40. Gestión medioambiental de la ejecución.

Sin perjuicio del cumplimiento de la legislación de protección ambiental vigente, la propiedad podrá establecer que el constructor tenga en cuenta una serie de consideraciones de carácter medioambiental durante la ejecución de la estructura, al objeto de minimizar los potenciales impactos derivados de dicha actividad.

Según establece el artículo 14.2 del Código Estructural, se pueden contemplar tres niveles de gestión medioambiental, definidos de acuerdo con el siguiente criterio:

- a) nivel de certificación medioambiental, cuando la obra se encuentre incluida en el alcance de la certificación del constructor de conformidad con UNE-EN ISO 14001 o norma equivalente ISO 14001,
- b) nivel de sensibilización medioambiental, cuando la obra no esté en posesión del certificado indicado en el punto a), pero la dirección facultativa compruebe que el constructor cumple una serie de requisitos ambientales específicos recogidos en el proyecto, previo acuerdo con la propiedad, y
- c) nivel de operatividad medioambiental, cuando el constructor se limite al cumplimiento de la legislación medioambiental vigente.

En su caso, dicha exigencia debería incluirse en un anejo de evaluación ambiental de la estructura, que formará parte del proyecto. En caso de que el proyecto no contemplara este tipo de exigencias para la fase de ejecución, la propiedad podrá obligar a su cumplimiento mediante la introducción de las cláusulas correspondientes en el contrato con el constructor.

En particular, el sistema de gestión medioambiental de la ejecución deberá identificar las correspondientes buenas prácticas medioambientales a seguir durante la ejecución de la obra. En el caso

de que el proyecto haya establecido exigencias relativas a la contribución de la estructura a la sostenibilidad, la ejecución deberá ser coherente con dichas exigencias.

En el caso de que algunas de las unidades de obra sean subcontratadas, el constructor, entendido éste como el contratista principal, deberá velar para que se observe el cumplimiento de las consideraciones medioambientales en la totalidad de la obra.

Artículo 41. Nivel de control y clases de ejecución.

El nivel de control de las estructuras de hormigón y las clases de ejecución de las estructuras de acero deberán ser coherentes, en primer lugar, con la normativa de aplicación, en segundo lugar, con lo especificado en el proyecto y, en tercer lugar, con lo especificado en el contrato de obras.

De acuerdo con los índices de fiabilidad adoptados en el apartado 5.2.1 del Código Estructural, debe cumplirse una clase de fiabilidad RC2. Por ello, el nivel de inspección durante la ejecución según el apartado B5 del Anejo 18 del Código Estructural debe ser, al menos, el IL2, lo que conlleva a que:

- en los elementos de hormigón, un control de ejecución intenso o normal
- en los elementos de acero, un control de ejecución intenso o normal, en función de la clase de ejecución, que deberá ser 2 (intenso), 3 (normal) o 4 (normal)

Cuando se realice un control de ejecución a nivel intenso el constructor deberá estar en posesión de un sistema de la calidad certificado conforme a la UNE-EN ISO 9001, obtenido



de una entidad certificada confirme a la UNE-EN ISO/IEC 17021 para el alcance de las actividades de ejecución requeridas.

Artículo 42. Actuaciones previas al comienzo de la ejecución.

Antes del inicio de la ejecución de la estructura, la dirección facultativa velará para que el constructor efectúe las actuaciones siguientes:

- depósito en las instalaciones de la obra del correspondiente libro de órdenes, facilitado por la dirección facultativa;
- identificación de suministradores inicialmente previsto, así como del resto de agentes involucrados en la obra, reflejando sus datos en el correspondiente directorio que deberá estar permanentemente actualizado hasta la recepción de la obra;
- comprobación de la existencia de la documentación que avale la idoneidad técnica de los equipos previstos para su empleo durante la obra como, por ejemplo, los certificados de calibración o la definición de los parámetros óptimos de soldeo de los equipos de soldadura;
- en caso de que se pretenda realizar soldaduras en obra, se comprobará la existencia de personal soldador con la cualificación u homologación suficiente.

Además, el constructor deberá comprobar la conformidad de la documentación previa de cada uno de los productos antes de su utilización, de acuerdo con los criterios establecidos en el Código Estructural.

Asimismo, con carácter previo al inicio de la ejecución, el constructor deberá comprobar que no hay constancia documental de modificaciones sustanciales que puedan conllevar alteraciones respecto a la estructura de hormigón proyectada inicialmente como, por ejemplo, como consecuencia de la ubicación de nuevas instalaciones.

Al objeto de conseguir la trazabilidad de los materiales y productos empleados en la obra, el constructor deberá comunicar a la dirección facultativa las características del sistema que garantice dicha trazabilidad, con indicación de los criterios de gestión de las partidas y remesas recibidas en la obra, así como de los correspondientes acopios en la misma.

Artículo 43. Actuaciones durante el desarrollo de la ejecución.

Todas las actividades desarrolladas durante la fase ejecución deberán ser conformes con los procedimientos de proceso definidos previamente por el constructor y autorizados por la dirección facultativa.

Cualquier incidencia o desviación respecto a los mencionados procedimientos deberá ser documentada e incorporada a la documentación de control gestionada por el constructor, informándose de ello a la dirección facultativa.

Sin perjuicio de la reglamentación específica que le sea de aplicación, cualquier empleo durante la obra de un elemento

auxiliar (puntales, cimbras, etc.) será responsabilidad del constructor, que deberá disponer de los documentos correspondientes (proyecto, certificado, etc., según el caso) que avalen la conformidad de tales elementos para el uso que se pretende.

Artículo 44. Documentación de obras ocultas.

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al Director de Obra; otro, al Director de Ejecución; y, el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones. El contratista deberá avisar al Director de Ejecución de la obra con suficiente antelación y antes de que queden ocultos para que haga las comprobaciones oportunas.

Artículo 45. Trabajos defectuosos.

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones generales y particulares de índole Técnica" del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Director de Ejecución, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Ejecución advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que 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 éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Director de la Obra, quien resolverá.

Artículo 46. Vicios ocultos.

Si el Director de Ejecución 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, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que



suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Director de Obra.

Los gastos que se ocasionen, incluidos los debidos a sus consecuencias o daños causados, serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la Propiedad.

Artículo 47. De los materiales y de los aparatos. Su procedencia.

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, siempre y cuando se cumpla con la normativa vigente y con lo especificado en Pliego de Condiciones.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Director de Ejecución una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

Artículo 48. Presentación de muestras.

A petición del Director de obra, el Constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

Artículo 49. Materiales no utilizables.

El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente, en condiciones de seguridad y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Director de Ejecución, pero acordando previamente con el Constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

Artículo 50. Materiales y aparatos defectuosos.

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o cuando a la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Director de Obra, a instancias del Director de Ejecución, dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados para el objeto a que se destinen.

Si a los quince (15) días de recibir el Constructor orden de que retiren los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la Propiedad cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Director de

Obra, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

Artículo 51. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo y cuenta del contratista.

Artículo 52. Limpieza de las obras.

Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

Artículo 53. Obras sin prescripciones.

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del Proyecto, el Constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

EPÍGRAFE 4.º

DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS

Artículo 54. Acta de recepción.

La recepción de la obra es el acto por el cual el constructor una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el constructor, y en la misma se hará constar:

- a) Las partes que intervienen.
- b) La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- c) El coste final de la ejecución material de la obra.
- d) La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- e) Las garantías que, en su caso, se exijan al constructor para asegurar sus responsabilidades.



- f) Se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra y el director de la ejecución de la obra y la documentación justificativa del control de calidad realizado.

El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales. En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía establecidos en la Ley de Ordenación de la Edificación se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el párrafo anterior.

Artículo 55. De las recepciones provisionales.

Las recepciones provisionales se realizarán con la intervención de la Propiedad, del Constructor, del Director de obra y del Director de Ejecución. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección Facultativa extenderán el correspondiente Certificado de final de obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza.

Artículo 56. Documentación de la obra ejecutada.

Durante la ejecución de la obra, el constructor elaborará la documentación que reglamentariamente sea exigible y que, como mínimo, deberá incluir una memoria que recoja las incidencias principales de la ejecución, una colección de planos que reflejen el estado final de la obra tal y como ha sido construida y la documentación correspondiente al control de calidad efectuado durante la obra, todo ello de conformidad con lo

establecido en el proyecto y la normativa. Dicha documentación será entregada a la dirección facultativa que, tras su aprobación, la trasladará a la propiedad como parte de la documentación final de la obra ejecutada.

Una vez finalizada la obra, el proyecto, con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el director de obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

El Director de Obra, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactarán la documentación de la obra ejecutada, que se facilitará a la Propiedad. A dicha documentación se adjuntará, al acta de recepción, con la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el Libro del Edificio, que será entregada a los usuarios finales del edificio. Se incluirá en el Libro del Edificio la documentación indicada en el artículo 7.2 de la Parte I del Código Técnico de la Edificación sobre los productos equipos y sistemas que se incorporen a la obra.

A su vez dicha documentación se divide en:

a.- DOCUMENTACIÓN DE SEGUIMIENTO DE OBRA

Dicha documentación según el Código Técnico de la Edificación se compone de:

- Libro de órdenes y asistencias de acuerdo con lo previsto en el Decreto 462/1971 de 11 de marzo.
- Libro de incidencias en materia de seguridad y salud, según el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre.
- Proyecto con sus anejos y modificaciones debidamente autorizadas por el director de la obra.
- Licencia de obras, de apertura del centro de trabajo y, en su caso, de otras autorizaciones administrativas.
- El certificado final de la obra de acuerdo con el Decreto 462/1971, de 11 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.

Una vez finalizada la obra, la documentación de seguimiento será depositada por el director de la obra en el Colegio Oficial correspondiente.

b.- DOCUMENTACIÓN DE CONTROL DE OBRA

El director de la ejecución de la obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones; el constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al director de obra y al director de la ejecución de la obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento y las garantías correspondientes cuando proceda. La documentación de calidad preparada por el constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el director de la ejecución de la obra, como parte del control de calidad de la obra.

La documentación de control de la obra se compone de:



- Documentación de control, que debe corresponder a lo establecido en el proyecto, más sus anejos y modificaciones.
- Documentación, instrucciones de uso y mantenimiento, así como garantías de los materiales y suministros que debe ser proporcionada por el constructor, siendo conveniente recordárselo fehacientemente.
- En su caso, documentación de calidad de las unidades de obra, preparada por el constructor y autorizada por el director de ejecución en su colegio profesional.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el director de la ejecución de la obra en el Colegio Profesional correspondiente.

c.- CERTIFICADO FINAL DE OBRA.

Este se ajustará al modelo publicado en el Decreto 462/1971 de 11 de marzo, del Ministerio de Vivienda, en donde el director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las obras y controlado cuantitativa y cualitativamente la construcción y la calidad de lo edificado de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de buena construcción.

El director de la obra certificará que la edificación ha sido realizada bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de la licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

Al certificado final de obra se le unirán como anejos los siguientes documentos:

- Descripción de las modificaciones que, con la conformidad del promotor, se hubiesen introducido durante la obra haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia.
- Relación de los controles realizados.

d.- DOCUMENTACIÓN SOBRE EL CONTROL DE RECEPCIÓN EN OBRA DE PRODUCTOS, EQUIPOS Y SISTEMAS

Dicha documentación se describe en el artículo 7.2 de la Parte I del Código Técnico de la Edificación y se compone de:

- Documentación de los suministros
- Documentación sobre distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad
- Documentación sobre el control de recepción mediante ensayos

Artículo 57. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra.

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Director de Ejecución a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Director de Obra con su firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza.

Artículo 58. Plazo de garantía.

El plazo de garantía deberá estipularse en el Contrato o en el Pliego de Condiciones Particulares y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a nueve meses (un año con Contratos de las Administraciones Públicas).

Artículo 59. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

Artículo 60. De la recepción definitiva.

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

Artículo 61. Prórroga del plazo de garantía.

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Director de Obra marcará al Constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

Artículo 62. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en este Pliego de Condiciones. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán definitivamente según lo dispuesto en este Pliego.

Para las obras y trabajos no determinados pero aceptables a juicio del Director de Obra, se efectuará una sola y definitiva recepción.

EPÍGRAFE 5.º

DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LAS ESTRUCTURAS

**Artículo 63. Criterios generales para la gestión de la calidad de las estructuras.**

La garantía de la calidad de la estructura será responsabilidad del constructor. Para ello, el constructor de una estructura dispondrá de un sistema de aseguramiento de la calidad propio que incluya las evidencias necesarias para dar cumplimiento a los requerimientos del control e inspección establecidos en el correspondiente proyecto de ejecución y en el Código Estructural

La dirección facultativa, en representación de la propiedad, deberá velar porque se efectúen las comprobaciones de control suficientes que le permitan asumir la conformidad de la estructura en relación con los requisitos básicos para los que ha sido concebida y proyectada.

La propiedad podrá optar por una de las siguientes alternativas:

- a) un control basado en una comprobación estadística del producto o proceso, llevada a cabo por un laboratorio o entidad de control independiente que desarrolle su actividad para la dirección facultativa.
- b) un control basado en una comprobación estadística del producto o proceso, llevada a cabo directamente por el constructor, combinado con un control externo del anterior llevado a cabo por la dirección facultativa, asistida o no por laboratorios o entidades de control independientes.

No obstante, la dirección facultativa podrá también optar, por otras alternativas de control siempre que demuestre, bajo su supervisión y responsabilidad, que son equivalentes.

Siempre que la legislación aplicable lo permita, el coste del control de calidad efectuado por la dirección facultativa y estimado en el plan de control deberá considerarse de forma independiente en el presupuesto de cualquiera de las actuaciones referentes a la obra y será retribuido directamente por la propiedad y no por la empresa constructora.

Artículo 64. Obligaciones y responsabilidades de la dirección facultativa con respecto al control.I

La dirección facultativa tendrá las siguientes obligaciones y responsabilidades respecto al control:

- a) aprobar un programa de control de calidad para la obra, que desarrolle el plan de control incluido en el proyecto,
- b) velar por el desarrollo y validar las actividades de control en los siguientes casos:
 - control de recepción de los productos que se coloquen en la obra conforme al programa de control,
 - control de los productos una vez recepcionados hasta su colocación,
 - control de la ejecución, y
 - en su caso, control de recepción de otros productos que lleguen a la obra para ser transformados en las instalaciones propias de la misma.

- c) recopilar y archivar la documentación del control realizado.

La dirección facultativa podrá requerir también cualquier justificación adicional de la conformidad de los productos empleados en cualquier instalación industrial que suministre productos a la obra. Asimismo, podrá decidir la realización de comprobaciones, tomas de muestras, ensayos o inspecciones sobre dichos productos antes de ser transformados o durante su transformación.

Artículo 65. Laboratorios y entidades de control de calidad.

La propiedad encomendará la realización de los ensayos de control a un laboratorio que sea conforme a lo establecido en el apartado 17.2.2.1 del Código Estructural. Asimismo, podrá encomendar a entidades de control de calidad otras actividades de asistencia técnica relativas al control de proyecto, de los productos o de los procesos de ejecución empleados en la obra, de conformidad con lo indicado en 17.2.2.2 del Código Estructural.

Los laboratorios y entidades de control de calidad deberán poder demostrar su independencia respecto al resto de los agentes involucrados en la obra. Previamente al inicio de la misma, entregarán a la propiedad una declaración, firmada por persona física, que avale la referida independencia y que deberá ser incorporada por la dirección facultativa a la documentación final de la obra.

Artículo 66. Garantía de la conformidad de productos y procesos de ejecución, distintivos de calidad.

Durante la ejecución de la estructura se elaborará la documentación que reglamentariamente sea exigible y en ella se incluirá, sin perjuicio de lo que establezcan otras reglamentaciones, la documentación a la que hace referencia el Anejo 4 del Código Estructural antes, durante y después del suministro.

En todas las actividades ligadas al control de recepción, podrá estar presente un representante del agente responsable de la actividad o producto controlado (autor del proyecto, suministrador de hormigón, suministrador de las armaduras elaboradas, suministrador de los elementos prefabricados, constructor, etc.). En el caso de la toma de muestras, cada representante se quedará con copia del acta correspondiente. Cuando se produzca cualquier incidencia en la recepción derivada de resultados de ensayo no conformes, el suministrador y en su caso, el constructor, tendrá derecho a recibir una copia del correspondiente informe del laboratorio y que deberá ser facilitada por la dirección facultativa.

De forma voluntaria, los productos y los procesos pueden disponer de las garantías necesarias para que se cumplan los requisitos mínimos contemplados en el Código Estructural, dichas garantías pueden demostrarse por cualquiera de los siguientes procedimientos:



a) mediante la posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido (DCOR) concedido por un organismo de certificación acreditado conforme al Reglamento (CE) Nº 765/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo.

b) en el caso de productos fabricados en la propia obra o de procesos ejecutados en la misma, mediante un sistema equivalente validado y supervisado bajo la responsabilidad de la dirección facultativa, que asegure que el índice de fiabilidad de la estructura es al menos el mismo.

CAPITULO III DISPOSICIONES ECONÓMICAS

EPÍGRAFE 1.º PRINCIPIO GENERAL

Artículo 67. Principio general.

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

La propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

Estas disposiciones económicas tienen un carácter subsidiario con respecto a los contratos establecidos entre los agentes de la obra.

EPÍGRAFE 2.º FIANZAS

Artículo 68. Fianzas.

El contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos según se estipule:

- Depósito previo, en metálico, valores, o aval bancario, por importe entre el 4 por 100 y el 10 por 100 del precio total de contrata.
- Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

El porcentaje de aplicación para el depósito o la retención se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares o en el Contrato de Obra.

Artículo 69. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en nombre y representación del propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

Artículo 70. Devolución de fianzas.

La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta (30) días una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos.

Artículo 71. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales.

Si la propiedad, con la conformidad del Director de Obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

EPÍGRAFE 3.º DE LOS PRECIOS

Artículo 72. Composición de los precios unitarios.

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán gastos generales:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (como orientación, en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece entre un 13 por 100 y un 17 por 100).

Beneficio industrial:



El beneficio industrial del Contratista, se cifrará como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos y salvo que se especifique otro valor en el Contrato de Obra, será del 6 por 100 (valor establecido para contratos del sector público)

Presupuesto de Ejecución Material:

Se denominará Presupuesto de Ejecución Material el resultado obtenido por la suma de los costes directos e indirectos, sin incluir Gastos Generales, ni Beneficio Industrial, ni IVA.

Precio de Contrata:

El Presupuesto de Ejecución por Contrata es la suma de los costes directos, los Indirectos, los Gastos Generales, el Beneficio Industrial y el IVA.

El IVA se aplica sobre la suma de todos los conceptos anteriores (costes directos, costes indirectos, Gastos Generales y Beneficio Industrial)

Artículo 73. Precios contradictorios.

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Director de Obra decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Director de Obra y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

Artículo 74. Reclamación 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 del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

Artículo 75. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios.

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obras ejecutadas, se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego General de Condiciones Técnicas y, en segundo lugar, al Pliego de Condiciones Particulares Técnicas.

Artículo 76. De la revisión de los precios contratados.

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios. Solo se admitirá la revisión de precios

si así se especifica en el Contrato de Obra. En caso de que se admita, no se admitirá la revisión en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con el procedimiento establecido en el Pliego de Condiciones Particulares o en el Contrato de Obra, en caso de no especificarse otra cosa en dichos documentos, el Contratista percibirá la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

Artículo 77. Acopio de materiales.

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

El constructor deberá disponer de un sistema de gestión de los materiales, productos y elementos estructurales que se vayan a colocar en la obra, de manera que se asegure la trazabilidad de los mismos.

Dicho sistema de gestión deberá presentar, al menos, las siguientes características:

- disponer de un registro de suministradores de la obra, con identificación completa de los mismos y de los materiales y productos suministrados,
- disponer de un sistema de almacenamiento de los acopios en la obra que permita mantener, en su caso, la trazabilidad de cada una de las partidas o remesas que lleguen a la obra, y
- disponer de un sistema de registro y seguimiento de las unidades ejecutadas que relacione estas con las partidas de productos utilizados y, en su caso, con las remesas empleadas en las mismas, de manera que se pueda mantener la trazabilidad durante la ejecución de la obra, de acuerdo con el nivel de control de la ejecución definido en el proyecto.

EPÍGRAFE 4.º OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

Artículo 78. Administración.

Se denominan Obras por Administración aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por sí o por un representante suyo o bien por mediación de un contratista. Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

- a) Obras por administración directa



b) Obras por administración delegada o indirecta

Artículo 79. Obras por administración directa.

Se denominan "Obras por Administración directa" aquellas en las que el Propietario por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Director de Obra, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de propietario y Contratista.

Artículo 80. Obras por administración delegada o indirecta.

Se entiende por "Obra por Administración delegada o indirecta" la que convienen un Propietario y un Constructor para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan.

Son, por tanto, características peculiares de las "Obras por Administración delegada o indirecta" las siguientes:

- a) Por parte del Propietario, la obligación de abonar directamente o por mediación del Constructor todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el Propietario la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del Director de Obra en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.
- b) Por parte del Constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del Propietario un tanto por ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el Constructor.

Artículo 81. Liquidación de obras por administración.

Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en el contrato de obras; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el Constructor al Propietario, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el Director de Ejecución:

- a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.
- b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en las obras por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.
- c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.
- d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del Propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, un quince por ciento (15 por 100), entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los Gastos Generales que al Constructor originen los trabajos por administración que realiza y el Beneficio Industrial del mismo.

Artículo 82. Abono al constructor de las cuentas de administración delegada.

Salvo pacto distinto, los abonos al Constructor de las cuentas de Administración Delegada los realizará el Propietario mensualmente según las partes de trabajos realizados aprobados por el propietario o por su delegado representante.

Independientemente, el Director de Ejecución redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Constructor salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

Artículo 83. Normas para la adquisición de los materiales y aparatos.

No obstante, las facultades que en estos trabajos por Administración Delegada se reserva el Propietario para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al Propietario, o en su representación al Director de Obra, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

Artículo 84. Del constructor en el bajo rendimiento de los obreros.



Salvo pacto distinto, si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Director de Obra, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Director de Obra.

Si hecha esta notificación al Constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuarse. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

Artículo 85. Responsabilidades del constructor.

En los trabajos de "Obras por Administración Delegada", el Constructor solo será responsable de los efectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 70 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

EPÍGRAFE 5.º VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

Artículo 86. Formas de abono de las obras.

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el contrato de obras se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará para cada modalidad de la siguiente forma:

1. Tipo fijo o tanto alzado total: Se abonará la cifra previamente fijada.
2. Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra: Este precio por unidad de obra es invariable y se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas. Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, el precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas. Se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el

Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

3. Tanto variable por unidad de obra: Según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las Órdenes del Director de Obra, se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.
4. Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente "Pliego General de Condiciones económicas" determina.
5. Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

Artículo 87. Relaciones valoradas y certificaciones.

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Director de Ejecución.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones económicas" respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación se le facilitarán por el Director de Ejecución los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas.

Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Director de Obra aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Director de Obra en la forma referida en los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Director de Obra la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la construcción de la fianza se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del Propietario, podrá certificarse hasta el noventa por ciento (90 por 100) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.



Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Director de Obra lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

Artículo 88. Mejoras de obras libremente ejecutadas.

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Director de Obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Director de Obra, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada.

Artículo 89. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.

Salvo lo preceptuado en el Contrato de Obras o en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonarán íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el Director de Obra indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Contrato de Obras, o en su defecto en el Pliego de Condiciones Particulares, en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del

Contratista, añadiendo antes del pago definitivo el correspondiente IVA.

Artículo 90. Abono de agotamientos y otros trabajos especiales no contratados.

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la Contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el Contrato de Obras o en Pliego de Condiciones Particulares.

Artículo 91. Pagos.

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Director de Obra, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

Artículo 92. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

1. Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo; y el Director de Obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el Contrato de Obras o en su defecto en los Pliegos de Condiciones, en el caso de que los precios que figuren en el proyecto fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán los de la época de su realización.
2. Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
3. Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

EPÍGRAFE 6.º INDEMNIZACIONES MUTUAS

Artículo 93. Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras.



Las indemnizaciones por retraso en la terminación por causas imputables al contratista se aplicarán según lo establecido en el Contrato de Obra o, en su defecto, se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra. Las sumas resultantes se podrán aplicar al pago de la última certificación y descontar, si fuera el caso, de la fianza. Las sumas resultantes no podrán ser en ningún caso inferiores a los perjuicios causados.

Artículo 94. Demora de los pagos por parte del propietario.

En caso de demora de los pagos por parte del propietario se aplicará lo especificado en el Contrato de Obras.

EPÍGRAFE 7.º VARIOS

Artículo 95. Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra.

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ejecución de 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 Director de Obra ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Director de Obra introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

Artículo 96. Unidades de obra defectuosas, pero aceptables.

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Director de Obra, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

Artículo 97. Seguros.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario,

para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta 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, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, 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 le hubiesen abonado, pero sólo 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 Director de Obra .

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

Además, se han de establecer garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción, según se describe en el Art. 81, en base al Art. 19 de la L.O.E.

Asimismo, tanto el contratista como los técnicos que intervengan en la obra deberán contar con un seguro que cubra la responsabilidad civil.

Artículo 98. Conservación de la obra.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Director de Obra, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Director de Obra fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo



expresado, procediendo en la forma prevista en el Contrato de Obras o en su defecto en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

Artículo 99. Uso por el contratista de edificio o bienes del propietario.

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

Artículo 100. Pago 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 y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo de la contrata, siempre que en el Contrato de Obras o en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario.

B.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES. PLIEGO PARTICULAR.

CAPITULO IV

PRESCRIPCIONES SOBRE MATERIALES

EPÍGRAFE 1.º CONDICIONES GENERALES

Artículo 1. Calidad de los materiales.

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Artículo 2. Conformidad con la normativa de los productos, equipos y materiales.

1. Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, de conformidad con el Reglamento (UE) N.º 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011 por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción.
2. En determinados casos, y con el fin de asegurar su suficiencia, el CTE (Código Técnico de la Edificación) y el presente pliego establecen las características técnicas de productos, equipos y sistemas que se incorporen a los edificios, sin perjuicio del Marcado CE que les sea

Artículo 101. Garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción.

El régimen de garantías exigibles para las obras de edificación se hará efectivo de acuerdo con la obligatoriedad que se establece en la L.O.E. y su disposición adicional segunda, teniendo como referente las siguientes garantías:

- a) Seguro de daños materiales, seguro de caución o garantía financiera, para garantizar, durante un año, el resarcimiento de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras, que podrá ser sustituido por la retención por el promotor de un 5 por 100 del importe de la ejecución material de la obra.
- b) Seguro de daños materiales, seguro de caución o garantía financiera, para garantizar, durante tres años, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad del apartado 1, letra c), del artículo 3 de la L.O.E.
- c) Seguro de daños materiales, seguro de caución o garantía financiera, para garantizar, durante diez años, el resarcimiento de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y estabilidad del edificio.

aplicable de acuerdo con las correspondientes Directivas Europeas.

3. Las marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios que faciliten el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE, podrán ser reconocidos por las Administraciones Públicas competentes.
4. También podrán reconocerse, de acuerdo con lo establecido en el apartado anterior, las certificaciones de las prestaciones finales de los productos, equipos o sistemas, o de los edificios acabados, las certificaciones de gestión de la calidad de los agentes que intervienen en edificación, las certificaciones medioambientales que consideren el análisis del ciclo de vida de los productos, otras evaluaciones medioambientales de edificios y otras certificaciones que faciliten el cumplimiento del CTE.
5. Se considerarán conformes con el CTE los productos, equipos y sistemas innovadores que demuestren el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE referentes a los elementos constructivos en los que intervienen, mediante una evaluación técnica favorable de su idoneidad para el uso previsto, concedida, a la



entrada en vigor del CTE, por las entidades autorizadas para ello por las Administraciones Públicas competentes en aplicación de los criterios siguientes:

- a) actuarán con imparcialidad, objetividad y transparencia disponiendo de la organización adecuada y de personal técnico competente;
 - b) tendrán experiencia contrastada en la realización de exámenes, pruebas y evaluaciones, avalada por la adecuada implantación de sistemas de gestión de la calidad de los procedimientos de ensayo, inspección y seguimiento de las evaluaciones concedidas;
 - c) dispondrán de un Reglamento, expresamente aprobado por la Administración que autorice a la entidad, que regule el procedimiento de concesión y garantice la participación en el proceso de evaluación de una representación equilibrada de los distintos agentes de la edificación;
 - d) mantendrán una información permanente al público, de libre disposición, sobre la vigencia de las evaluaciones técnicas de aptitud concedidas, así como sobre su alcance; y
 - e) vigilarán el mantenimiento de las características de los productos, equipos o sistemas objeto de la evaluación de la idoneidad técnica favorable.
6. El reconocimiento por las Administraciones Públicas competentes que se establece en los apartados 3, 4 y 5 anteriores se referirá a las marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios, así como las certificaciones de las prestaciones finales de los productos, equipos o sistemas, o de los edificios acabados, las certificaciones de gestión de calidad de los agentes que intervienen en la edificación, las certificaciones medioambientales así como a las autorizaciones de las entidades que concedan evaluaciones técnicas de la idoneidad, legalmente concedidos en los Estados miembro de la Unión y en los Estados firmantes del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo.

La dirección facultativa valorará la conveniencia de exigir productos y procesos que dispongan de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

EPÍGRAFE 2.º CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES

Artículo 3. Materiales para hormigones y morteros

3.1. Cementos

Se entiende como tal un aglomerante hidráulico que responda a alguna de las definiciones de la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).

Deberá ser capaz de proporcionar al hormigón las características que se exigen al mismo en el Artículo 33 del Código Estructural.

En el ámbito de aplicación del Código Estructural podrán utilizarse aquellos cementos que cumplan con las siguientes condiciones:

- Ser conformes con la reglamentación específica vigente.
- Cumplir las limitaciones de uso establecidas en la tabla 28 del Código Estructural.
- Pertenecer a la clase resistente 32,5 o superior.

Está expresamente prohibido el almacenamiento en el mismo silo o la mezcla de cementos de diferentes tipos, clases de resistencia o fabricantes en la elaboración del hormigón, pues se perdería la trazabilidad y las garantías del producto.

Se exigirá al contratista la realización de ensayos que demuestren de modo satisfactorio que los cementos cumplen las condiciones exigidas. Las partidas de cemento defectuoso serán retiradas de la obra en el plazo máximo de 8 días. Los métodos de ensayo serán los detallados en la RC-16. Se realizarán en laboratorios homologados.

Se tendrán en cuenta prioritariamente las determinaciones del Código Estructural en su artículo 28.

3.2. Agua

EL agua utilizada, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no debe contener ningún ingrediente perjudicial en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión.

En general, pueden emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Las características de la misma se definen en el artículo 29 del Código Estructural.

El agua de amasado ha de cumplir con las siguientes especificaciones:

- Exponente de hidrógeno, pH, según UNE 83952.
- Sulfatos (en general), expresado en SO_4^{2-} , según UNE 83956.
- Sulfatos (cementos SRC y SR), expresado en SO_4^{2-} , según UNE 83956.
- Ion cloruro en hormigón pretensado, hormigón armado y hormigón en masa con armaduras para
- evitar fisuración, según UNE 83958.
- Álcalis, que se podrá realizar mediante la técnica de fotometría de llama o espectroscopia de masa con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS).
- Sustancias disueltas, según UNE 83957.
- Hidratos de carbono, según UNE 83959.
- Sustancias orgánicas solubles en éter, según UNE 83960.

3.3. Áridos

3.3.1. Generalidades

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón que con ellos se fabrica, así como las restantes



características que se exijan en éste en el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, machacados u otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en un laboratorio oficial. En cualquier caso cumplirá las condiciones del Código Estructural (artículo 30).

Los áridos deben tener marcado CE según norma UNE-EN 12620, y las propiedades definidas en la declaración de prestaciones (DdP) deberán cumplir lo establecido en el artículo 30.1 del Código Estructural.

En la fabricación de hormigones pueden emplearse áridos gruesos (gravas) y áridos finos (arenas), según UNE-EN 12620, rodados o procedentes de rocas machacadas, así como escorias de alto horno enfriadas por aire o áridos reciclados, todos ellos según UNE-EN 12620 y, en general, cualquier otro tipo de árido cuya evidencia de buen comportamiento haya sido establecido como apto por la práctica y se justifique adecuadamente.

En el caso de utilizar escorias de horno alto enfriadas por aire, se seguirá lo establecido en el artículo 30.9 del Código Estructural.

En el caso de utilizar áridos reciclados, se seguirá lo establecido en el apartado 30.8 del Código Estructural, mientras que para el caso de los áridos ligeros se ha de cumplir lo indicado en el Anejo 8 del citado Código Estructural.

Los áridos no deben descomponerse por los agentes exteriores a que estarán sometidos en obra. Por lo cual, no deben emplearse tales como los procedentes de rocas blandas, friables, porosas, etc., ni los que contengan nódulos de yeso, compuestos ferrosos, sulfuros oxidables, etc. En proporciones superiores a lo que permita el Código Estructural.

3.3.2. Designación de los áridos

Los áridos se designarán de acuerdo al formato d/D – IL según se establece en el artículo 30.2 del Código Estructural.

3.3.3. Limitación de tamaño, granulometría de los áridos, requisitos físico-mecánicos y requisitos químicos

Cumplirá las condiciones señaladas en el Código Estructural (artículos 30.3, 30.4, 30.6 y 30.7).

3.3.4. Árido grueso

La forma del árido grueso se expresará mediante su índice de lajas, entendido como el porcentaje en peso de áridos considerados como lajas según UNE-EN 933-3, y su valor debe ser inferior a 35. Como así se establece en el artículo 30.5 del Código Estructural.

3.3.5. Áridos reciclados

Según el artículo 30.8 del Código Estructural, se refine al árido reciclado como al árido obtenido como producto de una operación de reciclado de residuos de hormigón, permitiéndose únicamente la utilización de árido grueso

reciclado y en los términos recogidos en el citado artículo 30.8 para la fabricación de hormigón reciclado (HR).

Para su utilización como hormigón estructural no se contemplan porcentajes de sustitución superiores al 20% en peso sobre el contenido total del árido grueso.

El árido grueso reciclado puede emplearse tanto para hormigón en masa como hormigón armado de resistencia característica no superior a 40 N/mm², quedando excluido su empleo en hormigón pretensado.

3.4. Aditivos

Se definen como aditivos, artículo 31 del Código Estructural, aquellas sustancias o productos que, incorporados al hormigón antes del amasado (o durante el mismo o en el transcurso de un amasado suplementario) en una proporción no superior al 5% del peso del cemento, producen la modificación deseada, en estado fresco o endurecido, de alguna de sus características, de sus propiedades habituales o de su comportamiento.

En los hormigones armados o pretensados no podrán utilizarse como aditivos el cloruro cálcico, ni en general, productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

En los elementos pretensados mediante armaduras ancladas exclusivamente por adherencia no podrán utilizarse aditivos que tengan carácter de aireantes.

En la fabricación de elementos con armaduras pretensas elaboradas con máquinas de fabricación continua la cantidad total de aire ocluido no excederá del 6% en volumen, medido según UNE-EN 12350-7.

En lo que se refiere al ion cloruro se ha de tener en cuenta lo prescrito en el apartado 33.1 del Código Estructural.

3.4.1. Tipos de Aditivos:

Se consideran únicamente los recogidos en la tabla 31.2 del Código Estructural. Éstos deberán tener marcado CE según la norma UNE-EN 934-2:

- Reductores de agua / Plastificantes.
- Reductores de agua de alta actividad / superplastificantes.
- Modificadores de fraguado / aceleradores, retardadores.
- Inclusores de aire.
- Multifuncionales.
- Moduladores de la viscosidad.

3.5. Adiciones

Según el artículo 32 del Código Estructural, se definen las adiciones como aquellos materiales inorgánicos, puzolánicos o con hidraulicidad latente que, finamente divididos, pueden ser añadidos al hormigón con el fin de mejorar alguna de sus propiedades o conferirse características especiales. Se recoge únicamente la utilización de las cenizas volantes y el humo de sílice como adiciones al hormigón en el momento de su fabricación.



Las cenizas volantes deben tener marcado CE (sujetas a la norma UNE-EN 450-1) y la declaración de prestaciones (DdP) deberá recoger los siguientes requisitos esenciales:

- Sulfatos (SO_3), según UNE-EN 196-2.
- Cloruros (Cl), según UNE-EN 196-2.
- Óxido de Calcio libre, según UNE-EN 451-1.
- Óxido de Calcio reactivo, según UNE-EN 451-1.
- Pérdida de calcificación, según UNE-EN 196-2 (categoría A).
- Finura, según UNE-EN 451-2.
- Demanda de agua, según UNE-EN 451-2 (Clase S).
- Índice de alcalinidad resistente, según UNE-EN 196-1.
- Estabilidad de volumen, según UNE-EN 196-3.

El humo de sílice no podrá contener elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión de las armaduras.

El humo de sílice debe tener marcado CE (conforme a la norma UNE-EN 13263-1+A1) y la declaración de prestaciones (DdP) deberán recoger los siguientes requisitos esenciales:

- Dióxido de silicio (SiO_2), según UNE-EN 196-2.
- Pérdida por calcinación, según UNE-EN 196-2.
- Índice de actividad resistente, según UNE-EN 13263-1+A1.
- Silicio elemental, según ISO 9286.
- Óxido de calcio libre, C_3O (I).
- Sulfatos, expresado en SO_3 .
- Cloruros (Cl), según UNE-EN 196-2.
- Superficie específica, según ISO 9277 (S_e , m^2/g).

3.6. Hormigones

Los componentes del hormigón deberán cumplir las prescripciones incluidas en los Artículos 28, 29, 30, 31 y 32 del Código Estructural. Además, el ion cloruro total aportado por los componentes no excederá de los siguientes límites:

- Obras de hormigón pretensado: 0,2% del peso del cemento.
- Obras de hormigón armado u obras de hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración: 0,4% del peso del cemento.

En el caso de hormigones expuestos a ambientes XD o XS los valores anteriores se reducirán al 0,1% del peso de cemento para obras de hormigón pretensado y 0,2% para obras de hormigón armado.

La cantidad total de finos en el hormigón, resultante de sumar el contenido de partículas del árido grueso y del árido fino que pasan por el tamiz UNE 0,063 y la componente caliza, en su caso, del cemento, deberá ser inferior a 200 kg/m^3 . En el caso de emplearse agua reciclada, de acuerdo con el Artículo 29 del Código Estructural, dicho límite podrá incrementarse hasta 210 kg/m^3 . Exclusivamente para el caso de los hormigones autocompactantes, se recomienda que esta cantidad no sea mayor a 250 kg/m^3 .

3.6.1. Calidad

Las condiciones o características de calidad exigidas al hormigón han de referirse a su resistencia a compresión, su consistencia, tamaño máximo del árido, el tipo de ambiente

a que va a estar expuesto, y, cuando sea preciso, las referentes a prescripciones relativas a aditivos y adiciones, resistencia a tracción del hormigón, absorción, peso específico, compacidad, desgaste, permeabilidad, aspecto externo, etc.

Tales condiciones deberán ser satisfechas por todas las unidades de producto componentes del total, entendiéndose por unidad de producto la cantidad de hormigón fabricada de una sola vez. Normalmente se asociará el concepto de unidad de producto a la amasada, si bien, en algún caso y a efectos de control, se podrá tomar en su lugar la cantidad de hormigón fabricado en un intervalo de tiempo determinado y en las mismas condiciones esenciales. En el Código Estructural se emplea la palabra "amasada" como equivalente a unidad de producto. Cualquier característica de calidad medible de una amasada, vendrá expresada por el valor medio de un número de determinaciones (igual o superior a dos) de la característica de calidad en cuestión, realizadas sobre partes o porciones de la amasada.

3.6.2. Características mecánicas

La resistencia del hormigón a compresión se refiere a los resultados obtenidos en ensayos de rotura a compresión a 28 días, realizados sobre probetas cilíndricas de 15 cm. de diámetro y 30 cm. de altura, fabricadas, conservadas y ensayadas conforme a lo establecido en el Código Estructural. En el caso de que el control de calidad se efectúe mediante probetas cúbicas, se seguirá el procedimiento establecido en el apartado 57.3.2 del Código Estructural.

3.6.3. Valor mínimo de resistencia

En los hormigones estructurales, la resistencia de proyecto f_{ck} no será inferior a 20 N/mm^2 en hormigones en masa, ni a 25 N/mm^2 en hormigones armados o pretensados.

Cuando el proyecto establezca, de acuerdo con el apartado 57.5.6, del Código Estructural, un control indirecto de la resistencia en estructuras de hormigón en masa o armado para obras de ingeniería de pequeña importancia, en edificios de viviendas de una o dos plantas con luces inferiores a 6,0 metros, o en elementos que trabajen a flexión de edificios de viviendas de hasta cuatro plantas también con luces inferiores a 6,0 metros, deberá adoptarse un valor de la resistencia de cálculo a compresión f_{cd} no superior a 15 N/mm^2 . En estos casos de nivel de control indirecto de la resistencia del hormigón, la cantidad mínima de cemento en la dosificación del hormigón también deberá cumplir los requisitos de la tabla 43.2.1.a. del Código Estructural.

3.6.4. Docilidad del hormigón

La docilidad del hormigón será la necesaria para que, con los métodos previstos de puesta en obra y compactación, el hormigón rodee las armaduras sin solución de continuidad con los recubrimientos exigibles y rellene completamente los encofrados sin que se produzcan coqueras.

En general, la docilidad del hormigón se valorará determinando su consistencia por medio del ensayo de



asentamiento, según UNE-EN 12350-2 excepto para los hormigones autocompactantes.

Cuando se determine la docilidad de acuerdo con el ensayo de asentamiento, las distintas clases de consistencia serán las siguientes:

- Seca (S): 0-20 mm de asentamiento.
- Plástica (P): 30-40 mm de asentamiento.
- Blanda (B): 50-90 mm de asentamiento.
- Fluida (F): 100-150 mm de asentamiento.
- Líquida (L): 160-210 mm de asentamiento.

Salvo justificación específica en aplicaciones que así lo requieran, no se empleará las consistencias seca y plástica. Además, no podrá emplearse la consistencia líquida, salvo que se consiga mediante el empleo de aditivos superplastificantes.

En obras de edificación, para pilares, forjados y vigas se utilizará un hormigón de consistencia fluida salvo justificación en contra. Esta prescripción se podría aplicar también a elementos de ingeniería civil, en especial los que pudiesen estar densamente armados, como por ejemplo tableros de puentes o estribos.

En el caso de hormigones autocompactantes se requiere determinar la autocompactabilidad a través de métodos de ensayo específicos que permiten evaluar las prestaciones del material en términos:

- De fluidez, mediante la determinación del escurrimiento, *SF*, según UNE-EN 12350-8,
- De viscosidad, mediante la determinación del tiempo t_{500} en ensayos de escurrimiento según UNE-EN 12350-8 o mediante la determinación del tiempo t_v en ensayos con embudo en V, según UNE-EN 12350-9,
- De capacidad de paso, determinada mediante el ensayo con caja en L, *PL*, según UNE-EN 12350-10, o mediante el ensayo con el anillo japonés, *PJ*, según UNE-EN 12350-12,
- De resistencia a la segregación, mediante la determinación del porcentaje de segregación, *SR*, según UNE-EN 12350-11.

3.6.5. Tipificación de los hormigones

Los hormigones se tipificarán de acuerdo con el siguiente formato: T-R / C / TM /A, que se recoge en el apartado 33.6 del Código Estructural.

En el caso de hormigones designados por dosificación, apartado 33.6 del Código Estructural, se usará el siguiente formato:

T - D - G/C/TM/A

3.7. Aceros

Se aceptarán aceros de alta adherencia que lleven el sello de conformidad CIETSID.

Estos aceros vendrán marcados de fábrica con señales indelebles para evitar confusiones en su empleo. No presentarán ovalaciones, grietas, sopladuras, ni mermas de sección superiores al 5%.

El módulo de elasticidad será igual o mayor que 210.000 N/mm².

3.7.1. Aceros para armaduras pasivas

Se entiende por armadura pasiva el resultado de montar, en el correspondiente molde o encofrado, el conjunto de armaduras normalizadas, ferrallas elaboradas o ferrallas armadas que, convenientemente solapadas y con los recubrimientos adecuados, tienen una función estructural.

Las características mecánicas, químicas y de adherencia de las armaduras pasivas serán las de las armaduras normalizadas o, en su caso, las de la ferralla armada que las componen.

Los diámetros nominales y geometrías de las armaduras serán las definidas en el presente proyecto.

Se definen los tipos de armaduras de acuerdo con las especificaciones incluidas en la tabla 35.1 del Código Estructural.

Se cumplirán los artículos 34 y 35 del Código Estructural.

Los productos de acero que pueden emplearse para la elaboración de armaduras pasivas pueden ser:

- Barras rectas o rollos de acero corrugado o grafilado.
- Alambres de acero corrugado o grafilado.

No se permite el empleo de alambres lisos para la elaboración de armaduras pasivas, excepto como elementos de conexión de armaduras básicas electrosoldadas en celosía.

Los productos de acero para armaduras pasivas no presentarán defectos superficiales ni grietas.

Las secciones nominales y las masas nominales por metro serán las establecidas en la tabla 6 de la norma UNE-EN 10080. La sección equivalente no será inferior al 95,5 por 100 de la sección nominal.

Sólo podrán emplearse barras o rollos de acero soldable que sean conformes con UNE-EN 10080.

Los posibles diámetros nominales de las barras corrugadas serán los definidos en la serie siguiente, de acuerdo con la tabla 6 de la norma UNE-EN 10080:

6 – 8 – 10 – 12 – 14 – 16 – 20 – 25 – 32 y 40 mm

Salvo en el caso de mallas electrosoldadas o armaduras básicas electrosoldadas en celosía, se procurará evitar el empleo del diámetro de 6 mm cuando se aplique cualquier proceso de soldadura, resistente o no resistente, en la elaboración o montaje de la armadura pasiva.

En la tabla 34.2.a del Código Estructural se contemplan los tipos de acero soldable (barras y rollos) a utilizar.

En cuanto a los alambres de acero soldable se definen en el apartado 34.3. del Código Estructural.

3.7.1.1. Alambres corrugados o grafilados

Se entiende por alambres corrugados o grafilados de acero aquéllos que cumplen los requisitos establecidos para la fabricación de mallas electrosoldadas o armaduras básicas electrosoldadas en celosía, de acuerdo con lo establecido en UNE-EN 10080.

Se entiende por alambres lisos aquéllos que cumplen los requisitos establecidos para la fabricación de elementos de conexión en armaduras básicas electrosoldadas en celosía, de acuerdo con lo establecido en UNE-EN 10080.



Los diámetros nominales de los alambres serán los definidos en la tabla 6 de la norma UNE-EN 10080 y, por lo tanto, se ajustarán a la serie siguiente:

4 – 4,5 – 5 – 5,5 – 6 – 6,5 – 7 – 7,5 – 8 – 8,5 – 9 – 9,5 – 10 – 11 – 12 – 14 y 16 mm.

Los diámetros 4 y 4,5 mm sólo pueden utilizarse como armadura de reparto en la losa superior de hormigón vertido en obra en forjados unidireccionales. El diámetro mínimo de dicha armadura de reparto será 5 mm si ésta se tiene en cuenta a efectos de comprobación de los Estados Límite Últimos.

Las armaduras normalizadas se recogen en el apartado 35.2 del Código Estructural, contemplándose las mallas electrosoldadas (apartado 35.2.1) y las armaduras básicas electrosoldadas en celosía (apartado 35.2.2).

3.7.1.2. Malla electrosoldada

Se entiende por malla electrosoldada la armadura formada por la disposición de barras o alambres de acero, longitudinales y transversales, de diámetro nominal igual o diferente, que se cruzan entre sí perpendicularmente y cuyos puntos de contacto están unidos mediante soldadura eléctrica, realizada en un proceso de producción en serie en instalación industrial ajena a la obra, que sea conforme con lo establecido en UNE-EN 10080.

Se entiende por mallas estándar las mallas electrosoldadas fabricadas conforme a las geometrías definidas en las normas UNE 36060, UNE 36061 y UNE 36092, y recogidas en las tablas 35.2.1.b, 35.2.1.c y 35.2.1.d., del Código Estructural.

Se entiende por mallas especiales las mallas electrosoldadas, distintas a las incluidas en las anteriores tablas, fabricadas conforme a los requisitos especificados por el usuario.

Las mallas electrosoldadas serán fabricadas, exclusivamente, a partir de barras o alambres de acero (ambos corrugados o grafilados), que no se mezclarán entre sí y deberán cumplir las exigencias establecidas para los mismos en el Artículo 34 del Código Estructural.

3.7.1.3. Armadura básica electrosoldada en celosía

Se entiende por armadura básica electrosoldada en celosía a la estructura espacial formada por un cordón superior y uno o varios cordones inferiores, todos ellos de acero corrugado o grafilado, y una serie de elementos transversales, lisos o corrugados o grafilados, continuos o discontinuos y unidos a los cordones longitudinales mediante soldadura eléctrica, producida en serie en instalación industrial ajena a la obra, que sean conforme con lo establecido en UNE-EN 10080.

Los cordones longitudinales serán fabricados a partir de barras conformes con el apartado 34.2 o alambres, de acuerdo con el apartado 34.3, mientras que los elementos transversales de conexión se elaborarán a partir de alambres, conformes con el apartado 34.3. Apartados relativos al Código Estructural.

La designación de las armaduras básicas electrosoldadas en celosía será conforme con lo indicado en el apartado 5.3 de la norma UNE-EN 10080.

Se definen los tipos de armaduras básicas electrosoldadas en celosía incluidas en la tabla 35.2.2 del Código Estructural.

3.7.1.4. Ferralla

Se define ferralla elaborada, cada una de las formas o disposiciones de elementos que resultan de aplicar, en su caso, los procesos de enderezado, de corte y de doblado a partir de acero conforme con el apartado 34.2 o, en su caso, a partir de mallas electrosoldadas conformes con el apartado 35.2.1. Referidos dichos apartados al Código Estructural.

Ferralla armada, es el resultado de aplicar a las ferrallas elaboradas los correspondientes procesos de armado, bien mediante atado por alambre o mediante soldadura no resistente.

Las especificaciones relativas a los procesos de elaboración, armado y montaje de las armaduras pasivas se recogen en el Artículo 49 del Código Estructural.

3.7.2. Aceros para armaduras activas

Según se recoge en el artículo 36 del Código Estructural.

Se definen los siguientes productos de acero para armaduras activas:

- Alambre: producto de sección maciza, liso o grafilado, que normalmente se suministra en rollo. En la tabla 36.1.a se indican las dimensiones nominales de las grafilas de los alambres (figura 36.1 – del Código Estructural) según la norma UNE 36094.
- Barra: producto de sección maciza que se suministra solamente en forma de elementos rectilíneos.
- Cordón: producto formado por un número de alambres arrollados helicoidalmente, con el mismo paso y el mismo sentido de torsión, sobre un eje ideal común (véase la norma UNE 36094). Los cordones se diferencian por el número de alambres, del mismo diámetro nominal y arrollados helicoidalmente sobre un eje ideal común y que pueden ser 2, 3 o 7 alambres.

Los cordones pueden ser lisos o grafilados. Los cordones lisos se fabrican con alambres lisos. Los cordones grafilados se fabrican con alambres grafilados. En este último caso, el alambre central puede ser liso. Los alambres grafilados proporcionan mayor adherencia con el hormigón. En la tabla 36.1.b se indican las dimensiones nominales de las grafilas de los alambres para cordones según la norma UNE 36094.

Se denomina “tendón” al conjunto de las armaduras paralelas de pretensado que, alojadas dentro de un mismo conducto, se consideran en los cálculos como una sola armadura. En el caso de armaduras pretensas, recibe el nombre de tendón, cada una de las armaduras individuales.

El producto de acero para armaduras activas deberá estar libre de defectos superficiales producidos en cualquier etapa de su fabricación que impidan su adecuada utilización. Salvo una ligera capa de óxido superficial no adherente, no son admisibles alambres o cordones oxidados.

Artículo 4. Materiales auxiliares de hormigones



4.1. Productos para curado de hormigones

Se definen como productos para curado de hormigones hidráulicos los que, aplicados en forma de pintura pulverizada, depositan una película impermeable sobre la superficie del hormigón para impedir la pérdida de agua por evaporación.

El color de la capa protectora resultante será claro, preferiblemente blanco, para evitar la absorción del calor solar. Esta capa deberá ser capaz de permanecer intacta durante 7 días al menos después de una aplicación.

4.2. Desencofrantes

Se definen como tales a los productos que, aplicados en forma de pintura a los encofrados, disminuyen la adherencia entre éstos y el hormigón, facilitando la labor de desmoldeo. El empleo de estos productos deberá ser expresamente autorizado, sin cuyo requisito no se podrán utilizar.

Artículo 5. Encofrados y cimbras

5.1. Encofrados en muros

Podrán ser de madera o metálicos, pero tendrán la suficiente rigidez, latiguillos y puntales para que la deformación máxima debida al empuje del hormigón fresco sea inferior a 1 cm respecto a la superficie teórica de acabado. Para medir estas deformaciones se aplicará sobre la superficie desencofrada una regla metálica de 2 m de longitud, recta si se trata de una superficie plana, o curva si ésta es reglada.

Los encofrados para hormigón visto necesariamente habrán de ser de madera.

5.2. Encofrado de pilares, vigas y arcos

Podrán ser de madera o metálicos, pero cumplirán la condición de que la deformación máxima de una arista encofrada respecto a la teórica, sea menor o igual de 1 cm de la longitud teórica. Igualmente deberán tener el confrontado lo suficientemente rígido para soportar los efectos dinámicos del vibrado del hormigón, de forma que el máximo movimiento local producido por esta causa sea de 5 mm.

Artículo 6. Aglomerantes, excluido el cemento

6.1. Cal hidráulica

Cumplirá las siguientes condiciones:

- Peso específico comprendido entre dos enteros y cinco décimas y dos enteros y ocho décimas.
- Densidad aparente superior a ocho décimas.
- Pérdida de peso por calcinación al rojo blanco menor del 12%.
- Fraguado entre 9 y 30 h.
- Residuo de tamiz 4900 mallas menor del 6%.
- Resistencia a la tracción de pasta pura a los 7 días superior a 8 kg/cm². Curado de la probeta un 1 día al aire y el resto en agua.
- Resistencia a la tracción del mortero normal a los 7 días superior a 4 kg/cm². Curado por la probeta 1 día al aire y el resto en agua.

- Resistencia a la tracción de pasta pura a los 28 días superior a 8 kg/cm² y también superior en 2 kg/cm² a la alcanzada al 7º día.

6.2. Yeso negro

- Deberá cumplir las siguientes condiciones:
- El contenido en sulfato cálcico semihidratado (SO₄Ca/2H₂O) será como mínimo del 50% en peso.
- El fraguado no comenzará antes de los 2 min y no terminará después de los 30 min.
- En tamiz 0,2 UNE 7050 no será mayor del 20%.
- En tamiz 0,08 UNE 7050 no será mayor del 50%.
- Las probetas prismáticas 4-4-16 cm de pasta normal ensayadas a flexión, con una separación entre apoyos de 10,67 cm, resistirán una carga central de 120 kg como mínimo.
- La resistencia a compresión determinada sobre medias probetas procedentes del ensayo a flexión, será como mínimo 75 kg/cm². La toma de muestras se efectuará como mínimo en un 3% de los casos mezclando el yeso procedente hasta obtener por cuarteo una muestra de 10 kg como mínimo una muestra. Los ensayos se efectuarán según las normas UNE 7064 y UNE 7065.

Artículo 7. Materiales de cubierta

7.1. Tejas

Las tejas de cemento se obtendrán a partir de superficies cónicas o cilíndricas que permitan un solape de 70 a 150 mm o bien estarán dotadas de una parte plana con resaltes o dientes de apoyo para facilitar el encaje de las piezas. Deberán tener la aprobación del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo la autorización de uso del Ministerio de Obras Públicas, un Documento de Idoneidad Técnica de IETCC o una certificación de conformidad incluida en el Registro General del CTE del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo cumpliendo todas sus condiciones.

7.2. Impermeabilizantes

Las láminas impermeabilizantes podrán ser bituminosas, plásticas o de caucho. Las láminas y las imprimaciones deberán llevar una etiqueta identificativa indicando la clase de producto, el fabricante, las dimensiones y el peso por m². Dispondrán de Sello INCE/Marca AENOR y de homologación MICT, o de un sello o certificación de conformidad incluido en el registro del CTE del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo-

Podrán ser bituminosos, ajustándose a uno de los sistemas aceptados por el DB correspondiente del CTE, cuyas condiciones cumplirá, o, no bituminosos o bituminosos modificados teniendo concedido Documento de Idoneidad Técnica de IETCC, cumpliendo todas sus condiciones.

Artículo 8. Plomo y cinc

Salvo indicación de lo contrario, la ley mínima del plomo será de 99%.



Será de la mejor calidad, de primera fusión, dulce, flexible, laminado teniendo las planchas espesor uniforme, fractura brillante y cristalina, desechándose las piezas que tengan picaduras o presenten hojas, aberturas o abolladuras.

Artículo 9. Materiales para fábrica y forjados

9.1. Fábrica de ladrillo y bloque.

Las piezas utilizadas en la construcción de fábricas de ladrillo o bloque se ajustarán a lo estipulado en el artículo 4 del DB SE-F Seguridad Estructural Fábrica del CTE.

La resistencia normalizada a compresión mínima de las piezas será de 5 N/mm².

Los ladrillos serán de primera calidad según queda definido en el Pliego general de condiciones para la recepción de ladrillos cerámicos en las obras de construcción (RL-88). Las dimensiones de los ladrillos se medirán de acuerdo con la UNE 7267. La resistencia a compresión de los ladrillos será como mínimo:

- Ladrillos macizos = 100 kg/cm².
- Ladrillos perforados = 100 kg/cm².
- Ladrillos huecos = 50 kg/cm².

9.2. Viguetas prefabricadas

Las viguetas serán armadas o pretensadas, según la memoria de cálculo, y deberán poseer la autorización de uso correspondiente. No obstante, el fabricante deberá garantizar su fabricación y resultados por escrito, caso de que se requiera.

El fabricante deberá facilitar instrucciones adicionales para su utilización y montaje en caso de ser éstas necesarias siendo responsable de los daños que pudieran ocurrir por carencia de las instrucciones necesarias.

Tanto el forjado como su ejecución se adaptarán a la Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados (Código Estructural).

9.3. Bovedillas

Las características se deberán exigir directamente al fabricante a fin de ser aprobadas.

Artículo 10. Materiales para solados y alicatados

10.1. Baldosas y losas de terrazo

Se compondrán como mínimo de una capa de huella de hormigón o mortero de cemento, triturados de piedra o mármol, y, en general, colorantes y de una capa base de mortero menos rico y árido más grueso.

Los áridos estarán limpios y desprovistos de arcilla y materia orgánica. Los colorantes no serán orgánicos y se ajustarán a la UNE-EN 13748.

Las tolerancias en dimensiones serán:

- Para medidas superiores a 10 cm, cinco décimas de milímetro en más o en menos.
- Para medidas de 10 cm o menos tres décimas de milímetro en más o en menos.

- El espesor medido en distintos puntos de su contorno no variará en más de 1,5 mm y no será inferior a los valores indicados a continuación.
- Se entiende a estos efectos por lado, el mayor del rectángulo si la baldosa es rectangular, y si es de otra forma, el lado mínimo del cuadrado circunscrito.
- El espesor de la capa de la huella será uniforme y no menor en ningún punto de 7 mm, y en las destinadas a soportar tráfico o en las losas no menor de 8 mm.
- La variación máxima admisible en los ángulos, medida sobre un arco de 20 cm de radio, será de $\pm 0,5$ mm.
- La flecha mayor de una diagonal no sobrepasará el 4‰ de la longitud, en más o en menos.
- El coeficiente de absorción de agua determinado según la UNE-EN 13748 será menor o igual al 15%.
- El ensayo de desgaste se efectuará según la UNE-EN 13748, con un recorrido de 250 m en húmedo y con arena como abrasivo; el desgaste máximo admisible será de 4 mm y sin que aparezca la segunda capa tratándose de baldosas para interiores y de 3 mm en baldosas de aceras o destinadas a soportar tráfico.
- Las muestras para los ensayos se tomarán por azar, 20 unidades como mínimo del millar y 5 unidades por cada millar más, desechando y sustituyendo por otras las que tengan defectos visibles, siempre que el número de desechadas no exceda del 5%.

10.2. Rodapiés de terrazo

Las piezas para rodapié estarán hechas de los mismos materiales que las del solado, tendrán un canto romo y sus dimensiones serán de 40x10 cm. Las exigencias técnicas serán análogas a las del material de solado.

10.3. Azulejos

Se definen como azulejos las piezas poligonales, con base cerámica recubierta de una superficie vidriada de colorido variado, que sirven para revestir paramentos.

Deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogéneos, de textura compacta y resistentes al desgaste.
- Carecer de grietas, coqueras, planos y exfoliaciones y materias extrañas que pueden disminuir su resistencia y duración.
- Tener color uniforme y carecer de manchas eflorescentes.
- La superficie vitrificada será completamente plana, salvo cantos romos o terminales.
- Los azulejos estarán perfectamente moldeados y su forma y dimensiones serán las señaladas en los planos.
- La superficie de los azulejos será brillante, salvo que, explícitamente, se exija que la tengan mate.
- Los azulejos situados en las esquinas no serán lisos sino que presentarán, según los casos, un canto romo, largo o corto, o un terminal de esquina izquierda o derecha, o un terminal de ángulo entrante con aparejo vertical u horizontal.



- La tolerancia en las dimensiones será de un 1% en menos y un 0% en más, para los de primera clase.
- La determinación de los defectos en las dimensiones se hará aplicando una escuadra perfectamente ortogonal a una vertical cualquiera del azulejo, haciendo coincidir una de las aristas con un lado de la escuadra. La desviación del extremo de la otra arista respecto al lado de la escuadra es el error absoluto, que se traducirá a porcentual.

10.4. Baldosas y losas de mármol

Los mármoles deben de estar exentos de los defectos generales tales como pelos, grietas, coqueras, bien sean estos defectos debidos a trastornos de la formación de la masa o a la mala explotación de las canteras. Deberán estar perfectamente planos y pulimentados.

Las baldosas serán piezas de 50x50 cm como máximo y 3 cm de espesor. Las tolerancias en sus dimensiones se ajustarán a las expresadas en el párrafo 9.1 para las piezas de terrazo.

10.5. Rodapiés de mármol

Las piezas de rodapié estarán hechas del mismo material que las de solado; tendrán un canto romo y serán de 10 cm de alto. Las exigencias técnicas serán análogas a las del solado de mármol.

Artículo 11. Carpintería de taller

11.1. Puertas de madera

Las puertas de madera que se emplean en la obra deberán tener la aprobación del Ministerio de Industria, la autorización de uso del MOPU o un documento de idoneidad técnica expedido por el IETCC.

11.2. Cercos

Los cercos de los marcos interiores serán de primera calidad, con una escuadría mínima de 7x5 cm.

Artículo 12. Carpintería metálica

12.1. Ventanas y puertas

Los perfiles empleados en la confección de ventanas y puertas metálicas, serán especiales de doble junta y cumplirán todas las prescripciones legales. No se admitirán rebabas ni curvaturas, rechazándose los elementos que adolezcan de algún defecto de fabricación.

Artículo 13. Pintura

13.1. Pintura al temple

Estará compuesta por una cola disuelta en agua y un pigmento mineral finamente disperso con la adición de un antifermo tipo formol para evitar la putrefacción de la cola. Los pigmentos a utilizar podrán ser:

- Blanco de cinc, que cumplirá la UNE 48041.
- Litopón, que cumplirá la UNE 48040.
- Bióxido de titanio, según la UNE-EN ISO 591.

También podrán emplearse mezclas de estos pigmentos con carbonato cálcico y sulfato básico. Estos dos últimos productos, considerados como cargas, no podrán entrar en una proporción mayor del 25% del peso del pigmento.

13.2. Pintura plástica

Está compuesta por un vehículo formado por barniz adquirido y los pigmentos están constituidos de bióxido de titanio y colores resistentes.

Artículo 14. Colores, aceites, barnices, etc.

Todas las sustancias de uso general en la pintura deberán ser de excelente calidad.

Los colores reunirán las condiciones siguientes:

- Facilidad de extenderse y cubrir perfectamente las superficies.
- Fijeza en su tinta.
- Facultad de incorporarse al aceite, color, etc.
- Ser inalterables a la acción de los aceites o de otros colores.
- Insolubilidad en el agua.
- Los aceites y barnices reunirán las siguientes condiciones:
 - Ser inalterables por la acción del aire.
 - Conservar la fijeza de los colores.
 - Transparencia y color perfectos.
- Los colores estarán bien molidos y serán mezclados con el aceite, bien purificados y sin posos. Su color será amarillo claro, no admitiéndose el que, al usarlos, dejen manchas o ráfagas que indiquen la presencia de sustancias extrañas.

Artículo 15. Fontanería

15.1. Tubería de hierro galvanizado

La designación de pesos, espesores de pared, tolerancias, etc. se ajustarán a las correspondientes normas DIN. Los manguitos de unión serán de hierro maleable galvanizado con junta esmerilada.

15.2. Tubería de cemento centrifugado.

Si se utilizan en el saneamiento horizontal, el diámetro mínimo a utilizar será de 20 cm y los cambios de sección se realizarán mediante las arquetas correspondientes

15.3. Bajantes

Las bajantes tanto de aguas pluviales como fecales serán de fibrocemento o materiales plásticos que dispongan autorización de uso. No se admitirán bajantes de diámetro inferior a 90 mm.

Todas las uniones entre tubos y piezas especiales se realizarán mediante uniones Gibault.

15.4. Tubería de cobre

Si la red de distribución de agua y gas ciudad se realiza con tubería de cobre, se someterá a la citada tubería de gas a la presión de prueba exigida por la empresa suministradora, operación que se efectuará una vez acabado el montaje.

Las designaciones, pesos, espesores de pared y tolerancias se ajustarán a las normas correspondientes de la citada empresa.

Las válvulas a las que se someterá a una presión de prueba superior en un 50% a la presión de trabajo serán de marca aceptada por la empresa suministradora y con las características que ésta indique.

**Artículo 16. Instalaciones eléctricas****16.1. Normas**

Todos los materiales que se empleen en la instalación eléctrica, tanto de alta como de baja tensión deberán cumplir las prescripciones técnicas que dictan las normas internacionales CBI, los reglamentos en vigor, así como las normas técnico-prácticas de la compañía suministradora de energía.

16.2. Conductores de baja tensión

Los conductores de los cables serán de cobre desnudo recocido, normalmente con formación e hilo único hasta 6 mm².

La cubierta será de policloruro de vinilo tratada convenientemente de forma que asegure mejor resistencia al frío, a la laceración, a la abrasión respecto al policloruro de vinilo normal (PVC).

La acción sucesiva del sol y de la humedad no deben provocar la más mínima alteración de la cubierta. El relleno que sirve para dar forma al cable aplicado por extrusión sobre las almas del cableado debe ser de material adecuado de manera que pueda ser fácilmente separado para la confección de los empalmes y terminales.

Los cables denominados de "instalación", normalmente alojados en tubería protectora, serán de cobre con aislamiento de PVC. La tensión de servicio será de 750 V y la tensión de ensayo de 2.000 V.

La sección mínima que se utilizará en los cables destinados tanto a circuitos de alumbrado como de fuerza será de 1,5 m². Los ensayos de tensión y de resistencia de aislamiento se efectuarán con la tensión de prueba de 2.000 V, de igual forma que en los cables anteriores.

16.3. Aparatos de alumbrado interior

Las luminarias se construirán con chasis de chapa de acero de calidad, con espesor o nervaduras suficientes para alcanzar la rigidez necesaria.

Los enchufes con toma de tierra tendrán esta toma dispuesta de forma que sea la primera en establecerse y la última en desaparecer y serán irreversibles, sin posibilidad de error en la conexión.

Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra y Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado.

CAPITULO V**PRESCRIPCIONES EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA****Artículo 17. Movimiento de tierras****17.1. Explanación y préstamos**

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar, evacuar, rellenar y nivelar el terreno, así como las zonas de préstamos que puedan necesitarse y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

17.1.1. Ejecución de las obras

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en los planos.

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, que no se hubiera extraído en el desbroce, se aceptará para su utilización posterior en protección de superficies erosionables.

En cualquier caso, la tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación, excepción hecha de la tierra vegetal, se podrán utilizar en la formación de rellenos y demás usos fijados en este pliego y se transportarán directamente a las zonas previstas dentro del solar, o vertedero si no tuvieran aplicación dentro de la obra.

En cualquier caso, no se desechará ningún material excavado sin previa autorización. Durante las diversas etapas de la construcción de la explanación, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje.

El material excavado no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga de los rellenos contiguos.

Las operaciones de desbroce y limpieza se efectuarán con las precauciones necesarias, para evitar daño a las construcciones colindantes y existentes.

Los árboles a derribar caerán hacia el centro de la zona objeto de la limpieza, acotándose las zonas de vegetación o arbolado destinadas a permanecer en su sitio.

Todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a 50 cm por debajo de la rasante de excavación y no menor de 15 cm por debajo de la superficie natural del terreno.

Todos los huecos causados por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al existente, compactándose hasta que su superficie se ajuste al nivel pedido.

No existe obligación por parte del constructor de trocear la madera a longitudes inferiores a 3 m.

La ejecución de estos trabajos se realizará produciendo las menores molestias posibles a las zonas habitadas próximas al terreno desbrozado.

17.1.2. Medición y abono

La excavación de la explanación se abonará por m³ realmente excavados, medidos por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de iniciar los trabajos, y los datos finales, tomados inmediatamente después de concluidos. La medición se hará sobre los perfiles obtenidos.

17.2. Excavación en zanjas y pozos

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir emplazamiento adecuado para las obras de fábrica y estructuras, y sus cimentaciones; comprenden zanjas de drenaje u otras análogas. Su ejecución incluye las operaciones



de excavación, nivelación y evacuación del terreno y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

17.2.1. Ejecución de las obras

El contratista de las obras notificará con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, a fin de que se puedan efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación o se modificará ni renovará sin autorización.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad en que aparezca el firme y obtenerse una superficie limpia y firme, a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, la dirección facultativa podrá modificar la profundidad, si a la vista de las condiciones del terreno lo estimara necesario, a fin de conseguir una cimentación satisfactoria.

El replanteo se realizará de tal forma que existirán puntos fijos de referencia, tanto de cotas como de nivel, siempre fuera del área de excavación.

Se llevará en obra un control detallado de las mediciones de la excavación de las zanjas.

El comienzo de la excavación de zanjas se realizará cuando existan todos los elementos necesarios para su excavación, incluida la madera para una posible entibación.

La dirección facultativa indicará siempre la profundidad de los fondos de la excavación de la zanja, aunque sea distinta a la de proyecto, siendo su acabado limpio, a nivel o escalonado.

La contrata deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes verticales de todas las excavaciones que realice, aplicando los medios de entibación, apuntalamiento, apeo y protección superficial del terreno que considere necesario, a fin de impedir desprendimientos, derrumbamientos y deslizamientos que pudieran causar daño a personas o a las obras, aunque tales medios no estuvieran definidos en el proyecto, o no hubiesen sido ordenados por la dirección facultativa.

La dirección facultativa podrá ordenar en cualquier momento la colocación de entibaciones, apuntalamientos, apeos y protecciones superficiales del terreno.

Se adoptarán por la contrata todas las medidas necesarias para evitar la entrada del agua, manteniendo libre de la misma la zona de excavación, colocándose las ataguías, drenajes, protecciones, cunetas, canaletas y conductos de desagüe que sean necesarios.

Las aguas superficiales deberán ser desviadas por la contrata y canalizadas antes de que alcancen los taludes, las paredes y el fondo de la excavación de la zanja.

El fondo de la zanja deberá quedar libre de tierra, fragmentos de roca, roca alterada, capas de terreno inadecuado o cualquier elemento extraño que pudiera debilitar su resistencia. Se limpiarán las grietas y hendiduras, rellenándose con material compactado u hormigón.

La separación entre el tajo de la máquina y la entibación no será mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.

En el caso de terrenos meteorizables o erosionables por viento o lluvia, las zanjas nunca permanecerán abiertas más de 8 días, sin que sean protegidas o finalizados los trabajos.

Una vez alcanzada la cota inferior de la excavación de la zanja para cimentación, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras, para observar si se han producido desperfectos y tomar las medidas pertinentes.

Mientras no se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondos de la zanja, se conservarán las entibaciones, apuntalamientos y apeos que hayan sido necesarios, así como las vallas, cerramientos y demás medidas de protección.

Los productos resultantes de la excavación de las zanjas, que sean aprovechables para un relleno posterior, se podrán depositar en montones situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de 0,60 m como mínimo, dejando libres, caminos, aceras, cunetas, acequias y demás pasos y servicios existentes.

17.2.2. Preparación de cimentaciones

La excavación de cimientos se profundizará hasta el límite indicado en el proyecto. Las corrientes o aguas pluviales o subterráneas que pudieran presentarse, se cegarán o desviarán en la forma y empleando los medios convenientes. Antes de proceder al vertido del hormigón y la colocación de las armaduras de cimentación, se dispondrá de una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor debidamente nivelada.

El importe de esta capa de hormigón se considera incluido en los precios unitarios de cimentación.

17.2.3. Medición y abono

La excavación en zanjas o pozos se abonará por m³ realmente excavados, medidos por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de iniciar los trabajos, y los datos finales, tomados inmediatamente después de finalizados los mismos.

17.3. Relleno y apisonado de zanjas de pozos

Consiste en la extensión o compactación de materiales terrosos, procedentes de excavaciones anteriores o préstamos para relleno de zanjas y pozos.

17.3.1. Extensión y compactación

Los materiales de relleno se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente horizontales. El espesor de estas tongadas será el adecuado a los medios disponibles para que se obtenga en todo el mismo grado de compactación exigido.

La superficie de las tongadas será horizontal o convexa con pendiente transversal máxima del 2%. Una vez extendida la tongada, se procederá a la humectación si es necesario.

El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas procediendo



incluso a la desecación por oreo, o por adición de mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas (cal viva, etc.).

Conseguida la humectación más conveniente, posteriormente se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su composición.

Si el relleno tuviera que realizarse sobre terreno natural, se realizará en primer lugar el desbroce y limpieza del terreno, se seguirá con la excavación y extracción de material inadecuado en la profundidad requerida por el proyecto, escarificándose posteriormente el terreno para conseguir la debida trabazón entre el relleno y el terreno.

Cuando el relleno se asiente sobre un terreno que tiene presencia de aguas superficiales o subterráneas, se desviarán las primeras y se captarán y conducirán las segundas, antes de comenzar la ejecución.

Si los terrenos fueran inestables, apareciera turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

Una vez extendida la tongada se procederá a su humectación si es necesario, de forma que el humedecimiento sea uniforme.

El relleno del trasdós de los muros se realizará cuando éstos tengan la resistencia requerida y no antes de los 21 días si son de hormigón.

Después de haber llovido no se extenderá una nueva tongada de relleno o terraplén hasta que la última se haya secado, o se escarificará añadiendo la siguiente tongada más seca, hasta conseguir que la humedad final sea la adecuada.

Si por razones de sequedad hubiera que humedecer una tongada se hará de forma uniforme, sin que existan encharcamientos.

Se pararán los trabajos de terraplenado cuando la temperatura descienda de 2º C.

17.3.2. Medición y abono

Las distintas zonas de los rellenos se abonarán por m³ realmente ejecutados, medidos por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de iniciarse los trabajos, y los datos finales, tomados inmediatamente después de compactar el terreno.

Artículo 18. Hormigones

18.1. Dosificación de hormigones

Corresponde al contratista efectuar el estudio granulométrico de los áridos, dosificación de agua y consistencia del hormigón de acuerdo con los medios y puesta en obra que emplee en cada caso, y siempre cumpliendo lo prescrito en el Código Estructural.

18.2. Fabricación de hormigones

En la confección y puesta en obra de los hormigones se cumplirán las prescripciones generales del Código Estructural.

Los áridos, el agua y el cemento deberán dosificarse automáticamente en peso. Las instalaciones de dosificación, lo mismo que todas las demás para la fabricación y puesta en obra del hormigón habrán de someterse a lo indicado en la normativa vigente.

Las tolerancias admisibles en la dosificación serán del 2% para el agua y el cemento, 5% para los distintos tamaños de áridos y 2% para el árido total. En la consistencia del hormigón se admitirá una tolerancia de 20 mm medida con el cono de Abrams.

La instalación de hormigonado será capaz de realizar una mezcla regular e íntima de los componentes proporcionando un hormigón de color y consistencia uniforme.

En la hormigonera deberá colocarse una placa en la que se haga constar la capacidad y la velocidad en revoluciones por minuto recomendadas por el fabricante, las cuales nunca deberán sobrepasarse.

Antes de introducir el cemento y los áridos en el mezclador, éste se habrá cargado de una parte de la cantidad de agua requerida por la masa completándose la dosificación de este elemento en un periodo de tiempo que no deberá ser inferior a 5 segundos ni superior a la tercera parte del tiempo de mezclado, contados a partir del momento en que el cemento y los áridos se hayan introducido en el mezclador. Antes de volver a cargar de nuevo la hormigonera se vaciará totalmente su contenido.

No se permitirá volver a amasar en ningún caso hormigones que hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, áridos y agua.

18.3. Mezcla en obra

La ejecución de la mezcla en obra se hará de la misma forma que la señalada para la mezcla en central.

18.4. Transporte de hormigón

El transporte desde la hormigonera se realizará tan rápidamente como sea posible.

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de hormigones que acusen un principio de fraguado o presenten cualquier otra alteración.

Al cargar los elementos de transporte no debe formarse con las masas montones cónicos, que favorecerían la segregación. Cuando la fabricación de la mezcla se haya realizado en una instalación central, su transporte a obra deberá realizarse empleando camiones provistos de agitadores.

18.5. Puesta en obra del hormigón

Como norma general no deberá transcurrir más de 1 h entre la fabricación del hormigón, su puesta en obra y su compactación.



No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a 1 m, quedando prohibido arrojarlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillo, o hacerlo avanzar más de 0,5 m de los encofrados.

Al verter el hormigón se removerá enérgica y eficazmente para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente los sitios en que se reúne gran cantidad de acero, y procurando que se mantengan los recubrimientos y la separación entre las armaduras.

En losas, el extendido del hormigón se ejecutará de modo que el avance se realice en todo su espesor.

En vigas, el hormigonado se hará avanzando desde los extremos, llenándolas en toda su altura y procurando que el frente vaya recogido, para que no se produzcan segregaciones y la lechada escurra a lo largo del encofrado.

18.6. Compactación del hormigón

La compactación de hormigones deberá realizarse por vibración. Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones. Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse longitudinalmente en la tongada subyacente y retirarse también longitudinalmente sin desplazarlos transversalmente mientras estén sumergidos en el hormigón. La aguja se introducirá y retirará lentamente, y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los 10 cm/s, con cuidado de que la aguja no toque las armaduras. La distancia entre los puntos sucesivos de inmersión no será superior a 75 cm, y será la adecuada para producir en toda la superficie de la masa vibrada una humectación brillante, siendo preferible vibrar en pocos puntos prolongadamente. No se introducirá el vibrador a menos de 10 cm de la pared del encofrado.

18.7. Curado de hormigón

Durante el primer período de endurecimiento se someterá al hormigón a un proceso de curado según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas del lugar.

En cualquier caso, deberá mantenerse la humedad del hormigón y evitarse todas las causas tanto externas, como sobrecarga o vibraciones, que puedan provocar la fisuración del elemento hormigonado. Una vez humedecido el hormigón se mantendrán húmedas sus superficies, mediante arpilleras, esterillas de paja u otros tejidos análogos durante 3 días si el conglomerante empleado fuese cemento Portland I-35, aumentándose este plazo en el caso de que el cemento utilizado fuese de endurecimiento más lento.

18.8. Juntas en el hormigonado

Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción o dilatación, debiendo cumplir lo especificado en los planos. Se cuidará que las juntas creadas por las interrupciones en el hormigonado queden normales a la dirección de los máximos

esfuerzos de compresión, o donde sus efectos sean menos perjudiciales.

Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán juntas abiertas durante algún tiempo, para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. El ancho de tales juntas deberá ser el necesario para que, en su día, puedan hormigonarse correctamente.

Al reanudar los trabajos se limpiará la junta de toda suciedad, lechada o árido que haya quedado suelto, y se humedecerá su superficie sin exceso de agua, aplicando en toda su superficie lechada de cemento antes de verter el nuevo hormigón. Se procurará alejar las juntas de hormigonado de las zonas en que la armadura esté sometida a fuertes tracciones.

18.9. Terminación de los paramentos vistos

Si no se prescribe otra cosa, la máxima flecha o irregularidad que pueden presentar los paramentos planos, medida respecto a una regla de dos 2 m de longitud aplicada en cualquier dirección será la siguiente:

- Superficies vistas: 6 mm.
- Superficies ocultas: 25 mm.

18.10. Limitaciones de ejecución

El hormigonado se suspenderá, como norma general, en caso de lluvias, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada de la lluvia a las masas de hormigón fresco o lavado de superficies. Si esto llegara a ocurrir, se habrá de picar la superficie lavada, regarla y continuar el hormigonado después de aplicar lechada de cemento.

Antes de hormigonar:

- Replanteo de ejes, cotas de acabado.
- Colocación de armaduras.
- Limpieza y humedecido de los encofrados.
- Durante el hormigonado:
 - El vertido se realizará desde una altura máxima de 1 m, salvo que se utilicen métodos de bombeo a distancia que impidan la segregación de los componentes del hormigón. Se realizará por tongadas de 30 cm. Se vibrará sin que las armaduras ni los encofrados experimenten movimientos bruscos o sacudidas, cuidando de que no queden coqueas y se mantenga el recubrimiento adecuado.
 - Se suspenderá el hormigonado cuando la temperatura descienda de 0° C, o lo vaya a hacer en las próximas 48 h. Se podrán utilizar medios especiales para esta circunstancia, pero bajo la autorización de la dirección facultativa.
 - No se dejarán juntas horizontales, pero si a pesar de todo se produjesen, se procederá a la limpieza, rascado o picado de superficies de contacto, vertiendo a continuación mortero rico en cemento, y hormigonando seguidamente. Si hubiesen transcurrido más de 48 h se tratará la junta con resinas epoxi.
 - No se mezclarán hormigones de distintos tipos de cemento.



- Después del hormigonado:
- El curado se realizará manteniendo húmedas las superficies de las piezas hasta que se alcance un 70% de su resistencia.
- Se procederá al desencofrado en las superficies verticales pasados 7 días, y de las horizontales no antes de los 21 días. Todo ello siguiendo las indicaciones de la dirección facultativa.

18.11. Medición y abono

El hormigón se medirá y abonará por m³ realmente vertido en obra, midiendo entre caras interiores de encofrado de superficies vistas. En las obras de cimentación que no necesiten encofrado se medirá entre caras de terreno excavado. En el caso de que en el cuadro de precios la unidad de hormigón se exprese por m², como es el caso de soleras, forjado, etc., se medirá de esta forma por m² realmente ejecutado, incluyéndose en las mediciones todas las desigualdades y aumentos de espesor debidas a las diferencias de la capa inferior. Si en el cuadro de precios se indicara que está incluido el encofrado, acero, etc., siempre se considerará la misma medición del hormigón por m³ o por m². En el precio van incluidos siempre los servicios y costos de curado de hormigón.

Artículo 19. Morteros

19.1. Dosificación de morteros

Se fabricarán los tipos de morteros especificados en las unidades de obra, indicándose cuál ha de emplearse en cada caso para la ejecución de las distintas unidades de obra.

19.2. Fabricación de morteros

Los morteros se fabricarán en seco, continuándose el batido después de verter el agua en la forma y cantidad fijada, hasta obtener una pasta homogénea de color y consistencia uniforme sin palomillas ni grumos.

19.3. Medición y abono.

El mortero suele ser una unidad auxiliar y, por tanto, su medición va incluida en las unidades a las que sirve: fábrica de ladrillos, enfoscados, pavimentos, etc. En algún caso excepcional se medirá y abonará por m³, obteniéndose su precio del cuadro de precios, si lo hay, u obteniendo un nuevo precio contradictorio.

Artículo 20. Encofrados

20.1. Construcción y montaje

Tanto las uniones como las piezas que constituyen los encofrados, deberán poseer la resistencia y la rigidez necesarias para que, con la marcha prevista de hormigonado, y especialmente bajo los efectos dinámicos producidos por el sistema de compactación exigido o adoptado, no se originen esfuerzos anormales en el hormigón, ni durante su puesta en obra, ni durante su periodo de endurecimiento, así como

tampoco movimientos locales en los encofrados superiores a los 5 mm.

Los enlaces de los distintos elementos o planos de los moldes serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje se verifique con facilidad.

Los encofrados de los elementos rectos o planos de más de 6 m de luz libre se dispondrán con la contraflecha necesaria para que, una vez encofrado y cargado el elemento, éste conserve una ligera cavidad en el intradós.

Los moldes ya usados y que vayan a servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificadas y limpiadas.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado, a fin de evitar la absorción del agua contenida en el hormigón, y se limpiarán especialmente los fondos dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor.

Las juntas entre las distintas tablas deberán permitir el entumecimiento de las mismas por la humedad del riego y del hormigón, sin que, sin embargo, dejen escapar la pasta durante el hormigonado, para lo cual se podrá realizar un sellado adecuado.

Se tendrán en cuenta los planos de la estructura y de despiece de los encofrados.

Confeción de las diversas partes del encofrado:

Montaje según un orden determinado según sea la pieza a hormigonar: si es un muro primero se coloca una cara, después la armadura y, por último, la otra cara; si es en pilares, primero la armadura y después el encofrado, y si es en vigas primero el encofrado y a continuación la armadura. No se dejarán elementos separadores o tirantes en el hormigón después de desencofrar, sobre todo en ambientes agresivos.

Se anotará la fecha de hormigonado de cada pieza, con el fin de controlar su desencofrado.

El apoyo sobre el terreno se realizará mediante tablonés/durmientes.

Si la altura es excesiva para los puntales, se realizarán planos intermedios con tablonés colocados perpendicularmente a estos; las líneas de puntales inferiores irán arriostrados.

Se vigilará la correcta colocación de todos los elementos antes de hormigonar, así como la limpieza y humedecido de las superficies.

El vertido del hormigón se realizará a la menor altura posible. Se aplicarán los desencofrantes antes de colocar las armaduras.

Los encofrados deberán resistir las acciones que se desarrollen durante la operación de vertido y vibrado, y tener la rigidez necesaria para evitar deformaciones, según las siguientes tolerancias:

Espesores en m	Tolerancia en mm
Hasta 0,10	2
De 0,11 a 0,20	3
De 0,21 a 0,40	4
De 0,41 a 0,60	6
De 0,61 a 1,00	8



Más de 1,00	10
Dimensiones horizontales o verticales entre ejes:	
Parciales	20
Totales	40
Desplomes:	
En una planta	10
En total	30

20.2. Apeos y cimbras. Construcción y montaje

Las cimbras y apeos deberán ser capaces de resistir su peso propio y el del elemento completo sustentado, así como otras sobrecargas accidentales que puedan actuar sobre ellas (operarios, maquinaria, viento, etc.).

Las cimbras y apeos tendrán la resistencia y disposición necesaria para que en ningún momento los movimientos locales, sumados en su caso a los del encofrado sobrepasen los 5 mm, ni los de conjunto la milésima de la luz (1/1.000).

20.3. Desencofrado y descimbrado del hormigón

El desencofrado de costeros verticales de elementos de poco canto podrá efectuarse a 1 día de hormigonada la pieza, a menos que durante dicho intervalo se hayan producido bajas temperaturas y otras cosas capaces de alterar el proceso normal de endurecimiento del hormigón. Los costeros verticales de elementos de gran canto no deberán retirarse antes de los 2 días con las mismas salvedades apuntadas anteriormente, a menos que se emplee curado a vapor.

El descimbrado podrá realizarse cuando, a la vista de las circunstancias y temperatura, en el resultado de las pruebas de resistencia el elemento de construcción sustentado haya adquirido el doble de la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos que aparezcan al descimbrar. El descimbrado se hará de modo suave y uniforme, recomendándose el empleo de cunas, gatos, cajas de arena y otros dispositivos, cuando el elemento a descimbrar sea de cierta importancia.

Condiciones de desencofrado:

- No se procederá al desencofrado hasta transcurrido un mínimo de 7 días para los soportes y 3 días para los demás casos, siempre con la aprobación de la dirección facultativa.
- Los tableros de fondo y los planos de apeo se desencofrarán siguiendo las indicaciones del Código Estructural, con la previa aprobación de la dirección facultativa. Se procederá al aflojado de las cuñas, dejando el elemento separado unos 3 cm durante 12 h, realizando entonces la comprobación de la flecha para ver si es admisible.
- Cuando el desencofrado sea dificultoso se regará abundantemente, también se podrá aplicar desencofrante superficial.
- Se apilarán los elementos de encofrado que se vayan a reutilizar, después de una cuidadosa limpieza.

20.4. Medición y abono

Los encofrados se medirán siempre por m² de superficie en contacto con el hormigón, no siendo de abono las obras o

excesos de encofrado, así como los elementos auxiliares de sujeción o apeos necesarios para mantener el encofrado en una posición correcta y segura contra esfuerzos de viento, etc. En este precio se incluyen, además, los desencofrantes y las operaciones de desencofrado y retirada del material. En el caso de que en el cuadro de precios esté incluido el encofrado la unidad de hormigón, se entiende que tanto el encofrado como los elementos auxiliares y el desencofrado van incluidos en la medición del hormigón.

Artículo 21. Armaduras

21.1. Colocación, recubrimiento y empalme de armaduras
Todas estas operaciones se efectuarán de acuerdo con el Código Estructural.

21.2. Medición y abono

De las armaduras de acero empleadas en el hormigón armado se abonarán los kg realmente empleados, deducidos de los planos de ejecución, por medición de su longitud, añadiendo la longitud de los solapes de empalme, medida en obra y aplicando los pesos unitarios correspondientes a los distintos diámetros empleados.

En ningún caso se abonará con solapes un peso mayor del 5% del peso del redondo resultante de la medición efectuada en el plano sin solapes.

El precio comprenderá a la adquisición, los transportes de cualquier clase hasta el punto de empleo, el pesaje, la limpieza de armaduras, si es necesario, el doblado de las mismas, el izado, sustentación y colocación en obra, incluido el alambre para ataduras y separadores, la pérdida por recortes y todas cuantas operaciones y medios auxiliares sean necesarios.

Artículo 22. Estructuras de acero

Según lo prescrito en el Volumen IV del Código Estructural. Dimensionamiento y comprobación de estructuras de acero. Los Anejos 22 a 29 son de aplicación en los proyectos de edificación y de obra civil en acero. Cumple con los principios y requisitos de seguridad estructural y aptitud al servicio de las estructuras, con las bases de cálculo y las comprobaciones establecidas en el Anejo 18 Bases de cálculo de estructuras. Estos anejos se ocupan únicamente de los requisitos de resistencia, aptitud al servicio, durabilidad y resistencia al fuego de estructuras de acero. No se consideran otros requisitos, como aislamiento térmico o acústico.

El Anejo 22 proporciona unas reglas básicas para aceros estructurales con un espesor mayor o igual a 3 mm ($t \geq 3$ mm). También proporciona disposiciones suplementarias para cálculos de estructuras metálicas en edificación. Los perfiles y chapas finas conformados en frío no están considerados en este anejo. No obstante, en el anejo 22 se tratan las siguientes materias:

- Apartado 1: Generalidades
- Apartado 2: Bases del diseño



- Apartado 3: Materiales
- Apartado 4: Durabilidad
- Apartado 5: Análisis estructural
- Apartado 6: Estados Límite Últimos
- Apartado 7: Estados Límite de Servicio

Los apartados 1 y 2 incluyen requisitos adicionales a los establecidos en el Anejo 18 de este Código Estructural. El apartado 3 incluye las propiedades de los materiales de los productos hechos con aceros estructurales de aleaciones bajas. El apartado 4 establece requisitos generales de durabilidad. El apartado 5 se refiere al análisis estructural de estructuras que para su análisis global se pueden modelizar sus elementos con suficiente precisión, como elementos lineales. El apartado 6 establece requisitos detallados para el cálculo de secciones y elementos. El apartado 7 establece requisitos para la aptitud al servicio.

22.1 Descripción

Sistema estructural realizado con elementos de acero laminado.

22.2 Condiciones previas

- Se dispondrá de zonas de acopio y manipulación adecuadas.
- Las piezas serán de las características descritas en el proyecto de ejecución.
- Se comprobará el trabajo de soldadura de las piezas compuestas realizadas en taller.
- Las piezas estarán protegidas contra la corrosión con pinturas adecuadas.

22.3 Componentes

- Perfiles de acero laminado.
- Perfiles conformados.
- Chapas y pletinas.
- Tornillos calibrados.
- Tornillos de alta resistencia.
- Tornillos ordinarios.
- Roblones.

22.4 Ejecución

- Limpieza de restos de hormigón, etc. de las superficies donde se procede al trazado de replanteos y soldadura de arranques.
- Trazado de ejes de replanteo.
- Se utilizarán calzos, apeos, pernos, sargentos y cualquier otro medio que asegure su estabilidad durante el montaje.
- Las piezas se cortarán con oxicorte o con sierra radial, permitiéndose el uso de cizallas para el corte de chapas.
- Los cortes no presentarán irregularidades ni rebabas.
- No se realizarán las uniones definitivas hasta haber comprobado la perfecta posición de las piezas.
- Los ejes de todas las piezas estarán en el mismo plano.
- Todas las piezas tendrán el mismo eje de gravedad.
- Uniones mediante tornillos de alta resistencia (anejo 26 del Código Estructural):
- Se colocará una arandela, con bisel cónico, bajo la cabeza y bajo la tuerca.

- La parte roscada de la espiga sobresaldrá de la tuerca por lo menos un filete.
- Los tornillos se apretarán en un 80% en la primera vuelta, empezando por los del centro.
- Los agujeros tendrán un diámetro 2 mm mayor que el nominal del tornillo.
- Uniones mediante soldadura (Anejo 26 del Código Estructural):
- Se admiten los siguientes procedimientos:
- Soldeo eléctrico manual, por arco descubierto con electrodo revestido.
- Soldeo eléctrico automático, por arco en atmósfera gaseosa.
- Soldeo eléctrico automático, por arco sumergido.
- Soldeo eléctrico por resistencia.
- Se prepararán las superficies a soldar realizando exactamente los espesores de garganta, las longitudes de soldado y la separación entre los ejes de soldadura en uniones discontinuas.
- Los cordones se realizarán uniformemente, sin mordeduras ni interrupciones; después de cada cordón se eliminará la escoria con piqueta y cepillo.
- Se prohíbe todo enfriamiento anormal por excesivamente rápido de las soldaduras.
- Los elementos soldados para la fijación provisional de las piezas se eliminarán cuidadosamente con soplete, nunca a golpes. Los restos de soldaduras se eliminarán con radial o lima.
- Una vez inspeccionada y aceptada la estructura se procederá a su limpieza y protección antioxidante, para realizar por último el pintado.

22.5 Control

- Se controlará que las piezas recibidas se corresponden con las especificadas.
- Se controlará la homologación de las piezas cuando sea necesario.
- Se controlará la correcta disposición de los nudos y de los niveles de placas de anclaje.

22.6 Medición

Se medirá por kg de acero elaborado y montado en obra, incluidos despuntes. En cualquier caso, se seguirán los criterios establecidos en las mediciones.

22.7 Mantenimiento

Cada 3 años se realizará una inspección de la estructura para comprobar su estado de conservación y su protección antioxidante y contra el fuego.

Artículo 23. Estructuras de madera

Según lo prescrito en el CTE DB-SE-M

23.1 Descripción

Conjunto de elementos de madera que, unidos entre sí, constituyen la estructura de un edificio.

3.2 Condiciones previas

La madera a utilizar deberá reunir las siguientes condiciones:



- Color uniforme, carente de nudos y de medidas regulares, sin fracturas.
- No tendrá defectos ni enfermedades, putrefacción o carcomas.
- Estará tratada contra insectos y hongos.
- Tendrá un grado de humedad adecuado para sus condiciones de uso, si es desecada contendrá entre el 10 y el 15% de su peso en agua; si es madera seca pesará entre un 33 y un 35% menos que la verde.
- No se utilizará madera sin descortezar y estará cortada al hilo.

23.3 Componentes

- Madera.
- Clavos, tornillos, colas.
- Pletinas, bridas, chapas, estribos, abrazaderas.

23.4 Ejecución

Se construirán los entramados con piezas de las dimensiones y forma de colocación y reparto definidas en proyecto.

Los bridas estarán formadas por piezas de acero plano con secciones comprendidas entre 40x7 y 60x9 mm; los tirantes serán de 40 ó 50x9 mm y entre 40 y 70 cm. Tendrán un talón en su extremo que se introducirá en una pequeña mortaja practicada en la madera. Tendrán por lo menos tres pasadores o tirafondos.

No estarán permitidos los anclajes de madera en los entramados.

Los clavos se colocarán contrapeados, y con una ligera inclinación.

Los tornillos se introducirán por rotación y en orificio previamente practicado de diámetro muy inferior.

Los vástagos se introducirán a golpes en los orificios, y posteriormente clavados.

Toda unión tendrá por lo menos 4 clavos.

No se realizarán uniones de madera sobre perfiles metálicos, salvo que se utilicen sistemas adecuados mediante arpones, estribos, bridas, escuadras, y en general mediante piezas que aseguren un funcionamiento correcto, resistente, estable e indeformable.

23.5 Control

Se ensayarán a compresión, modulo de elasticidad, flexión, cortadura, tracción; se determinará su dureza, absorción de agua, peso específico y resistencia a ser hendida.

Se comprobará la clase, calidad y marcado, así como sus dimensiones.

Se comprobará su grado de humedad; si está entre el 20 y el 30%, se incrementarán sus dimensiones un 0,25% por cada 1% de incremento del contenido de humedad; si es inferior al 20%, se disminuirán las dimensiones un 0,25% por cada 1% de disminución del contenido de humedad.

23.6 Medición

El criterio de medición varía según la unidad de obra, por lo que se seguirán siempre las indicaciones expresadas en las mediciones.

23.7 Mantenimiento

Se mantendrá la madera en un grado de humedad constante del 20% aproximadamente.

Se observará periódicamente para prevenir el ataque de xilófagos.

Se mantendrán en buenas condiciones los revestimientos ignífugos y las pinturas o barnices.

Artículo 24. Estructuras mixtas hormigón - acero

Según lo prescrito en el Volumen V del Código Estructural. Dimensionamiento y comprobación de estructuras mixtas hormigón-acero.

Alcance de los Anejos 30 a 32. Los Anejos 30 a 32 son aplicables al proyecto de las estructuras mixtas y sus elementos mixtos en trabajos de edificación e ingeniería civil. Son conformes con los principios y requisitos relativos a la seguridad y la aptitud al servicio de las estructuras, establecidos en el Capítulo 3 del Código Estructural, así como en las bases de su cálculo y las comprobaciones dadas en el Anejo 18. Los Anejos 30 a 32 se ocupan únicamente de los requisitos de resistencia, aptitud al servicio, durabilidad y resistencia al fuego de estructuras mixtas. No se contemplan otros requisitos, como los relativos al aislamiento térmico o acústico. Los Anejos 30 a 32 están previstos ser utilizados conjuntamente con el resto de este Código Estructural.

El Anejo 30 proporciona unas bases generales para los proyectos de estructuras mixtas junto con reglas específicas para edificación. En este Anejo se tratan las siguientes materias:

Apartado 1: Generalidades

Apartado 2: Bases de cálculo

Apartado 3: Materiales

Apartado 4: Durabilidad

Apartado 5: Análisis estructural

Apartado 6: Estados Límite Últimos

Apartado 7: Estados Límite de Servicio

Apartado 8: Uniones mixtas en pórticos en edificación

Apartado 9: Losas mixtas con chapa nervada en edificación

La Normativa de referencia será la citadas en el Anejo 1 del Código Estructural.

En cuanto a las hipótesis. Además de las hipótesis generales del Anejo 18, se aplicarán aquellas dadas en el apartado 1.3 de los Anejos 19 y 22.

Artículo 25. Cantería

25.1 Descripción

Son elementos de piedra de distinto espesor, forma de colocación, utilidad, etc., utilizados en la construcción de edificios, muros, remates, etc.

Por su uso se pueden dividir en: chapado, mampostería, sillarejo, sillería, piezas especiales.

- Chapado

Revestido de otros elementos ya existentes con piedras de espesor medio, no tiene misión resistente sino solamente decorativa. Se puede utilizar tanto al exterior como al



interior, con junta o sin ella. El mortero utilizado puede ser variado.

La piedra puede ir labrada o no, ordinaria, careada, etc.

- Mampostería

Muro realizado con piedras recibidas con morteros, que puede tener misión resistente o decorativa, y que por su colocación se denomina ordinaria, concertada y careada. Las piedras tienen forma más o menos irregular y con espesores desiguales. El peso estará comprendido entre 15 y 25 kg.

Se denomina:

A hueso: cuando las piezas se asientan sin interposición de mortero.

Ordinaria: cuando las piezas se asientan y reciben con mortero.

Tosca: cuando se emplean los mampuestos en bruto, presentando al frente la cara natural de cantera o la que resulta de la simple fractura del mampuesto con almahena.

Rejuntada: aquella cuyas juntas han sido rellenadas expresamente con mortero, bien conservando el plano de los mampuestos, o bien alterándolo. Esta denominación será independiente de que la mampostería sea ordinaria o en seco.

Careada: obtenida corrigiendo los salientes y desigualdades de los mampuestos.

Concertada: se obtiene cuando se labran los lechos de apoyo de los mampuestos; puede ser a la vez rejuntada, tosca, ordinaria o careada.

- Sillarejo

Muro realizado con piedras recibidas con morteros, que puede tener misión resistente o decorativa, que por su colocación se denomina ordinaria, concertada y careada. Las piedras tienen forma más o menos irregular y con espesores desiguales. El peso de las piezas permitirá la colocación a mano.

- Sillería

Es la fábrica realizada con sillarejos, sillares o piezas de labra, recibidas con morteros, que puede tener misión resistente o decorativa. Las piedras tienen forma regular y con espesores uniformes. Necesitan útiles para su desplazamiento, teniendo una o más caras labradas. El peso de las piezas es de 75 a 150 kg.

- Piezas especiales

Elementos de piedra de utilidad variada, como jambas, dinteles, barandillas, albardillas, cornisas, canecillos, impostas, columnas, arcos, bóvedas y otros. Normalmente tienen misión decorativa, si bien en otros casos además tienen misión resistente.

25.2 Componentes

Chapado:

- Piedra de espesor entre 3 y 15 cm.
- Mortero de cemento y arena de río 1:4.
- Cemento CEM II/A-M 42,5 CEM II/B-V 32,5 R.
- Anclajes de acero galvanizado con formas diferentes.

- Mampostería y sillarejo:

- Piedra de espesor entre 20 y 50 cm.
- Forma irregular o lascas.
- Mortero de cemento y arena de río 1:4.
- Cemento CEM II/A-M 42,5 CEM II/B-V 32,5 R.
- Anclajes de acero galvanizado con formas diferentes.
- Posibilidad de encofrado por dentro de madera, metálico o ladrillo.

Sillería:

- Piedra de espesor entre 20 y 50 cm.
- Forma regular.
- Mortero de cemento y arena de río 1:4.
- Cemento CEM II/A-M 42,5 CEM II/B-V 32,5 R.
- Anclajes de acero galvanizado con formas diferentes.
- Posibilidad de encofrado por dentro de madera, metálico o ladrillo.
- Piezas especiales:
- Piedras de distinto grosor, medidas y formas.
- Forma regular o irregular.
- Mortero de cemento y arena de río 1:4 o morteros especiales.
- Cemento CEM II/A-M 42,5 CEM II/B-V 32,5 R.
- Anclajes de acero galvanizado con formas diferentes.
- Posibilidad de encofrado por dentro de madera, metálico o ladrillo.

25.3 Condiciones previas

- Planos de proyecto donde se defina la situación, forma y detalles.
- Muros o elementos base terminados.
- Forjados o elementos que puedan manchar las canterías terminados.
- Colocación de piedras a pie de tajo.
- Andamios instalados.
- Puentes térmicos terminados.

25.4 Ejecución

- Extracción de la piedra en cantera y apilado y/o cargado en camión.
- Volcado de la piedra en lugar idóneo.
- Replanteo general.
- Colocación y aplomado de miras de acuerdo a especificaciones de proyecto y dirección facultativa.
- Tendido de hilos entre miras.
- Limpieza y humectación del lecho de la primera hilada.
- Colocación de la piedra sobre la capa de mortero.
- Acuña de los mampuestos (según el tipo de fábrica, procederá o no).
- Ejecución de las mamposterías o sillares, tanteando con regla y plomada o nivel, rectificando su posición.
- Rejuntado de las piedras, si así se exigiese.
- Limpieza de las superficies.
- Protección de la fábrica recién ejecutada frente a la lluvia, heladas y temperaturas elevadas con plásticos u otros elementos.
- Regado al día siguiente.



- Retirada del material sobrante.
 - Anclaje de piezas especiales.
- 25.5 Control
- Replanteo.
 - Distancia entre ejes, a puntos críticos, huecos, etc.
 - Geometría de los ángulos, arcos, muros apilastrados.
 - Distancias máximas de ejecución de juntas de dilatación.
 - Planeidad.
 - Aplomado.
 - Horizontalidad de las hiladas.
 - Tipo de rejuntado exigible.
 - Limpieza.
 - Uniformidad de las piedras.
 - Ejecución de piezas especiales.
 - Grueso de juntas.
 - Aspecto de los mampuestos: grietas, pelos, adherencias, síntomas de descomposición, fisuración, disgregación.
 - Morteros utilizados.

25.6 Seguridad

Se cumplirá estrictamente lo que para estos trabajos establezca la Ordenanza General de Seguridad e Higiene el Trabajo.

Las escaleras o medios auxiliares estarán firmes, sin posibilidad de deslizamiento o caída.

En operaciones donde sea preciso, el oficial contará con la colaboración del ayudante.

Se utilizarán las herramientas adecuadas.

Se tendrá especial cuidado en no sobrecargar los andamios o plataformas.

Se utilizarán guantes y gafas de seguridad.

Se utilizará calzado apropiado.

Cuando se utilicen herramientas eléctricas, éstas estarán dotadas de grado de aislamiento II.

25.7 Medición

Los chapados se medirán por m², indicando espesores, o por m², no descontando los huecos inferiores a 2 m².

Las mamposterías y sillerías se medirán por m², no descontando los huecos inferiores a 2 m².

Los solados se medirán por m².

Las jambas, albardillas, cornisas, canecillos, impostas, arcos y bóvedas se medirán por m lineales.

Las columnas se medirán por unidad, así como otros elementos especiales como: bolas, escudos, fustes, etc.

25.8 Mantenimiento

Se cuidará que los rejuntados estén en perfecto estado para evitar la penetración de agua.

Se vigilarán los anclajes de las piezas especiales.

Se evitará la caída de elementos desprendidos.

Se limpiarán los elementos decorativos con productos apropiados.

Se impermeabilizarán con productos idóneos las fábricas que estén en proceso de descomposición.

Se tratarán con resinas especiales los elementos deteriorados por el paso del tiempo.

Artículo 26. Albañilería

26.1. Fábrica de ladrillo

Los ladrillos se colocan según los aparejos presentados en el proyecto. Antes de colocarlos se humedecerán en agua. El humedecimiento deberá ser hecho inmediatamente antes de su empleo, debiendo estar sumergidos en agua 10 min al menos. Salvo especificaciones en contrario, el tendel debe tener un espesor de 10 mm.

Todas las hiladas deben quedar perfectamente horizontales y con la cara buena perfectamente plana, vertical y a plano con los demás elementos que deba coincidir. Para ello se hará uso de las miras necesarias, colocando la cuerda en las divisiones o marcas hechas en las miras.

Salvo indicación en contra se empleará un mortero de 250 kg de cemento I-35 por m³ de pasta.

Al interrumpir el trabajo, se quedará el muro en adaraja para trabar al día siguiente la fábrica con la anterior. Al reanudar el trabajo se regará la fábrica antigua limpiándola de polvo y repicando el mortero.

Las unidades en ángulo se harán de manera que se deje medio ladrillo de un muro contiguo, alternándose las hileras. La medición se hará por m², según se expresa en el cuadro de precios. Se medirán las unidades realmente ejecutadas, descontándose los huecos.

Los ladrillos se colocarán siempre "a restregón".

Los cerramientos de más de 3,5 m de altura estarán anclados en sus 4 caras.

Los que superen la altura de 3,5 m estarán rematados por un zuncho de hormigón armado.

Los muros tendrán juntas de dilatación y de construcción. Las juntas de dilatación serán las estructurales, quedarán arriostradas y se sellarán con productos sellantes adecuados. En el arranque del cerramiento se colocará una capa de mortero de 1 cm de espesor en toda la anchura del muro. Si el arranque no fuese sobre forjado, se colocará una lámina de barrera antihumedad.

En el encuentro del cerramiento con el forjado superior se dejará una junta de 2 cm que se rellenará posteriormente con mortero de cemento, preferiblemente al rematar todo el cerramiento.

Los apoyos de cualquier elemento estructural se realizarán mediante una zapata y/o una placa de apoyo.

Los muros conservarán durante su construcción los plomos y niveles de las llagas, y serán estancos al viento y a la lluvia.

Todos los huecos practicados en los muros irán provistos de su correspondiente cargadero.

Al terminar la jornada de trabajo, o cuando haya que suspenderla por las inclemencias del tiempo, se arriostrarán los paños realizados y sin terminar.

Se protegerá de la lluvia la fábrica recientemente ejecutada. Si ha helado durante la noche se revisará la obra del día anterior. No se trabajará mientras esté helando.



El mortero se extenderá sobre la superficie de asiento en cantidad suficiente para que la llaga y el tendel rebosen.

No se utilizarán piezas menores de $\frac{1}{2}$ ladrillo.

Los encuentros de muros y esquinas se ejecutarán en todo su espesor y en todas sus hiladas.

26.2. Tabicón de ladrillo hueco doble

Para la construcción de tabiques se emplearán tabicones huecos colocándolos de canto, con sus lados mayores formando los paramentos del tabique. Se mojarán inmediatamente antes de su uso. Se tomarán con mortero de cemento. Su construcción se hará con auxilio de miras y cuerdas y se rellenarán las hiladas perfectamente horizontales. Cuando en el tabique haya huecos se colocarán previamente los cercos que quedarán perfectamente aplomados y nivelados. Su medición se hará por m^2 de tabique realmente ejecutado.

26.3. Cíntaras de ladrillo perforado y hueco doble

Se tomarán con mortero de cemento y con condiciones de medición y ejecución análogas a las descritas en el párrafo 28.2 para el tabicón.

26.4. Tabiques de ladrillo hueco sencillo

Se tomarán con mortero de cemento y con condiciones de ejecución y medición análogas en el párrafo 28.2.

26.5. Guarnecido y maestreado de yeso negro

Para ejecutar los guarnecidos se construirán unas muestras de yeso previamente que servirán de guía al resto del revestimiento. Para ello se colocarán renglones de madera bien rectos, espaciados a 1 m aproximadamente, sujetándolos con dos puntos de yeso en ambos extremos.

Los renglones deben estar perfectamente aplomados, guardando una distancia de 1,5 a 2 cm aproximadamente del paramento a revestir. Las caras interiores de los renglones estarán situadas en un mismo plano, para lo cual se tenderá una cuerda para los puntos superiores e inferiores de yeso, debiendo quedar aplomados en sus extremos. Una vez fijos los renglones se regará el paramento y se echará el yeso entre cada renglón y el paramento, procurando que quede bien relleno el hueco. Para ello, se seguirán lanzando pelladas de yeso al paramento pasando una regla bien recta sobre las maestras, quedando enrasado el guarnecido con las maestras.

Las masas de yeso habrá que hacerlas en cantidades pequeñas para ser usadas inmediatamente y evitar su aplicación cuando esté "muerto". Se prohibirá tajantemente la preparación del yeso en grandes artesas con gran cantidad de agua para que vaya espesando según se vaya empleando. Si el guarnecido va a recibir un guarnecido posterior, quedará con su superficie rugosa a fin de facilitar la adherencia del enlucido. En todas las esquinas se colocarán guardavivos metálicos de 2 m de altura. Su colocación se hará por medio de un renglón debidamente aplomado que servirá, al mismo tiempo, para hacer la maestra de la esquina.

La medición se hará por m^2 de guarnecido realmente ejecutado, deduciéndose huecos, incluyéndose en el precio

todos los medios auxiliares, andamios, banquetas, etc., empleados para su construcción. En el precio se incluirán así mismo los guardavivos de las esquinas y su colocación.

26.6. Enlucido de yeso blanco

Para los enlucidos se usarán únicamente yesos blancos de primera calidad. Inmediatamente de amasado se extenderá sobre el guarnecido de yeso hecho previamente, extendiéndolo con la llana y apretando fuertemente hasta que la superficie quede completamente lisa y fina. El espesor del enlucido será de 2 a 3 mm. Es fundamental que la mano de yeso se aplique inmediatamente después de amasado para evitar que el yeso esté "muerto".

Su medición y abono será por m^2 de superficie realmente ejecutada. Si en el cuadro de precios figura el guarnecido y el enlucido en la misma unidad, la medición y abono correspondiente comprenderá todas las operaciones y medio auxiliares necesarios para dejar bien terminado y rematado tanto el guarnecido como el enlucido, con todos los requisitos prescritos en este pliego.

26.7. Enfoscados de cemento.

Los enfoscados de cemento se harán con cemento de 550 kg de cemento por m^3 de pasta en paramentos exteriores, y de 500 kg de cemento por m^3 en paramentos interiores, empleándose arena de río o de barranco, lavada para su confección.

Antes de extender el mortero se preparará el paramento sobre el cual haya de aplicarse.

En todos los casos se limpiarán bien de polvo los paramentos y se lavarán, debiendo estar húmeda la superficie de la fábrica antes de extender el mortero. La fábrica debe estar en su interior perfectamente seca. Las superficies de hormigón se picarán, regándolas antes de proceder al enfoscado.

Preparada así la superficie, se aplicará con fuerza el mortero sobre una parte del paramento por medio de la llana, evitando echar una porción de mortero sobre otra ya aplicada. Así se extenderá una capa que se irá regularizando al mismo tiempo que se coloca para lo cual se recogerá con el canto de la llana el mortero. Sobre el revestimiento blando todavía se volverá a extender una segunda capa, continuando así hasta que la parte sobre la que se haya operado tenga conveniente homogeneidad. Al emprender la nueva operación habrá fraguado la parte aplicada anteriormente. Será necesario pues, humedecer sobre la junta de unión antes de echar sobre ellas las primeras llanas del mortero.

La superficie de los enfoscados debe quedar áspera para facilitar la adherencia del revoco que se echa sobre ellos. En el caso de que la superficie deba quedar fratasada se dará una segunda capa de mortero fino con el fratás.

Si las condiciones de temperatura y humedad lo requieren, a juicio de la dirección facultativa, se humedecerán diariamente los enfoscados, bien durante la ejecución o bien después de terminada, para que el fraguado se realice en buenas condiciones.

- Preparación del mortero:



Las cantidades de los diversos componentes necesarios para confeccionar el mortero vendrán especificadas en la documentación técnica; en caso contrario, cuando las especificaciones vengan dadas en proporción, se seguirán los criterios establecidos, para cada tipo de mortero y dosificación, en la tabla 5 de la NTE-RPE.

No se confeccionará mortero cuando la temperatura del agua de amasado exceda de la banda comprendida entre 5º C y 40º C.

El mortero se batirá hasta obtener una mezcla homogénea. Los morteros de cemento y mixtos se aplicarán a continuación de su amasado, en tanto que los de cal no se podrán utilizar hasta 5 h después.

Se limpiarán los útiles de amasado cada vez que se vaya a confeccionar un nuevo mortero.

- Condiciones generales de ejecución:

Antes de la ejecución del enfoscado se comprobará que:

Las superficies a revestir no se verán afectadas, antes del fraguado del mortero, por la acción lesiva de agentes atmosféricos de cualquier índole o por las propias obras que se ejecutan simultáneamente.

Los elementos fijos como rejas, ganchos, cercos, etc. han sido recibidos previamente cuando el enfoscado ha de quedar visto.

Se han reparado los desperfectos que pudiera tener el soporte y éste se halla fraguado cuando se trate de mortero u hormigón.

- Durante la ejecución:

Se amasará la cantidad de mortero que se estime puede aplicarse en óptimas condiciones antes de que se inicie el fraguado; no se admitirá la adición de agua una vez amasado. Antes de aplicar mortero sobre el soporte se humedecerá ligeramente éste, a fin de que no absorba agua necesaria para el fraguado.

En los enfoscados exteriores vistos, maestreados o no, y para evitar agrietamientos irregulares, será necesario hacer un despiezado del revestimiento en recuadros de lado no mayor de 3 m, mediante llagas de 5 mm de profundidad.

En los encuentros o diedros formados entre un paramento vertical y un techo, se enfoscará éste en primer lugar.

Cuando el espesor del enfoscado sea superior a 15 mm se realizará por capas sucesivas, sin que ninguna de ellas supere este espesor.

Se reforzarán, con tela metálica o malla de fibra de vidrio indesmallable y resistente a la alcalinidad del cemento, los encuentros entre materiales distintos, particularmente, entre elementos estructurales y cerramientos o particiones, susceptibles de producir fisuras en el enfoscado; dicha tela se colocará tensa y fijada al soporte con solape mínimo de 10 cm a ambos lados de la línea de discontinuidad.

En tiempo de heladas, cuando no quede garantizada la protección de las superficies, se suspenderá la ejecución; se comprobará, al reanudar los trabajos, el estado de aquellas superficies que hubiesen sido revestidas.

En tiempo lluvioso se suspenderán los trabajos cuando el paramento no esté protegido y las zonas aplicadas se protegerán con lonas o plásticos.

En tiempo extremadamente seco y caluroso y/o en superficies muy expuestas al sol y/o a vientos muy secos y cálidos, se suspenderá la ejecución.

- Después de la ejecución:

Transcurridas 24 h desde la aplicación del mortero se mantendrá húmeda la superficie enfoscada, hasta que el mortero haya fraguado.

No se fijarán elementos en el enfoscado hasta que haya fraguado totalmente y no antes de 7 días.

26.8. Formación de peldaños

Se construirán con ladrillo hueco doble tomado con mortero de cemento.

Artículo 27. Cubiertas. Formación de pendientes y faldones

27.1 Descripción

Trabajos destinados a la ejecución de los planos inclinados, con la pendiente prevista, sobre los que ha de quedar constituida la cubierta o cerramiento superior de un edificio.

27.2 Condiciones previas

- Documentación arquitectónica y planos de obra:

Planos de planta de cubiertas con definición del sistema adoptado para ejecutar las pendientes, la ubicación de los elementos sobresalientes de la cubierta, etc. Escala mínima 1:100.

Planos de detalle con representación gráfica de la disposición de los diversos elementos, estructurales o no, que conformarán los futuros faldones para los que no exista o no se haya adoptado especificación normativa alguna. Escala 1:20. Los símbolos de las especificaciones citadas se referirán a la norma NTE-QT y, en su defecto, a las señaladas por el fabricante.

Solución de intersecciones con los conductos y elementos constructivos que sobresalen de los planos de cubierta y ejecución de los mismos: shunts, patinillos, chimeneas, etc.

En ocasiones, según sea el tipo de faldón a ejecutar, deberá estar ejecutada la estructura que servirá de soporte a los elementos de formación de pendiente.

27.3 Componentes

Se admite una gama muy amplia de materiales y formas para la configuración de los faldones de cubierta, con las limitaciones que establece la normativa vigente y las que son inherentes a las condiciones físicas y resistentes de los propios materiales.

Sin entrar en detalles morfológicos o de proceso industrial, podemos citar, entre otros, los siguientes materiales:

- Madera.
- Acero.
- Hormigón.
- Cerámica.
- Cemento.
- Yeso.



27.4 Ejecución

La configuración de los faldones de una cubierta de edificio requiere contar con una disposición estructural para conformar las pendientes de evacuación de aguas de lluvia y un elemento superficial (tablero) que, apoyado en esa estructura, complete la formación de una unidad constructiva susceptible de recibir el material de cobertura e impermeabilización, así como de permitir la circulación de operarios en los trabajos de referencia.

Formación de pendientes. Existen dos formas de ejecutar las pendientes de una cubierta:

- La estructura principal conforma la pendiente.
- La pendiente se realiza mediante estructuras auxiliares.

1. Pendiente conformada por la propia estructura principal de cubierta:

- a) Cerchas: estructuras trianguladas de madera o metálicas sobre las que se disponen, transversalmente, elementos lineales (correas) o superficiales (placas o tableros de tipo cerámico, de madera, prefabricados de hormigón, etc.). El material de cubrición podrá anclarse a las correas (o a los cabios que se hayan podido fijar a su vez sobre ellas) o recibirse sobre los elementos superficiales o tableros que se configuren sobre las correas.
- b) Placas inclinadas: placas resistentes alveolares que salvan la luz comprendida entre apoyos estructurales y sobre las que se colocará el material de cubrición o, en su caso, otros elementos auxiliares sobre los que clavarlo o recibirlo.
- c) Viguetas inclinadas: que apoyarán sobre la estructura de forma que no ocasionen empujes horizontales sobre ella o estos queden perfectamente contrarrestados. Sobre las viguetas podrá constituirse bien un forjado inclinado con entrevigado de bovedillas y capa de compresión de hormigón, o bien un tablero de madera, cerámico, de elementos prefabricados, de paneles o chapas metálicas perforadas, hormigón celular armado, etc. Las viguetas podrán ser de madera, metálicas o de hormigón armado o pretensado; cuando se empleen de madera o metálicas llevarán la correspondiente protección.

2. Pendiente conformada mediante estructura auxiliar: Esta estructura auxiliar apoyará sobre un forjado horizontal o bóveda y podrá ejecutarse de modo diverso:

- a) Tabiques conejeros: también llamados tabiques palomeros, se realizarán con fábrica aligerada de ladrillo hueco colocado a sardinel, recibida y rematada con maestra inclinada de yeso y contarán con huecos en un 25% de su superficie; se independizarán del tablero mediante una hoja de papel. Cuando la formación de pendientes se lleve a cabo con tabiquillos aligerados de ladrillo hueco sencillo, las limas, cumbresas, bordes libres, doblado en juntas estructurales, etc. se ejecutarán con tabicón aligerado de ladrillo hueco doble. Los tabiques o tabicones estarán perfectamente aplomados y alineados;

además, cuando alcancen una altura media superior a 0,50 m, se deberán arriostrar con otros, normales a ellos. Los encuentros estarán debidamente enjarjados y, en su caso, el aislamiento térmico dispuesto entre tabiquillos será del espesor y la tipología especificados en la documentación técnica.

- b) Tabiques con bloque de hormigón celular: tras el replanteo de las limas y cumbresas sobre el forjado, se comenzará su ejecución (similar a los tabiques conejeros) colocando la primera hilada de cada tabicón dejando separados los bloques $\frac{1}{4}$ de su longitud. Las siguientes hiladas se ejecutarán de forma que los huecos dejados entre bloques de cada hilada queden cerrados por la hilada superior.

Formación de tableros:

Cualquiera sea el sistema elegido, diseñado y calculado para la formación de las pendientes, se impone la necesidad de configurar el tablero sobre el que ha de recibirse el material de cubrición. Únicamente cuando éste alcanza características relativamente autoportantes y unas dimensiones superficiales mínimas suele no ser necesaria la creación de tablero, en cuyo caso las piezas de cubrición irán directamente ancladas mediante tornillos, clavos o ganchos a las correas o cabios estructurales.

El tablero puede estar constituido, según indicábamos antes, por una hoja de ladrillo, bardos, madera, elementos prefabricados, de paneles o chapas metálicas perforadas, hormigón celular armado, etc. La capa de acabado de los tableros cerámicos será de mortero de cemento u hormigón que actuará como capa de compresión, rellenará las juntas existentes y permitirá dejar una superficie plana de acabado. En ocasiones, dicha capa final se constituirá con mortero de yeso.

Cuando aumente la separación entre tabiques de apoyo, como sucede cuando se trata de bloques de hormigón celular, cabe disponer perfiles en T metálicos, galvanizados o con otro tratamiento protector, a modo de correas, cuya sección y separación vendrán definidas por la documentación de proyecto o, en su caso, las disposiciones del fabricante y sobre los que apoyarán las placas de hormigón celular, de dimensiones especificadas, que conformarán el tablero.

Según el tipo y material de cobertura a ejecutar, puede ser necesario recibir, sobre el tablero, listones de madera u otros elementos para el anclaje de chapas de acero, cobre o zinc, tejas de hormigón, cerámica o pizarra, etc. La disposición de estos elementos se indicará en cada tipo de cobertura de la que formen parte.

Artículo 28. Cubiertas planas. Azoteas

28.1 Descripción

Cubierta o techo exterior cuya pendiente está comprendida entre el 1% y el 15% que, según el uso, pueden ser transitables o no transitables; entre éstas, por sus características propias, cabe citar las azoteas ajardinadas.



Pueden disponer de protección mediante barandilla, balaustrada o antepecho de fábrica.

28.2 Condiciones previas

- Planos acotados de obra, con definición de la solución constructiva adoptada.
- Ejecución del último forjado o soporte, bajantes, petos perimetrales...
- Limpieza de forjado para el replanteo de faldones y elementos singulares.
- Acopio de materiales y disponibilidad de equipo de trabajo.

28.3 Componentes

Los materiales empleados en la composición de estas cubiertas, naturales o elaborados, abarcan una gama muy amplia debido a las diversas variantes que pueden adoptarse tanto para la formación de pendientes, como para la ejecución de la membrana impermeabilizante, la aplicación de aislamiento, los solados o acabados superficiales, los elementos singulares, etc.

28.4 Ejecución

Siempre que se rompa la continuidad de la membrana de impermeabilización se dispondrán refuerzos. Si las juntas de dilatación no estuvieran definidas en proyecto, se dispondrán éstas en consonancia con las estructurales, rompiendo la continuidad de éstas desde el último forjado hasta la superficie exterior.

Las limahoyas, canalones y cazoletas de recogida de agua pluvial tendrán la sección necesaria para evacuarla sobradamente, calculada en función de la superficie que recojan y la zona pluviométrica de enclave del edificio. Las bajantes de desagüe pluvial no distarán más de 20 m entre sí. Cuando las pendientes sean inferiores al 5% la membrana impermeable puede colocarse independiente del soporte y de la protección (sistema no adherido o flotante). Cuando no se pueda garantizar su permanencia en la cubierta, por succión de viento, erosiones de diversa índole o pendiente excesiva, la adherencia de la membrana será total.

La membrana será monocapa, en cubiertas invertidas y no transitables con protección de grava. En cubiertas transitables y en cubiertas ajardinadas se colocará membrana bicapa.

Las láminas impermeabilizantes se colocarán empezando por el nivel más bajo, disponiéndose un solape mínimo de 8 cm entre ellas. Dicho solape de lámina, en las limahoyas, será de 50 cm y de 10 cm en el encuentro con sumideros. En este caso, se reforzará la membrana impermeabilizante con otra lámina colocada bajo ella que debe llegar hasta la bajante y debe solapar 10 cm sobre la parte superior del sumidero.

La humedad del soporte al hacerse la aplicación deberá ser inferior al 5%; en otro caso pueden producirse humedades en la parte inferior del forjado.

La imprimación será del mismo material que la lámina impermeabilizante. En el caso de disponer láminas adheridas al soporte no quedarán bolsas de aire entre ambos.

La barrera de vapor se colocará siempre sobre el plano inclinado que constituye la formación de pendiente. Sobre la misma, se dispondrá el aislamiento térmico. La barrera de vapor, que se colocará cuando existan locales húmedos bajo la cubierta (baños, cocinas,...), estará formada por oxiasfalto (1,5 kg/m²) previa imprimación con producto de base asfáltica o de pintura bituminosa.

28.5 Control

El control de ejecución se llevará a cabo mediante inspecciones periódicas en las que se comprobarán espesores de capas, disposiciones constructivas, colocación de juntas, dimensiones de los solapes, humedad del soporte, humedad del aislamiento, etc.

Acabada la cubierta, se efectuará una prueba de servicio consistente en la inundación de los paños hasta un nivel de 5 cm por debajo del borde de la impermeabilización en su entrega a paramentos. La presencia del agua no deberá constituir una sobrecarga superior a la de servicio de la cubierta. Se mantendrá inundada durante 24 h, transcurridas las cuales no deberán aparecer humedades en la cara inferior del forjado. Si no fuera posible la inundación, se regará continuamente la superficie durante 48 h, sin que tampoco en este caso deban aparecer humedades en la cara inferior del forjado.

Ejecutada la prueba, se procederá a evacuar el agua, operación en la que se tomarán precauciones a fin de que no lleguen a producirse daños en las bajantes.

En cualquier caso, una vez evacuada el agua, no se admitirá la existencia de remansos o estancamientos.

28.6 Medición

La medición y valoración se efectuará, generalmente, por m² de azotea, medida en su proyección horizontal, incluso entrega a paramentos y parte proporcional de remates, terminada y en condiciones de uso.

Se tendrán en cuenta, no obstante, los enunciados señalados para cada partida de la medición o presupuesto, en los que se definen los diversos factores que condicionan el precio descompuesto resultante.

28.7 Mantenimiento

Las reparaciones a efectuar sobre las azoteas serán ejecutadas por personal especializado con materiales y solución constructiva análogos a los de la construcción original.

No se recibirán sobre la azotea elementos que puedan perforar la membrana impermeabilizante como antenas, mástiles, etc., o dificulten la circulación de las aguas y su deslizamiento hacia los elementos de evacuación.

El personal que tenga asignada la inspección, conservación o reparación deberá ir provisto de calzado con suela blanda. Similares disposiciones de seguridad regirán en los trabajos de mantenimiento que en los de construcción.

Artículo 29. Aislamientos



29.1 Descripción

Son sistemas constructivos y materiales que, debido a sus cualidades, se utilizan en las obras de edificación para conseguir aislamiento térmico, corrección acústica, absorción de radiaciones o amortiguación de vibraciones en cubiertas, terrazas, techos, forjados, muros, cerramientos verticales, cámaras de aire, falsos techos o conducciones, e incluso sustituyendo cámaras de aire y tabiquería interior.

29.2 Componentes

Aislantes de corcho natural aglomerado.

Hay de varios tipos, según su uso:

- Acústico.
- Térmico.
- Antivibratorio.

Aislantes de fibra de vidrio.

Se clasifican por su rigidez y acabado:

- Filtros ligeros:

- Normal, sin recubrimiento.
- Hidrofugado.
- Con papel Kraft.
- Con papel Kraft-aluminio.
- Con papel alquitranado.
- Con velo de fibra de vidrio.

- Mantas o filtros consistentes:

- Con papel Kraft.
- Con papel Kraft-aluminio.
- Con velo de fibra de vidrio.
- Hidrofugado, con velo de fibra de vidrio.
- Con un complejo de aluminio/malla de fibra de vidrio/PVC.

- Paneles semirrígidos:

- Normal, sin recubrimiento.
- Hidrofugado, sin recubrimiento.
- Hidrofugado, con recubrimiento de papel Kraft pegado con polietileno.
- Hidrofugado, con velo de fibra de vidrio.

- Paneles rígidos:

- Normal, sin recubrimiento.
- Con un complejo de papel Kraft/aluminio pegado con polietileno fundido.
- Con una película de PVC blanco pegada con cola ignífuga.
- Con un complejo de oxiasfalto y papel.
- De alta densidad, pegado con cola ignífuga a una placa de cartón-yeso.

Aislantes de lana mineral.

Se clasifican en:

- Filtros:

- Con papel Kraft.
- Con barrera de vapor Kraft/aluminio.
- Con lámina de aluminio.

- Paneles semirrígidos:

- Con lámina de aluminio.
- Con velo natural negro.

- Paneles rígidos:

- Normal, sin recubrimiento.
- Autoportante, revestido con velo mineral.
- Revestido con betún soldable.

Aislantes de fibras minerales.

Se clasifican en:

- Termoacústicos.
- Acústicos.

Aislantes de poliestireno.

Pueden ser:

- Poliestireno expandido o Poliestireno extruido.
- En fachadas con clasificación ante el fuego B-s₃d₂ o si son industriales C-s₃d₀ o superior.

Aislantes de polietileno.

Pueden ser:

- Láminas normales de polietileno expandido.
- Láminas de polietileno expandido autoextinguibles o ignífugas.

Aislantes de poliuretano.

Pueden ser:

- Espuma de poliuretano para proyección "in situ".
- Planchas de espuma de poliuretano.

Aislantes de vidrio celular.

Elementos auxiliares.

- Cola bituminosa, compuesta por una emulsión iónica de betún-caucho de gran adherencia, para la fijación del panel de corcho, en aislamiento de cubiertas inclinadas o planas, fachadas y puentes térmicos.

- Adhesivo sintético, a base de dispersión de copolímeros sintéticos, apto para la fijación del panel de corcho en suelos y paredes.

- Adhesivos adecuados para la fijación del aislamiento, con garantía del fabricante de que no contengan sustancias que dañen la composición o estructura del aislante de poliestireno, en aislamiento de techos y de cerramientos por el exterior.

- Mortero de yeso negro, para macizar las placas de vidrio celular, en puentes térmicos, paramentos interiores y exteriores, y techos.

- Malla metálica o de fibra de vidrio, para el agarre del revestimiento final en aislamiento de paramentos exteriores con placas de vidrio celular.

- Grava nivelada y compactada, como soporte del poliestireno en aislamiento sobre el terreno.

- Lámina geotextil de protección, colocada sobre el aislamiento en cubiertas invertidas.

- Anclajes mecánicos metálicos, para sujetar el aislamiento de paramentos por el exterior.

- Accesorios metálicos o de PVC, como abrazaderas de correa o grapas-clip, para sujeción de placas en falsos techos.

29.3 Condiciones previas

Ejecución o colocación del soporte o base que sostendrá al aislante.

La superficie del soporte deberá encontrarse limpia, seca y libre de polvo, grasas u óxidos. Deberá estar correctamente



saneada y preparada, si así procediera, con la adecuada imprimación que asegure una adherencia óptima.

Los salientes y cuerpos extraños del soporte deben eliminarse, y los huecos importantes deben ser rellenados con un material adecuado.

En el aislamiento de forjados bajo el pavimento, se deberá construir todos los tabiques previamente a la colocación del aislamiento, o al menos levantarlos dos hiladas.

En caso de aislamiento por proyección, la humedad del soporte no superará a la indicada por el fabricante como máxima para la correcta adherencia del producto proyectado.

En rehabilitación de cubiertas o muros, se deberán retirar previamente los aislamientos dañados, pues pueden dificultar o perjudicar la ejecución del nuevo aislamiento.

29.4 Ejecución

Se seguirán las instrucciones del fabricante en lo que se refiere a la colocación o proyección del material.

Las placas deberán colocarse solapadas, a tope o a rompejuntas, según el material.

Cuando se aisle por proyección, el material se proyectará en pasadas sucesivas de 10 a 15 mm, permitiendo la total espumación de cada capa antes de aplicar la siguiente. Cuando haya interrupciones en el trabajo deberán prepararse las superficies adecuadamente para su reanudación. Durante la proyección se procurará un acabado con textura uniforme, que no requiera el retoque a mano. En aplicaciones exteriores se evitará que la superficie de la espuma pueda acumular agua, mediante la necesaria pendiente.

El aislamiento quedará bien adherido al soporte, manteniendo un aspecto uniforme y sin defectos.

Se deberá garantizar la continuidad del aislamiento, cubriendo toda la superficie a tratar, poniendo especial cuidado en evitar los puentes térmicos.

El material colocado se protegerá contra los impactos, presiones u otras acciones que lo puedan alterar o dañar. También se ha de proteger de la lluvia durante y después de la colocación, evitando una exposición prolongada a la luz solar.

El aislamiento irá protegido con los materiales adecuados para que no se deteriore con el paso del tiempo. El recubrimiento o protección del aislamiento se realizará de forma que éste quede firme y lo haga duradero.

29.5 Control

Durante la ejecución de los trabajos deberán comprobarse, mediante inspección general, los siguientes apartados:

- Estado previo del soporte, el cual deberá estar limpio, ser uniforme y carecer de fisuras o cuerpos salientes.
- Homologación oficial AENOR, en los productos que la tengan.
- Fijación del producto mediante un sistema garantizado por el fabricante que asegure una sujeción uniforme y sin defectos.

- Correcta colocación de las placas solapadas, a tope o a rompejunta, según los casos.

- Ventilación de la cámara de aire, si la hubiera.

29.6 Medición

En general, se medirá y valorará el m² de superficie ejecutada en verdadera dimensión. En casos especiales, podrá realizarse la medición por unidad de actuación. Siempre estarán incluidos los elementos auxiliares y remates necesarios para el correcto acabado, como adhesivos de fijación, cortes, uniones y colocación.

29.7 Mantenimiento

Se deben realizar controles periódicos de conservación y mantenimiento cada 5 años, o antes si se descubriera alguna anomalía, comprobando el estado del aislamiento y, particularmente, si se apreciaran discontinuidades, desprendimientos o daños. En caso de ser preciso algún trabajo de reforma en la impermeabilización, se aprovechará para comprobar el estado de los aislamientos ocultos en las zonas de actuación. De ser observado algún defecto, deberá ser reparado por personal especializado, con materiales análogos a los empleados en la construcción original.

Artículo 30. Solados y alicatados

30.1. Solado de baldosas de terrazo

Las baldosas, bien saturadas de agua, a cuyo efecto deberán tenerse sumergidas en agua 1 h antes de su colocación; se asentarán sobre una capa de mortero de 400 kg/m³ confeccionado con arena, vertido sobre otra capa de arena bien igualada y apisonada, cuidando que el material de agarre forme una superficie continua de asiento y recibido de solado, y que las baldosas queden con sus lados a tope.

Terminada la colocación de las baldosas se las enlechará con lechada de cemento Portland, pigmentada con el color del terrazo, hasta que se llenen perfectamente las juntas, repitiéndose esta operación a las 48 h.

30.2. Solados.

El solado debe formar una superficie totalmente plana y horizontal, con perfecta alineación de sus juntas en todas direcciones. Colocando una regla de 2 m de longitud sobre el solado, en cualquier dirección; no deberán aparecer huecos mayores a 5 mm.

Se impedirá el tránsito por los solados hasta transcurridos 4 días como mínimo, y en caso de ser éste indispensable, se tomarán las medidas precisas para que no se perjudique al solado.

Los pavimentos se medirán y abonarán por m² de superficie de solado realmente ejecutada.

Los rodapiés y los peldaños de escalera se medirán y abonarán por metro lineal. El precio comprende todos los materiales, mano de obra, operaciones y medios auxiliares necesarios para terminar completamente cada unidad de obra con arreglo a las prescripciones de este pliego.

30.3. Alicatados de azulejos



Los azulejos que se emplean en el chapado de cada paramento o superficie, se entonarán perfectamente dentro de su color para evitar contrastes, salvo que expresamente se ordene lo contrario por la dirección facultativa.

El chapado estará compuesto por piezas lisas y las correspondientes y necesarias piezas especiales y de canto romo, y se sentará de modo que la superficie quede tersa y unida, sin alabeo ni deformación a junta seguida, formando las juntas de línea seguida en todos los sentidos, sin quebrantos ni desplomes.

Los azulejos, sumergidos en agua 12 h antes de su empleo, se colocarán con mortero de cemento, no admitiéndose el yeso como material de agarre.

Todas las juntas se rejuntarán con cemento blanco o de color pigmentado, según los casos, y deberán ser terminadas cuidadosamente.

La medición se hará por metro cuadrado realmente realizado, descontándose huecos y midiéndose jambas y mochetas.

Artículo 31. Carpintería de taller

La carpintería de taller se realizará en todo conforme a lo que aparece en los planos del proyecto. Todas las maderas estarán perfectamente rectas, cepilladas y lijadas y bien montadas a plano y escuadra, ajustando perfectamente las superficies vistas.

La carpintería de taller se medirá por m² de carpintería, entre lados exteriores de cercos, y del suelo al lado superior del cerco, en caso de puertas. En esta medición se incluye la medición de la puerta o ventana y de los cercos correspondientes más los tapajuntas y herrajes. La colocación de los cercos se abonará independientemente.

Condiciones técnicas:

Las hojas deberán cumplir las características siguientes, según los ensayos que figuran en el anexo III de la Instrucción de la marca de calidad para puertas planas de madera.

- Resistencia a la acción de la humedad.
- Comprobación del plano de la puerta.
- Comportamiento en la exposición de las dos caras a atmósfera de humedad diferente.
- Resistencia a la penetración dinámica.
- Resistencia a la flexión por carga concentrada en un ángulo.
- Resistencia del testero inferior a la inmersión.
- Resistencia al arranque de tornillos en los largueros, en un ancho no menor de 28 mm.
- Cuando el alma de las hojas resista el arranque de tornillos, no necesitará piezas de refuerzo. En caso contrario los refuerzos mínimos necesarios vienen indicados en los planos.
- En hojas canteadas, el picero irá sin canteo y permitirá un ajuste de 20 mm. Las hojas sin canteo permitirán un ajuste de 20 mm repartidos por igual en picero y cabecero.
- Los junquillos de la hoja vidriera serán como mínimo de 10x10 mm y cuando no esté canteado el hueco para el vidrio, sobresaldrán de la cara 3 mm como mínimo.

- En las puertas entabladas al exterior, sus tablas irán superpuestas o machihembradas de forma que no permitan el paso del agua.

- Las uniones en las hojas entabladas y de peinacería serán por ensamble, y deberán ir encoladas. Se podrán hacer empalmes longitudinales en las piezas, cuando éstas cumplan las condiciones descritas en la NTE-FCM.

- Cuando la madera vaya a ser barnizada, estará exenta de impurezas o azulado por hongos. Si va a ser pintada, se admitirá azulado en un 15% de la superficie.

Cercos de madera:

- Los largueros de la puerta de paso llevarán quicios con entrega de 5 cm, para el anclaje en el pavimento.

- Los cercos vendrán de taller montados, con las uniones de taller ajustadas, con las uniones ensambladas y con los orificios para el posterior atornillado en obra de las plantillas de anclaje. La separación entre ellas será no mayor de 50 cm y de los extremos de los largueros 20 cm debiendo ser de acero protegido contra la oxidación.

- Los cercos llegarán a obra con riostras y rastreles para mantener la escuadra, y con una protección para su conservación durante el almacenamiento y puesta en obra.

Tapajuntas:

- Las dimensiones mínimas de los tapajuntas de madera serán de 10x40 mm.

Artículo 32. Carpintería metálica

Para la construcción y montaje de elementos de carpintería metálica se observarán rigurosamente las indicaciones de los planos del proyecto.

Todas las piezas de carpintería metálica deberán ser montadas, necesariamente, por la casa fabricante o personal autorizado por la misma, siendo el suministrador el responsable del perfecto funcionamiento de todas y cada una de las piezas colocadas en obra.

Todos los elementos se harán en locales cerrados y desprovistos de humedad, asentadas las piezas sobre rastreles de madera, procurando que queden bien niveladas y no haya ninguna que sufra alabeo o torcedura alguna.

La medición se hará por m² de carpintería, midiéndose entre lados exteriores. En el precio se incluyen los herrajes, junquillos, retenedores, etc., pero quedan exceptuadas la vidriera, pintura y colocación de cercos.

Artículo 33. Pintura

33.1. Condiciones generales de preparación del soporte

La superficie que se va a pintar debe estar seca, desengrasada, sin óxido ni polvo, para lo cual se empleará cepillos, sopletes de arena, ácidos y alices cuando sean metales.

Los poros, grietas, desconchados, etc., se llenarán con másticos o empastes para dejar las superficies lisas y uniformes. Se harán con un pigmento mineral y aceite de linaza o barniz y un cuerpo de relleno para las maderas. En los



paneles se empleará yeso amasado con agua de cola, y sobre los metales se utilizarán empastes compuestos de 60-70% de pigmento (albayalde), ocre, óxido de hierro, litopón, etc. y cuerpos de relleno (creta, caolín, tiza, espato pesado), 30-40% de barniz copal o ámbar y aceite de maderas.

Los másticos y empastes se emplearán con espátula en forma de masilla; los líquidos con brocha o pincel o con el aerógrafo o pistola de aire comprimido. Los empastes, una vez secos, se pasarán con papel de lija en paredes y se alisarán con piedra pómez, agua y fieltro, sobre metales.

Antes de su ejecución se comprobará la naturaleza de la superficie a revestir, así como su situación interior o exterior y condiciones de exposición al roce o agentes atmosféricos, contenido de humedad y si existen juntas estructurales.

Estarán recibidos y montados todos los elementos que deben ir en el paramento, como cerco de puertas, ventanas, canalizaciones, instalaciones, etc.

Se comprobará que la temperatura ambiente no sea mayor de 28º C ni menor de 6º C.

El soleamiento no incidirá directamente sobre el plano de aplicación.

La superficie de aplicación estará nivelada y lisa.

En tiempo lluvioso se suspenderá la aplicación cuando el paramento no esté protegido.

Al finalizar la jornada de trabajo se protegerán perfectamente los envases y se limpiarán los útiles de trabajo.

33.2. Aplicación de la pintura

Las pinturas se podrán dar con pinceles y brocha, con aerógrafo, con pistola, (pulverizando con aire comprimido) o con rodillos.

Las brochas y pinceles serán de pelo de diversos animales, siendo los más corrientes el cerdo o jabalí, marta, tejón y ardilla. Podrán ser redondos o planos, clasificándose por números o por los gramos de pelo que contienen. También pueden ser de nylon.

Los aerógrafos o pistolas constan de un recipiente que contiene la pintura con aire a presión (1-6 atmósferas), el compresor y el pulverizador, con orificio que varía desde 0,2 mm hasta 7 mm, formándose un cono de 2 cm al metro de diámetro.

Dependiendo del tipo de soporte se realizarán una serie de trabajos previos, con objeto de que, al realizar la aplicación de la pintura o revestimiento, consigamos una terminación de gran calidad.

Sistemas de preparación en función del tipo de soporte:

- Yesos y cementos, así como sus derivados:

Se realizará un lijado de las pequeñas adherencias e imperfecciones. A continuación, se aplicará una mano de fondo impregnado los poros de la superficie del soporte. Posteriormente se realizará un plastecido de faltas, repasando las mismas con una mano de fondo. Se aplicará seguidamente el acabado final con un rendimiento no menor del especificado por el fabricante.

- Madera:

Se procederá a una limpieza general del soporte seguida de un lijado fino de la madera.

A continuación, se dará una mano de fondo con barniz diluido mezclado con productos de conservación de la madera si se requiere, aplicado de forma que queden impregnados los poros.

Pasado el tiempo de secado de la mano de fondo, se realizará un lijado fino del soporte, aplicándose a continuación el barniz, con un tiempo de secado entre ambas manos y un rendimiento no menor de los especificados por el fabricante.

- Metales:

Se realizará un raspado de óxidos mediante cepillo, seguido inmediatamente de una limpieza manual esmerada de la superficie.

A continuación, se aplicará una mano de imprimación anticorrosiva, con un rendimiento no inferior al especificado por el fabricante.

Pasado el tiempo de secado se aplicarán dos manos de acabado de esmalte, con un rendimiento no menor al especificado por el fabricante.

33.3. Medición y abono.

La pintura se medirá y abonará en general, por m² de superficie pintada, efectuándose la medición en la siguiente forma:

Pintura sobre muros, tabiques y techos: se medirá descontando los huecos. Las molduras se medirán por superficie desarrollada.

Pintura sobre carpintería: se medirá por las dos caras, incluyéndose los tapajuntas.

Pintura sobre ventanales metálicos: se medirá una cara.

En los precios respectivos está incluido el coste de todos los materiales y operaciones necesarias para obtener la perfecta terminación de las obras, incluso la preparación, lijado, limpieza, plastecido, etc. y todos cuantos medios auxiliares sean precisos.

Artículo 34. Fontanería

34.1. Tubería de cobre

Toda la tubería se instalará de forma que presente un aspecto limpio y ordenado. Se usarán accesorios para todos los cambios de dirección y los tendidos de tubería se realizarán de forma paralela o en ángulo recto a los elementos estructurales del edificio.

La tubería estará colocada en su sitio sin necesidad de forzarla ni flexarla; irá instalada de forma que se contraiga y dilate libremente sin deterioro para ningún trabajo ni para sí misma. Las uniones se harán de soldadura blanda con capilaridad. Las grapas para colgar la conducción de forjado serán de latón espaciadas 40 cm.

34.2. Tubería de cemento centrifugado

Se realizará el montaje enterrado, rematando los puntos de unión con cemento. Todos los cambios de sección, dirección y acometida, se efectuarán por medio de arquetas registrables.



En la citada red de saneamiento se situarán pozos de registro con pates para facilitar el acceso.

La pendiente mínima será del 1% en aguas pluviales, y superior al 1,5% en aguas fecales y sucias.

La medición se hará por m lineal de tubería realmente ejecutada, incluyéndose en ella el lecho de hormigón y los corchetes de unión. Las arquetas se medirán a parte por unidades.

Artículo 35. Instalación eléctrica

La ejecución de las instalaciones se ajustará a lo especificado en los reglamentos vigentes y a las disposiciones complementarias que puedan haber dictado la Delegación de Industria en el ámbito de su competencia. Así mismo, en el ámbito de las instalaciones que sea necesario, se seguirán las normas de la compañía suministradora de energía.

Se cuidará en todo momento que los trazados guarden las:

- Maderamen, redes y nonas en número suficiente de modo que garanticen la seguridad de los operarios y transeúntes.
- Maquinaria, andamios, herramientas y todo el material auxiliar para llevar a cabo los trabajos de este tipo.
- Todos los materiales serán de la mejor calidad, con las condiciones que impongan los documentos que componen el Proyecto, o los que se determine en el transcurso de la obra, montaje o instalación.

a) CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Serán de cobre electrolítico, aislados adecuadamente, siendo su tensión nominal de 0,6/1 kilovoltios para la línea repartidora y de 750 voltios para el resto de la instalación, debiendo estar homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-06.

b) CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de energía. La sección mínima de estos conductores será la obtenida utilizando la tabla 2 de la instrucción ITC-BT-19, apartado 2.3, en función de la sección de los conductores de la instalación.

c) IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES

Deberán poder ser identificados por el color de su aislamiento:

- Azul claro para el conductor neutro.
- Amarillo-verde para el conductor de tierra y protección.
- Marrón, negro y gris para los conductores activos o fases.

d) TUBOS PROTECTORES

Los tubos a emplear serán aislantes flexibles (corrugados) normales, con protección de grado 5 contra daños mecánicos, y que puedan curvarse con las manos, excepto los que vayan a ir por el suelo o pavimento de los pisos, canaladuras o falsos techos, que serán del tipo Preplás, Reflex o similar, y dispondrán de un grado de protección de 7.

Los diámetros interiores nominales mínimos, medidos en milímetros, para los tubos protectores, en función del número, clase y sección de los conductores que deben alojar, se indican en las tablas de la instrucción ITC-BT-21. Para más de 5 conductores por tubo, y para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección interior de éste será, como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores, especificando únicamente los que realmente se utilicen.

e) CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIONES

Serán de material plástico resistente o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación.

Las dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad equivaldrá al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm de profundidad y de 80 mm para el diámetro o lado interior.

La unión entre conductores, se realizaran, siempre dentro de las cajas de empalme excepto en los casos indicados en el apartado 3.1 de la ITC-BT-21, no se realizará nunca por simple retorcimiento entre sí de los conductores, sino utilizando bornes de conexión, conforme a la instrucción ITC-BT-19.

f) APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA

Son los interruptores y conmutadores, que cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante.

Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder en ningún caso de 65º C en ninguna de sus piezas.

Su construcción será tal que permita realizar un número del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

g) APARATOS DE PROTECCIÓN

Son los disyuntores eléctricos, fusibles e interruptores diferenciales.

Los disyuntores serán de tipo magnetotérmico de accionamiento manual, y podrán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Su capacidad de corte para la protección del cortocircuito estará de acuerdo con la intensidad del cortocircuito que pueda presentarse en un punto de la instalación, y para la protección contra el calentamiento de las líneas se regularán para una temperatura inferior a los 60 ºC. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominal de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión. Estos automáticos magnetotérmicos serán de corte omipolar, cortando la fase y neutro a la vez cuando actúe la desconexión.



Los interruptores diferenciales serán como mínimo de alta sensibilidad (30 mA) y además de corte omnipolar. Podrán ser “puros”, cuando cada uno de los circuitos vayan alojados en tubo o conducto independiente una vez que salen del cuadro de distribución, o del tipo con protección magnetotérmica incluida cuando los diferentes circuitos deban ir canalizados por un mismo tubo.

Los fusibles a emplear para proteger los circuitos secundarios o en la centralización de contadores serán calibrados a la intensidad del circuito que protejan. Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Deberán poder ser reemplazados bajo tensión sin peligro alguno, y llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

h) PUNTOS DE UTILIZACIÓN

Las tomas de corriente a emplear serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra. El número de tomas de corriente a instalar, en función de los m² de la vivienda y el grado de electrificación, será como mínimo el indicado en la instrucción ITC-BT-25 en su apartado 4.

i) PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra podrán realizarse mediante placas de 500x500x3 mm o bien mediante electrodos de 2 m de longitud, colocando sobre su conexión con el conductor de enlace su correspondiente arqueta registrable de toma de tierra, y el respectivo borne de comprobación o dispositivo de conexión. El valor de la resistencia será inferior a 20 ohmios.

j) CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Las cajas generales de protección se situarán en el exterior del portal o en la fachada del edificio, según la instrucción ITC-BT-13, artículo 1.1. Si la caja es metálica, deberá llevar un borne para su puesta a tierra.

La centralización de contadores se efectuará en módulos prefabricados, siguiendo la instrucción ITC-BT-16 y la norma u homologación de la compañía suministradora, y se procurará que las derivaciones en estos módulos se distribuyan independientemente, cada una alojada en su tubo protector correspondiente.

El local de situación no debe ser húmedo, y estará suficientemente ventilado e iluminado. Si la cota del suelo es inferior a la de los pasillos o locales colindantes, deberán disponerse sumideros de desagüe para que, en caso de avería, descuido o rotura de tuberías de agua, no puedan producirse inundaciones en el local. Los contadores se colocarán a una altura mínima del suelo de 0,50 m y máxima de 1,80 m, y entre el contador más saliente y la pared opuesta deberá respetarse un pasillo de 1,10 m, según la instrucción ITC-BT-16, artículo 2.2.1.

El tendido de las derivaciones individuales se realizará a lo largo de la caja de la escalera de uso común, pudiendo

efectuarse por tubos empotrados o superficiales, o por canalizaciones prefabricadas, según se define en la instrucción ITC-BT-14.

Los cuadros generales de distribución se situarán en el interior de las viviendas, lo más cerca posible a la entrada de la derivación individual, a poder ser próximo a la puerta, y en lugar fácilmente accesible y de uso general. Deberán estar realizados con materiales no inflamables, y se situarán a una distancia tal que entre la superficie del pavimento y los mecanismos de mando haya 200 cm.

En el mismo cuadro se dispondrá un borne para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra. Por tanto, a cada cuadro de derivación individual entrará un conductor de fase, uno de neutro y un conductor de protección.

El conexionado entre los dispositivos de protección situados en estos cuadros se ejecutará ordenadamente, procurando disponer regletas de conexionado para los conductores activos y para el conductor de protección. Se fijará sobre los mismos un letrero de material metálico en el que debe estar indicado el nombre del instalador, el grado de electrificación y la fecha en la que se ejecutó la instalación.

La ejecución de las instalaciones interiores de los edificios se efectuará bajo tubos protectores, siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectuará la instalación.

Deberá ser posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de haber sido colocados y fijados éstos y sus accesorios, debiendo disponer de los registros que se consideren convenientes.

Los conductores se alojarán en los tubos después de ser colocados éstos. La unión de los conductores en los empalmes o derivaciones no se podrá efectuar por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión, pudiendo utilizarse bridas de conexión. Estas uniones se realizarán siempre en el interior de las cajas de empalme o derivación.

No se permitirán más de tres conductores en los bornes de conexión.

Las conexiones de los interruptores unipolares se realizarán sobre el conductor de fase.

No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en la que derive.

Los conductores aislados colocados bajo canales protectores o bajo molduras se deberá instalarse de acuerdo con lo establecido en la instrucción ITC-BT-20.

Las tomas de corriente de una misma habitación deben estar conectadas a la misma fase. En caso contrario, entre las



tomas alimentadas por fases distintas debe haber una separación de 1,5 m, como mínimo.

Las cubiertas, tapas o envolturas, manivela y pulsadores de maniobra de los aparatos instalados en cocinas, cuartos de baño o aseos, así como en aquellos locales en los que las paredes y suelos sean conductores, serán de material aislante.

El circuito eléctrico del alumbrado de la escalera se instalará completamente independiente de cualquier otro circuito eléctrico.

Para las instalaciones en cuartos de baño o aseos, y siguiendo la instrucción ITC-BT-27, se tendrán en cuenta los siguientes volúmenes y prescripciones para cada uno de ellos:

- Volumen 0

Comprende el interior de la bañera o ducha. Grado de protección IPX7. Cableado limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en este volumen. No se permiten mecanismos. Aparatos fijos que únicamente pueden ser instalados en el volumen 0 y deben ser adecuados a las condiciones de este volumen.

- Volumen 1

Está limitado por el plano horizontal superior al volumen 0, el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo y el plano vertical alrededor de la bañera o ducha. Grado de protección IPX4; IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo e IPX5, en equipo eléctrico de bañeras de hidromasaje y en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos. Cableado limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0 y 1. No se permiten mecanismos, con la excepción de interruptores de circuitos MBTS alimentados a una tensión nominal de 12 V de valor eficaz en alterna o de 30 V en continua, estando la fuente de alimentación instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2. Aparatos fijos alimentados a MBTS no superior a 12 V ca ó 30 V cc.

- Volumen 2

Limitado por el plano vertical exterior al volumen 1, el plano horizontal y el plano vertical exterior a 0,60 m y el suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo. Grado de protección igual que en el volumen 1. Cableado limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1 y 2, y la parte del volumen 3 situado por debajo de la bañera o ducha. No se permiten mecanismos, con la excepción de interruptores o bases de circuitos MBTS cuya fuente de alimentación este instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2. Aparatos fijos igual que en el volumen 1.

- Volumen 3

Limitado por el plano vertical exterior al volumen 2, el plano vertical situado a una distancia 2,4 m de éste y el suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m de él. Grado de protección IPX5, en los baños comunes, cuando se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos. Cableado

limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1, 2 y 3. Se permiten como mecanismos las bases sólo si están protegidas bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un interruptor automático de la alimentación con un dispositivo de protección por corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA. Se permiten los aparatos fijos sólo si están protegidos bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia mínima del aislamiento por lo menos igual a $1.000 \times U$ ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores mediante la aplicación de una tensión continua, suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre los 500 y los 1.000 voltios, y como mínimo 250 voltios, con una carga externa de 100.000 ohmios.

Se dispondrá punto de puesta a tierra accesible y señalizado, para poder efectuar la medición de la resistencia de tierra.

Todas las bases de toma de corriente situadas en la cocina, cuartos de baño, cuartos de aseo y lavaderos, así como de usos varios, llevarán obligatoriamente un contacto de toma de tierra. En cuartos de baño y aseos se realizarán las conexiones equipotenciales.

Los circuitos eléctricos derivados llevarán una protección contra sobrecargas, mediante un interruptor automático o un fusible de cortocircuito, que se deberán instalar siempre sobre el conductor de fase propiamente dicho, incluyendo la desconexión del neutro.

Los apliques del alumbrado situados al exterior y en la escalera se conectarán a tierra siempre que sean metálicos.

La placa de pulsadores del aparato de telefonía, así como el cerrojo eléctrico y la caja metálica del transformador reductor si éste no estuviera homologado con las normas UNE, deberán conectarse a tierra.

Los aparatos electrodomésticos instalados y entregados con las viviendas deberán llevar en sus clavijas de enchufe un dispositivo normalizado de toma de tierra. Se procurará que estos aparatos estén homologados según las normas UNE.

Los mecanismos se situarán a las alturas indicadas en las normas de instalaciones eléctricas de baja tensión.

Artículo 36. Precauciones a adoptar

Las precauciones a adoptar durante la construcción de la obra será las previstas por la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Artículo 37. Control de la obra del hormigón

Además de los controles establecidos en anteriores apartados y los que en cada momento dictamine la dirección



facultativa de las obras, se realizarán todos los que prescribe el Código Estructural:

- Resistencias característica $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$.

- Consistencia fluida y acero B-500S.

El control de la obra será el indicado en los planos de proyecto.

CAPITULO VI

PRESCRIPCIONES SOBRE VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO.

Artículo 38. Control de la obra terminada

De acuerdo con el CTE-Parte I en la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la dirección facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.

El director de la ejecución de la obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones; el constructor facilitará al director de obra y al director de la ejecución de la obra la documentación de los productos usados y, en su caso, de los controles realizados.

La documentación de calidad preparada por el constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el director de la ejecución de la obra, como parte del control de calidad de la obra.

Artículo 39. Control de la comprobación de la conformidad de la estructura terminada

Una vez finalizada la estructura, en su conjunto o alguna de sus fases, la dirección facultativa velará para que se realicen las comprobaciones y pruebas de carga exigidas en su caso por la reglamentación vigente que le fuera aplicable, además de las que pueda establecer voluntariamente el proyecto o decidir la propia dirección facultativa; determinando la validez, en su caso, de los resultados obtenidos.

La documentación generada y las pruebas de carga se realizarán conforme al establecido en el artículo 23 del Código Estructural.

CAPITULO VII

GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Artículo 40. Gestión de los residuos de construcción y demolición

La gestión de residuos de construcción y demolición se realizará conforme al Real Decreto 105/2008.

La persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

Los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón: 80 t.

Ladrillos, tejas, cerámicos: 40 t.

Metal: 2 t.

Madera: 1 t.

Vidrio: 1 t.

Plástico: 0,5 t.

Papel y cartón: 0,5 t.

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan. Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, dicha obligación recogida en el presente apartado.



ANEXOS

ANEXO 1. CÓDIGO ESTRUCTURAL

1. Características generales

Ver cuadro en planos de estructura.

2. Ensayos de control exigibles al hormigón

Ver cuadro en planos de estructura.

3. Ensayos de control exigibles al acero

Ver cuadro en planos de estructura.

4. Ensayos de control exigibles a los componentes del hormigón

Ver cuadro en planos de estructura.

5. Cemento

Antes de comenzar el hormigonado o si varían las condiciones de suministro:

Se realizarán los ensayos físicos, mecánicos y químicos previstos en el RC-16.

Durante la marcha de la obra:

Cuando el cemento esté en posesión de un sello o marca de conformidad oficialmente homologado no se realizarán ensayos.

Cuando el cemento carezca de sello o marca de conformidad se comprobará al menos una vez cada 3 meses de obra; como mínimo 3 veces durante la ejecución de la obra; y cuando lo indique el director de obra, se comprobará al menos: pérdida al fuego, residuo insoluble, principio y fin de fraguado, resistencia a compresión y estabilidad de volumen, según RC-16.

Así mismo se tendrá en cuenta lo especificado en el artículo 28 del Código Estructural.

6. Agua de amasado

Antes de comenzar la obra si no se tiene antecedentes del agua que vaya a utilizarse, si varían las condiciones de suministro, y cuando lo indique el director de obras. Tendrá en cuenta lo establecido en el artículo 29 del Código Estructural.

7. Áridos

Antes de comenzar la obra si no se tienen antecedentes de los mismos, si varían las condiciones de suministro o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas a los ya sancionados por la práctica y siempre que lo indique el director de obra se realizarán los ensayos de identificación mencionados en los artículos correspondientes a las condiciones fisicoquímicas, fisicomecánicas y granulométricas del artículo 30 del Código Estructural.

ANEXO 2. DB-HE AHORRO DE ENERGÍA

1. Características exigibles a los productos:

Los edificios se caracterizan térmicamente a través de las propiedades higrotérmicas de los productos de construcción que componen su envolvente térmica.

Los productos para los cerramientos se definen mediante su conductividad térmica λ (W/m·K), su emisividad ε , si fuese

particularmente relevante, y el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua μ . En su caso, además, cuando proceda, se podrá definir la densidad ρ (kg/m³) y el calor específico c_p (J/kg·K).

Los productos para huecos (incluidas las puertas) se caracterizan mediante la transmitancia térmica U (W/m²·K) y el factor solar g^{\perp} para la parte semitransparente del hueco; por la transmitancia térmica U (W/m²·K) y la absorptividad α para los marcos de huecos (incluidas puertas); y por la transmitancia térmica lineal Ψ (W/mK) para los espaciadores. Las carpinterías de los huecos se caracterizan, además, por la resistencia a la permeabilidad al aire en m³/h·m² o bien su clase, según lo establecido en la norma UNE-EN 12207:2017. Los valores de diseño de las propiedades citadas deben obtenerse de valores declarados por el fabricante para cada producto.

El pliego de condiciones del proyecto debe incluir las características higrotérmicas de los productos utilizados en la envolvente térmica del edificio. Deben incluirse en la memoria los cálculos justificativos de dichos valores y consignarse éstos en el pliego.

En todos los casos se utilizarán valores térmicos de diseño, los cuales se pueden calcular a partir de los valores térmicos declarados según la norma UNE-EN ISO 10456:2012 y, complementariamente, la norma UNE-EN ISO 13786:2017, en el caso de productos de alta inercia térmica. En general y salvo justificación, los valores de diseño serán los definidos para una temperatura de 10°C y un contenido de humedad correspondiente al equilibrio con un ambiente a 23°C y 50 % de humedad relativa.

2. Características exigibles a los componentes de la envolvente térmica

Las características exigibles a los cerramientos y particiones interiores son las expresadas mediante su transmitancia térmica o , en componentes que no se describen adecuadamente a través de dicho parámetro, su resistencia térmica R (K·m²/W).

3. Ejecución

Las obras de construcción del edificio se ejecutarán con sujeción al proyecto y sus modificaciones autorizadas por el director de obra previa conformidad del promotor, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva, y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la Parte I del CTE.

4. Control de recepción en obra de productos

Antes de ejecutar la obra, deberán de indicarse las condiciones particulares de control para la recepción de los



productos que forman los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características exigidas en los apartados anteriores, adjuntándose al presente pliego.

Debe comprobarse que los productos recibidos:

- a) corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto;
- b) disponen de la documentación exigida;
- c) están caracterizados por las propiedades exigidas;
- d) han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra con el visto bueno del director de obra, con la frecuencia establecida.

El control debe seguir los criterios indicados en el artículo 7.2 de la Parte I del CTE y el CTE-DB-HE

5. Control de la ejecución de la obra

El control de la ejecución de las obras se realizará de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anexos y modificaciones autorizados por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la Parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.

Se comprobará que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles y con la frecuencia de los mismos establecida en el pliego de condiciones del proyecto.

Cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución de la obra quedará en la documentación de la obra ejecutada sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en este Documento Básico.

En el Libro del Edificio se incluirá la documentación referente a las características de los productos, equipos y sistemas incorporados a la obra.

ANEXO 3. CTE DB-HR

1. Control de la recepción:

Deberá comprobarse que los productos recibidos,

- a) corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto;
- b) disponen de la documentación exigida;
- c) están caracterizados por las propiedades exigidas;
- d) han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra, con la frecuencia establecida.

2. Datos que deben aportar de las instalaciones los suministradores:

Los suministradores de los equipos y productos incluirán en la documentación de los mismos los valores de las magnitudes que caracterizan los ruidos y las vibraciones procedentes de las instalaciones de los edificios:

- a) el nivel de potencia acústica, L_w , de equipos que producen ruidos estacionarios;

b) la rigidez dinámica, s' , y la carga máxima, m , de los lechos elásticos utilizados en las bancadas de inercia;

c) el amortiguamiento, C , la transmisibilidad, τ , y la carga máxima, m , de los sistemas antivibratorios puntuales utilizados en el aislamiento de maquinaria y conductos;

d) el coeficiente de absorción acústica, α , de los productos absorbentes utilizados en conductos de ventilación y aire acondicionado;

e) la atenuación de conductos prefabricados, expresada como pérdida por inserción, D , y la atenuación total de los silenciadores que estén interpuestos en conductos, o empotrados en fachadas o en otros elementos constructivos.

3. Condiciones de montaje de equipos generadores de ruido estacionario

Los equipos se instalarán sobre soportes antivibratorios elásticos cuando se trate de equipos pequeños y compactos o sobre una bancada de inercia cuando el equipo no posea una base propia suficientemente rígida para resistir los esfuerzos causados por su función o se necesite la alineación de sus componentes, como por ejemplo del motor y el ventilador o del motor y la bomba.

En el caso de equipos instalados sobre una bancada de inercia, tales como bombas de impulsión, la bancada será de hormigón o acero de tal forma que tenga la suficiente masa e inercia para evitar el paso de vibraciones al edificio. Entre la bancada y la estructura del edificio deben interponerse elementos antivibratorios.

Se consideran válidos los soportes antivibratorios y los conectores flexibles que cumplan la UNE 100153 IN.

Se instalarán conectores flexibles a la entrada y a la salida de las tuberías de los equipos.

En las chimeneas de las instalaciones térmicas que lleven incorporados dispositivos electromecánicos para la extracción de productos de combustión se utilizarán silenciadores.

4. Control de la ejecución

Las obras de construcción del edificio se ejecutarán con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el CTE y en concreto en el CTE-DB-SI.

El control de la ejecución de las obras se realizará de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anexos y las modificaciones autorizadas por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la Parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.

Se comprobará que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles establecidos en el pliego de



condiciones del proyecto y con la frecuencia indicada en el mismo.

Se incluirá en la documentación de la obra ejecutada cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución, sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en el CTE-DB-SI.

5. Control de obra terminada:

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo, de aislamiento acústico a ruido de impactos y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios acreditados y conforme a lo establecido en las UNE-EN ISO 16283-1 y UNE-EN ISO 16283-3 para ruido aéreo, en la UNE-EN ISO 16283-2 para ruido de impactos y en la UNE-EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del CTE-DB-SI.

Para el cumplimiento de las exigencias de este DB se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del CTE-DB-SI, de 3 dBA

para aislamiento a ruido aéreo, de 3 dB para aislamiento a ruido de impacto y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

En el caso de fachadas, cuando se dispongan como aberturas de admisión de aire, según DB-HS 3, sistemas con dispositivo de cierre, tales como aireadores o sistemas de microventilación, la verificación de la exigencia de aislamiento acústico frente a ruido exterior se realizará con dichos dispositivos cerrados.

ANEXO 4. SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

Las normas básicas de aplicación son el CTE-DB-SI y el Real Decreto 2267/2004 por el que se aprueba el reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

1. Condiciones técnicas exigibles a los materiales

Los materiales a emplear en la construcción del edificio de referencia, se clasifican a los efectos de su reacción ante el fuego, de acuerdo con el Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.

Los fabricantes de materiales que se empleen vistos o como revestimiento o acabados superficiales, en el caso de no figurar incluidos en el apartado 1.2 del anexo I del Real Decreto 842/2013, deberán acreditar su grado de combustibilidad mediante los oportunos certificados de ensayo, realizados en laboratorios oficialmente homologados para poder ser empleados.

Aquellos materiales con tratamiento adecuado para mejorar su comportamiento ante el fuego (materiales ignífugados), serán clasificados por un laboratorio oficialmente homologado, fijando en un certificado el periodo de validez de la ignifugación.

Pasado el tiempo de validez de la ignifugación, el material deberá ser sustituido por otro de la misma clase obtenida inicialmente mediante la ignifugación, o sometido a nuevo tratamiento que restituya las condiciones iniciales de ignifugación.

Los materiales que sean de difícil sustitución y aquellos que vayan situados en el exterior, se consideran con clase que corresponda al material sin ignifugación. Si dicha ignifugación fuera permanente, podrá ser tenida en cuenta.

2. Condiciones técnicas exigibles a los elementos constructivos

La resistencia ante el fuego de los elementos y productos de la construcción queda fijado por un tiempo, t , durante el cual dicho elemento es capaz de mantener las características de resistencia al fuego, estas características vienen definidas por la siguiente clasificación: capacidad portante (R), integridad (E), aislamiento (I), radiación (W), acción mecánica (M), cierre automático (C), estanqueidad al paso de humos (S), continuidad de la alimentación eléctrica o de la transmisión de señal (P ó HP), resistencia a la combustión de hollines (G), capacidad de protección contra incendios (K), duración de la estabilidad a temperatura constante (D), duración de I a estabilidad considerando la curva normalizada tiempo-temperatura (DH), funcionalidad de los extractores mecánicos de humo y calor (F), funcionalidad de los extractores pasivos de humo y calor (B).

La comprobación de dichas condiciones para cada elemento constructivo, se verificará mediante los ensayos descritos en las normas UNE que figuran en las tablas de los anexos del Real Decreto 842/2013.

En el anejo C del DB-SI del CTE se establecen los métodos simplificados que permiten determinar la resistencia de los elementos de hormigón ante la acción representada por la curva normalizada tiempo-temperatura.

En el anejo D del DB-SI del CTE se establece un método simplificado para determinar la resistencia de los elementos de acero ante la acción representada por una curva normalizada tiempo-temperatura.

En el anejo E del DB-SI del CTE se establece un método simplificado de cálculo que permite determinar la resistencia al fuego de los elementos estructurales de madera ante la acción representada por una curva normalizada tiempo-temperatura.

En el anejo F del DB-SI del CTE se encuentran tabuladas las resistencias al fuego de elementos de fábrica de ladrillo cerámico o silicocalcáreo y de los bloques de hormigón, ante la exposición térmica, según la curva normalizada tiempo-temperatura.



Los elementos constructivos se califican mediante la expresión de su condición de resistentes al fuego (RF), así como de su tiempo, t, en minutos, durante el cual mantiene dicha condición (UNE-EN 13501-2).

Los fabricantes de materiales específicamente destinados a proteger o aumentar la resistencia ante el fuego de los elementos constructivos, deberán demostrar mediante certificados de ensayo las propiedades de comportamiento ante el fuego que figuren en su documentación.

Los fabricantes de otros elementos constructivos que hagan constar en la documentación técnica de los mismos su clasificación a efectos de resistencia ante el fuego, deberán justificarlo mediante los certificados de ensayo en que se basan.

La realización de dichos ensayos, deberá llevarse a cabo en laboratorios oficialmente homologados para este fin por la administración del estado.

3. Instalaciones

3.1. Instalaciones propias del edificio

Las instalaciones del edificio deberán cumplir con lo establecido en el apartado 3 del DB-SI, sección 1, sobre espacios ocultos y el paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios.

3.2. Instalaciones de protección contra incendios.

Las instalaciones de protección contra incendios deberán cumplir lo especificado en el CTE-DB-SI, el Real Decreto 2267/2004 por el que se aprueba el reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales y en el Real Decreto 513/2017 por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

3.3. Extintores móviles

Las características, criterios de calidad y ensayos de los extintores móviles, se ajustarán además de a la normativa mencionada en el apartado 3.2, a lo especificado en el Real Decreto 709/2015, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión.

El emplazamiento de los extintores permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio, a ser posible, próximos a las salidas de evacuación y, preferentemente, sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede situada entre 80 cm y 120 cm sobre el suelo.

En caso de utilizarse en un mismo local extintores de distintos tipos, se tendrá en cuenta la posible incompatibilidad entre los distintos agentes extintores. Los agentes extintores deben ser adecuados para cada una de las clases de fuego normalizadas, según la norma UNE-EN 2.

Los extintores de incendio estarán señalizados conforme indica el anexo I, sección 2.ª, del Real Decreto 513/2017 por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. En el caso de que el extintor esté situado dentro de un armario, la señalización se colocará

inmediatamente junto al armario, y no sobre la superficie del mismo, de manera que sea visible y aclare la situación del extintor.

Los extintores que estén sujetos a posibles daños físicos, químicos o atmosféricos deberán estar protegidos.

4. Condiciones de mantenimiento y uso

Todas las instalaciones y medios a que se refiere el DB-SI 4 Detección, control y extinción del incendio, deberán conservarse en buen estado.

Las instalaciones de protección activa, incluyendo los extintores, deberán someterse a las operaciones de mantenimiento y control de funcionamiento exigibles, según lo que estipule el Real Decreto 513/2017 por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

PRESUPUESTO

Documento N. 4

Proyecto de modernización a riego por aspersión y construcción de una balsa para una finca de 6 ha en el término municipal de Tardienta (Huesca)

Presupuesto parcial nº 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
1.1	M3	Excavación en zanjas, en terrenos de consistencia media, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZANJAS			1	1.824,00	0,60	1,00	1.094,40	
							1.094,40	1.094,40
			Total m3			1.094,40	6,20	6.785,28
1.2	M3	Relleno y compactado de zanjas para enterrar tubería, realizado manual y mecánicamente, según sección tipo indicada en planos, y reperfilado final. Medido el volumen de tierras una vez compactadas sobre el perfil teórico.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Relleno			1	1.824,00	0,60	1,00	1.094,40	
							1.094,40	1.094,40
			Total m3			1.094,40	4,85	5.307,84
1.3	M3	Excavación en desmote de terreno de consistencia media realizada con medios mecánicos, incluso apilado de productos de excavación, y preparación para carga en camión y/o empleo en obra. Medido el volumen en su perfil natural.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
VASO			1	2.023,00			2.023,00	
							2.023,00	2.023,00
			Total m3			2.023,00	2,19	4.430,37
1.4	M3	Desmote en núcleo y espaldones de diques, con productos procedentes de la excavación, extendido, humectación y compactación, incluso perfilado y refino de taludes y preparación de la superficie de asiento del terraplén, terminado. Medido el volumen en su perfil natural.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
VASO			1	2.023,00			2.023,00	
							2.023,00	2.023,00
			Total m3			2.023,00	1,14	2.306,22
1.5	M3	Excavación en zanjas, en terrenos de consistencia media, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. Para dar alojamiento y sujeción a la tela de impermeabilización de la balsa.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Zanja para alojamiento de tela de la balsa			1	78,00	0,50	0,40	15,60	
							15,60	15,60
			Total m3			15,60	6,20	96,72
1.6	M3	Relleno y compactado de zanjas para enterrar la tela de impermeabilización de la balsa, realizado manual y mecánicamente, según sección tipo indicada en planos, y reperfilado final. Medido el volumen de tierras una vez compactadas sobre el perfil teórico.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Enterrar zanja que guarda la tela			1	78,00	0,50	0,40	15,60	
							15,60	15,60
			Total m3			15,60	4,85	75,66
Total presupuesto parcial nº 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS :							19.002,09	

Presupuesto parcial nº 2 TUBERIAS

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe	
2.1	M	Tubería de P.V.C, de 160 mm. de diámetro nominal Y 6 atm de presión, colocada en zanja sobre cama de arena de 10 cm. de espesor, i/p.p. de elementos de unión por manguito electrosoldable o soldadura a tope, con junta KM. Medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada s/NTE-IFA-13. Medida la longitud totalmente instalada y probada.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		PVC 160 mm	1	264,00			264,00		
							264,00	264,00	
			Total m:				264,00	9,23	2.436,72
2.2	M	Tubería de P.V.C, de 140 mm. de diámetro nominal y 6 atm de presión, colocada en zanja sobre cama de arena de 10 cm. de espesor, i/p.p. de elementos de unión por manguito electrosoldable o soldadura a tope, con junta KM. Medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada s/NTE-IFA-13. Medida la longitud totalmente instalada y probada.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		PVC 140 mm	1	234,00			234,00		
							234,00	234,00	
			Total m:				234,00	8,23	1.925,82
2.3	M	Tubería de P.V.C, de 125 mm. de diámetro nominal y 6 atm de presión, colocada en zanja sobre cama de arena de 10 cm. de espesor, i/p.p. de elementos de unión por manguito electrosoldable o soldadura a tope, con junta KM. Medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada s/NTE-IFA-13. Medida la longitud totalmente instalada y probada.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		PVC 125 mm	1	66,00			66,00		
							66,00	66,00	
			Total m:				66,00	6,61	436,26
2.4	M	Tubería de P.V.C, de 110 mm. de diámetro nominal y 6 atm de presión, colocada en zanja sobre cama de arena de 10 cm. de espesor, i/p.p. de elementos de unión por manguito electrosoldable o soldadura a tope, con junta KM. Medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada s/NTE-IFA-13. Medida la longitud totalmente instalada y probada.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		PVC 110 mm	1	438,00			438,00		
							438,00	438,00	
			Total m:				438,00	4,91	2.150,58
2.5	M	Tubería de P.V.C, de 90 mm. de diámetro nominal y 6 atm de presión, colocada en zanja sobre cama de arena de 10 cm. de espesor, i/p.p. de elementos de unión por manguito electrosoldable o soldadura a tope, con junta KM. Medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada s/NTE-IFA-13. Medida la longitud totalmente instalada y probada.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		PVC 90 mm	1	306,00			306,00		
							306,00	306,00	
			Total m:				306,00	3,30	1.009,80
2.6	M	Tubería de P.V.C, de 75 mm. de diámetro nominal y 6 atm de presión, colocada en zanja sobre cama de arena de 10 cm. de espesor, i/p.p. de elementos de unión por manguito electrosoldable o soldadura a tope, con junta KM. Medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada s/NTE-IFA-13. Medida la longitud totalmente instalada y probada.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		PVC 75 mm	1	240,00			240,00		
							240,00	240,00	
			Total m:				240,00	2,96	710,40
2.7	M	Tubería de P.V.C, de 63 mm. de diámetro nominal y 6 atm de presión, colocada en zanja sobre cama de arena de 10 cm. de espesor, i/p.p. de elementos de unión por manguito electrosoldable o soldadura a tope, con junta KM. Medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada s/NTE-IFA-13. Medida la longitud totalmente instalada y probada.							

Presupuesto parcial nº 2 TUBERIAS

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		PVC 63 mm	1	276,00			276,00	276,00
		Total m:			276,00	2,35		648,60
2.8	M	Tubería de polietileno alta densidad, de 32 mm. de diámetro nominal y presión nominal de 10 kg./cm2., colocada en zanja sobre cama de arena de 10 cm. de espesor, i/p.p. de elementos de unión por manguito electrosoldable o soldadura a tope, banda señalizadora y medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada s/NTE-IFA-13. Medida la longitud totalmente instalada y probada.						
		PE 32, 10 atm	1	2.860,00			2.860,00	2.860,00
		Total m:			2.860,00	1,15		3.289,00
2.9	M	Tubería de polietileno alta densidad, de 32 mm. de diámetro nominal y presión nominal de 0.6 kg./cm2., colocada en zanja sobre cama de arena de 10 cm. de espesor, i/p.p. de elementos de unión por manguito electrosoldable o soldadura a tope, banda señalizadora y medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada s/NTE-IFA-13. Medida la longitud totalmente instalada y probada.						
		PE D=32 6 atm		10,00			10,00	10,00
		Total m:			10,00	0,85		8,50
		Total presupuesto parcial nº 2 TUBERIAS :						12.615,68

Presupuesto parcial nº 3 ELEMENTOS SINGULARES DE LA RED DE RIEGO

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
3.1	Ud	Reduccion conica Hembra-Hembra, en PVC de 140-125, PN 1.0 MPa, colocada con pegamento, marcado de las longitudes de penetración, raspado de los extremos del tubo y limpieza con disolvente isopropanol o solución equivalente con soldadura a tope. Medida la unidad completamente instalada y probada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	PVC 140-125		1				1,00	
							1,00	1,00
		Total UD	1,00				16,34	16,34
3.2	Ud	Reduccion conica Hembra-Hembra, en PVC de 125-110, PN 1.0 MPa, colocada con pegamento, marcado de las longitudes de penetración, raspado de los extremos del tubo y limpieza con disolvente isopropanol o solución equivalente con soldadura a tope. Medida la unidad completamente instalada y probada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	PVC 125-110		1				1,00	
							1,00	1,00
		Total UD	1,00				15,26	15,26
3.3	Ud	Reduccion conica Hembra-Hembra, en PVC de 110-90, PN 1.0 MPa, colocada con pegamento, marcado de las longitudes de penetración, raspado de los extremos del tubo y limpieza con disolvente isopropanol o solución equivalente con soldadura a tope. Medida la unidad completamente instalada y probada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	PVC 110-90		8				8,00	
							8,00	8,00
		Total UD	8,00				6,02	48,16
3.4	Ud	Reduccion conica Hembra-Hembra, en PVC de 90-75, PN 1.0 MPa, colocada con pegamento, marcado de las longitudes de penetración, raspado de los extremos del tubo y limpieza con disolvente isopropanol o solución equivalente con soldadura a tope. Medida la unidad completamente instalada y probada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	PVC 90-75		6				6,00	
							6,00	6,00
		Total UD	6,00				3,33	19,98
3.5	Ud	Reduccion conica Hembra-Hembra, en PVC de 75-63, PN 1.0 MPa, colocada con pegamento, marcado de las longitudes de penetración, raspado de los extremos del tubo y limpieza con disolvente isopropanol o solución equivalente con soldadura a tope. Medida la unidad completamente instalada y probada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	PVC 75-63		6				6,00	
							6,00	6,00
		Total UD	6,00				2,54	15,24
3.6	Ud	Válvula hidraulica de 4'' de diametro, limitadores de caudal y reguladores de presion, cuerpo de hierro fundido recubierto de poliester, muelle de acero inoxidable con tubos de mando de P.E. Medida la unidad completamente instalada y probada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	Val. hidraulica 4''		5				5,00	
							5,00	5,00
		Total UD	5,00				456,16	2.280,80
3.7	Ud	Manguito de reduccion electrosoldable PVC 140-125 x 110 colocado en tubería de PVC, banda azul, para agua, incluyendo ejecución de la electrosoldadura con máquina automática, con p.p. de marcado de las longitudes de penetración, raspado de los extremos del tubo y limpieza con disolvente isopropanol o solución equivalente con soldadura a tope. Medida la unidad completamente instalada y probada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	Man, reduc. PVC 140-125 x 110		3				3,00	
							3,00	3,00
		Total UD	3,00				158,06	474,18

Presupuesto parcial nº 3 ELEMENTOS SINGULARES DE LA RED DE RIEGO

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
3.8	Ud	Manguito de reduccion electrosoldable PVC 90-75 x 63 colocado en tubería de PVC, banda azul, para agua, incluyendo ejecución de la electrosoldadura con máquina automática, con p.p. de marcado de las longitudes de penetración, raspado de los extremos del tubo y limpieza con disolvente isopropanol o solución equivalente con soldadura a tope. Medida la unidad completamente instalada y probada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Man. reduc. 90-75 x 63	2				2,00	
							2,00	2,00
		Total UD	2,00				131,79	263,58
3.9	Ud	TE bocas iguales 90º electrosoldado de PVC de 140/140 mm. de diámetro, colocado en tubería de PVC, incluyendo ejecución de la electrosoldadura con máquina automática, con p.p. de marcado de las longitudes de penetración, raspado de los extremos del tubo y limpieza con disolvente isopropanol o solución equivalente con soldadura a tope. Medida la unidad completamente instalada y probada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		TE PVC 140 mm	1				1,00	
							1,00	1,00
		Total UD	1,00				64,35	64,35
3.10	Ud	Codo de 90º de PVC de DIAMETRO NOMINAL 160 mm., colocado en tubería de PVC, incluyendo ejecución mediante pegado con cola, con p.p. de marcado de las longitudes de penetración, raspado de los extremos del tubo y limpieza con disolvente isopropanol o solución equivalente con soldadura a tope. Medida la unidad completamente instalada y probada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Codo PVC 160	2				2,00	
							2,00	2,00
		Total UD	2,00				50,94	101,88
3.11	Ud	Codo de 90º de PVC de DIAMETRO NOMINAL 110 mm., colocado en tubería de PVC, incluyendo ejecución mediante pegado con cola, con p.p. de marcado de las longitudes de penetración, raspado de los extremos del tubo y limpieza con disolvente isopropanol o solución equivalente con soldadura a tope. Medida la unidad completamente instalada y probada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Codo PVC 110	6				6,00	
							6,00	6,00
		Total UD	6,00				31,14	186,84
3.12	Ud	Codo de 90º de PVC de DIAMETRO NOMINAL 90 mm., colocado en tubería de PVC, incluyendo ejecución mediante pegado con cola, con p.p. de marcado de las longitudes de penetración, raspado de los extremos del tubo y limpieza con disolvente isopropanol o solución equivalente con soldadura a tope. Medida la unidad completamente instalada y probada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Codo PVC 90	1				1,00	
							1,00	1,00
		Total UD	1,00				25,05	25,05
3.13	Ud	Conjunto desagüe para tubería PVC formado por: codo 63-50 mm en 90º, codo 50 mm en 90º, valvula de PVC 50 mm compact y tubo corrugado 20 x 86, incluyendo proteccion de desagüe. Medida la unidad ejecutada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Conjunto desagüe	8				8,00	
							8,00	8,00
		Total UD	8,00				201,68	1.613,44
3.14	Ud	Collarin de fundicion galvanizada para la conexion de portaaspersor con orificio roscado, sobre tuberia de PVC de diametro 110 mm - 1" H, incluyendo la junta y los tornillos necesarios en inox. para su montaje y con una TE de laton sobre polietileno de alta densidad de 32 mm con rosca en 1" M. Colocado y probado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Collarin 110	18				18,00	
							18,00	18,00
		Total UD	18,00				8,26	148,68

Presupuesto parcial nº 3 ELEMENTOS SINGULARES DE LA RED DE RIEGO

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
3.15	Ud	Collarin de fundicion galvanizada para la conexion de portaaspersor con orificio roscado, sobre tuberia de PVC de diametro 90 mm - 1'' H, incluyendo la junta y los tornillos necesarios en inox. para su montaje y con una TE de laton sobre polietileno de alta densidad de 32 mm con rosca en 1'' M. Colocado y probado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	Collarin 90		16				16,00	
							16,00	16,00
		Total UD					16,00	6,82
								109,12
3.16	Ud	Collarin de fundicion galvanizada para la conexion de portaaspersor con orificio roscado, sobre tuberia de PVC de diametro 75 mm - 1'' H, incluyendo la junta y los tornillos necesarios en inox. para su montaje y con una TE de laton sobre polietileno de alta densidad de 32 mm con rosca en 1'' M. Colocado y probado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	Collarin 75		13				13,00	
							13,00	13,00
		Total UD					13,00	4,71
								61,23
3.17	Ud	Collarin de fundicion galvanizada para la conexion de portaaspersor con orificio roscado, sobre tuberia de PVC de diametro 63 mm - 1'' H, incluyendo la junta y los tornillos necesarios en inox. para su montaje y con una TE de laton sobre polietileno de alta densidad de 32 mm con rosca en 1'' M. Colocado y probado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	Collarin 63		18				18,00	
							18,00	18,00
		Total UD					18,00	6,82
								122,76
3.18	Ud	TE bocas iguales 90º electrosoldado en polietileno de alta densidad de 32/32 mm. de diámetro, colocado en tubería de PE, incluyendo ejecución de la electrosoldadura con máquina automática, con p.p. de marcado de las longitudes de penetración, raspado de los extremos del tubo y limpieza con disolvente isopropanol o solución equivalente con soldadura a tope. Medida la unidad completamente instalada y probada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	TE aspersores		15				15,00	
							15,00	15,00
		Total UD					15,00	6,00
								90,00
3.19	Ud	Codo de 90º de laton de DIAMETRO NOMINAL 32 mm., colocado en tubería de polietileno de alta densidad, incluyendo ejecución, con p.p. de marcado de las longitudes de penetración, raspado de los extremos del tubo y limpieza con disolvente isopropanol o solución equivalente con soldadura a tope. Medida la unidad completamente instalada y probada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	Codo laton		8				8,00	
							8,00	8,00
		Total UD					8,00	25,05
								200,40
3.20	Ud	Manguito de laton de 32 x 32, colocado en tubería de polietileno de alta densidad de 32, banda azul, para agua, incluyendo ejecución de la electrosoldadura con máquina automática, con p.p. de marcado de las longitudes de penetración, raspado de los extremos del tubo y limpieza con disolvente isopropanol o solución equivalente con soldadura a tope. Medida la unidad completamente instalada y probada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	Manguito laton		43				43,00	
							43,00	43,00
		Total UD					43,00	25,36
								1.090,48
3.21	Ud	Filtro en "Y" para agua , de diámetro 4", tipo malla de inoxidable con paso de 2 mm, para intercalar en tubería, mediante unión embreada, incluyendo juntas planas, bridas locas, tornillería y manguitos portabridas electrosoldables o de unión por soldadura a tope. Medida la unidad completamente instalada y probada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	Filtro Y		1				1,00	
							1,00	1,00
		Total UD					1,00	438,96
								438,96

Presupuesto parcial nº 3 ELEMENTOS SINGULARES DE LA RED DE RIEGO

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
3.22	Ud	Cuello de cisne partido para tubería de 160 - 4". Medida la unidad ejecutada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CC			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total UD		1,00		77,14	77,14
Total presupuesto parcial nº 3 ELEMENTOS SINGULARES DE LA RED DE RIEGO :								7.463,87

Presupuesto parcial nº 4 ASPERSORES Y ACCESORIOS

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe		
4.1	Ud	Aspersor circular de laton, equipado con boquillas de 4.8 x 2.4 mm. Medida la unidad instalada.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
	Aspersor circular		58				58,00		
							58,00	58,00	
		Total UD					58,00	11,28	654,24
4.2	Ud	Aspersor circular de laton, equipado con boquillas de 4 x 2.4 mm. Medida la unidad instalada.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
	Aspersor sectorial		153				153,00		
							153,00	153,00	
		Total UD					153,00	22,36	3.421,08
4.3	Ud	Chapas deflectoras de agua lisas y en forma curva, incluyendo el abarcon.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
	Chapas deflectoras		19				19,00		
							19,00	19,00	
		Total UD					19,00	12,90	245,10
4.4	Ud	Caña de hierro galvanizado 3/4" x 2 m con codo de laton 32 -3/4" H, dado de hormigon 0.20 x 0.20 x 0.20 y proteccion de PE en el primer metro							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
	Cañas		128				128,00		
							128,00	128,00	
		Total UD					128,00	15,05	1.926,40
4.5	Ud	Caña de hierro galvanizado 3/4" x 2 m con TE de laton 32 -3/4" H, dado de hormigon 0.20 x 0.20 x 0.20 y proteccion de PE en el primer metro							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
	Cañas		83				83,00		
							83,00	83,00	
		Total UD					83,00	14,58	1.210,14
4.6	Ud	Caña de hierro galvanizado en 3/4" x 1 m con manguito de hierro galvanizado en 3/4"							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
	Cañas		211				211,00		
							211,00	211,00	
		Total UD					211,00	15,05	3.175,55
Total presupuesto parcial nº 4 ASPERSORES Y ACCESORIOS :								10.632,51	

Presupuesto parcial nº 5 EDIFICIO DE CONTROL DE MANDOS

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe		
5.1	M2	Cubierta de chapa sandwich de 45 mm. de espesor, en perfil comercial, prelacado por cara exterior en color a determinar en obra, sobre correas, incluyendo lámina anti condensación, i/p.p. de caballete de cumbrera, remate en hastiales, solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-7. Medida en superficie ejecutada.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
	Chapas		1	4,80	4,80		23,04		
							23,04	23,04	
		Total m2					23,04	77,97	1.796,43
5.2	Ud	Programador de riego de 6 estaciones, con cuadro manual de 5 solenoides, montado sobre una caja. Medida la unidad completamente instalada y probada.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
	Programador		1				1,00		
							1,00	1,00	
		Total UD					1,00	150,32	150,32
5.3	M2	Solera de hormigón HM-20 árido rodado tamaño máximo 40 mm, de 25cm de espesor medio, incluso vertido, vibrado rastreado, regleado, curado, realizacion de juntas y p.p. de fibras antisuración .Construida según NTE-RSS. Medida la superficie ejecutada.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
	Solera			4,40	4,40	0,25	4,84		
							4,84	4,84	
		Total m2					4,84	102,15	494,41
5.4	M.	Correa realizada con chapa conformada en frío tipo CF 200-80-2,5, con tirantillas de acero D=12mm. i/p.p. de despuntes y piezas especiales, colocada y montada. Según NTE-EA y CTE-DB-SE-A.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
	C200x80x2.5		3	4,80			14,40		
							14,40	14,40	
		Total m.					14,40	6,11	87,98
5.5	Ud	Grupo de bombeo formado por : motor diesel de 4 cilindros con acoplamiento a una bomba de campana con soporte rodamientos en bado de aceite, acoplamiento elastico sobre amortiguadores, chasis en perfil de acero soldado, cuadro de arranque y pequeño material.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
	GB		1				1,00		
							1,00	1,00	
		Total UD					1,00	11.300,00	11.300,00
5.6	Ud	Conjunto de aspiracion formado por: valvula de pie 6'' (alcachofa), carretes y codo de PE 6'', manguito elastico 6'', reduccion conica de PE, juntas y tornillos.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
	CA		1				1,00		
							1,00	1,00	
		Total UD					1,00	520,00	520,00
5.7	Ud	Conjunto de impulsion formado por : valvula de mariposa 4'', reduccion conica de PE, codo de PE carrete Pe de 4'', manometro, filtro en T con malla de acero inoxidable, valvula de retencion de 4'' ventosas de 2'', cuello de cisne 4'' conexion PVC 140, juntas y tornillos.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
	CI		1				1,00		
							1,00	1,00	
		Total UD					1,00	821,63	821,63
5.8	Ud	Bloque de hormigon de 19x19x39,incluyendo instalación en obra.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
	Bloque hormigon		485				485,00		
							485,00	485,00	
		Total UD					485,00	1,19	577,15

Presupuesto parcial nº 5 EDIFICIO DE CONTROL DE MANDOS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
5.9	Ud	Bloque de zunchos "U" de 19x19x20, incluyendo instalación en obra.			
			Uds. Largo Ancho Alto	Parcial	Subtotal
BZ			42	42,00	
				42,00	42,00
			Total UD:	42,00	2,03
					85,26
			Total presupuesto parcial nº 5 EDIFICIO DE CONTROL DE MANDOS :		15.833,18

Presupuesto parcial nº 6 IMPERMEABILIZACION DE LA Balsa

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe	
6.1	M2	Impermeabilización con lámina sintética de polietileno de alta densidad espesor de 1,5 mm. anclada al perímetro y soldada con soplete entre sí, incluido geotextil 235 g/m2. Medida la superficie ejecutada.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
LP				697,00			697,00		
							697,00	697,00	
			Total m2:				697,00	5,63	3.924,11
6.2	M2	Geotextil de polipropileno TS 50 F5 200 g/cm2, filamentos no tejidos. Suministro e instalacion							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
gp			718				718,00		
							718,00	718,00	
			Total m2:				718,00	0,75	538,50
Total presupuesto parcial nº 6 IMPERMEABILIZACION DE LA Balsa :								4.462,61	

Presupuesto parcial nº 7 SEGURIDAD Y SALUD

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
7.1	Ms	Mes de alquiler de WC químico estándar de 1,13x1,12x2,24 m. y 91 kg. de peso. Compuesto por urinario, inodoro y depósito para desecho de 266 l. Sin necesidad de instalación. Incluso limpieza al final del alquiler. Con portes de entrega y recogida. Según RD 486/97	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
		Total ms					1,00	59,05
								59,05
7.2	Ms	Mes de alquiler de caseta prefabricada para almacén de obra de 5,98x2,45x2,45 m. de 14,65 m2. Estructura de acero galvanizado. Cubierta y cerramiento lateral de chapa galvanizada trapezoidal de 0,6 mm. reforzada con perfiles de acero, interior prelacado. Suelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm. puerta de acero de 1mm., de 0,80x2,00 m. pintada con cerradura. Ventana fija de cristal de 6 mm., recercado con perfil de goma. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
		Total ms					1,00	63,36
								63,36
7.3	Ud	Casco de seguridad con arnés de adaptación. Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			4				4,00	
							4,00	4,00
		Total ud					4,00	0,75
								3,00
7.4	Ud	Par de botas altas de agua color negro, (amortizables en 1 uso). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			4				4,00	
							4,00	4,00
		Total ud					4,00	4,20
								16,80
7.5	Ud	Par de botas de seguridad con plantilla y puntera de acero, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			4				4,00	
							4,00	4,00
		Total ud					4,00	4,93
								19,72
7.6	Ud	Botiquín de urgencia para obra fabricado en chapa de acero, pintado al horno con tratamiento anticorrosivo y seigrafía de cruz. Color blanco, con contenidos mínimos obligatorios, colocado.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
		Total ud					1,00	37,75
								37,75
7.7	M.	Cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			50				50,00	
							50,00	50,00
		Total m.					50,00	0,35
								17,50
7.8	Ud	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/144B, de 9 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y manguera con difusor, según norma EN-3:1996. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
		Total ud					1,00	18,55
								18,55

Presupuesto parcial nº 7 SEGURIDAD Y SALUD

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
7.9	Ud	Gafas protectoras contra impactos, incoloras, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			3				3,00	
							3,00	3,00
			Total ud			3,00	1,22	3,66
7.10	Ud	Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			4				4,00	
							4,00	4,00
			Total ud			4,00	3,96	15,84
7.11	Ud	Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2				2,00	
							2,00	2,00
			Total ud			2,00	1,17	2,34
7.12	Ud	Faja protección lumbar, (amortizable en 4 usos). Certificado CE EN385. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			4				4,00	
							4,00	4,00
			Total ud			4,00	1,09	4,36
7.13	Ud	Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón (amortizable en un uso). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			4				4,00	
							4,00	4,00
			Total ud			4,00	7,65	30,60
7.14	Ud	Par guantes de lona reforzados. Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			8				8,00	
							8,00	8,00
			Total ud			8,00	1,49	11,92
7.15	Ud	Señal preceptiva reflexiva indicando medidas de seguridad, obligaciones y prohibiciones. Medida la unidad colocada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			4				4,00	
							4,00	4,00
			Total Ud			4,00	74,93	299,72
Total presupuesto parcial nº 7 SEGURIDAD Y SALUD :								604,17

Presupuesto parcial nº 8 GESTION DE RESIDUOS

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
8.1	Ud	Partida correspondiente a la gestión de residuos de construcción producidos en obra, de acuerdo con la valoración incluida en el estudio de gestión de residuos que figura en los Anejos a la Memoria.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total UD		1,00		1.982,52	1.982,52
		Total presupuesto parcial nº 8 GESTION DE RESIDUOS :						1.982,52

Presupuesto de ejecución material

1 MOVIMIENTO DE TIERRAS	19.002,09
2 TUBERIAS	12.615,68
3 ELEMENTOS SINGULARES DE LA RED DE RIEGO	7.463,87
4 ASPERSORES Y ACCESORIOS	10.632,51
5 EDIFICIO DE CONTROL DE MANDOS	15.833,18
6 IMPERMEABILIZACION DE LA Balsa	4.462,61
7 SEGURIDAD Y SALUD	604,17
8 GESTION DE RESIDUOS	1.982,52
Total	72.596,63

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de SETENTA Y DOS MIL QUINIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS.

Tardienta 25/10/2023

Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

José Ángel Abadía Causape

Proyecto: PROYECTO DE MODERNIZACIÓN A RIEGO POR ASPERSIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BALSA.

Capítulo	Importe
Capítulo 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS	19.002,09
Capítulo 2 TUBERIAS	12.615,68
Capítulo 3 ELEMENTOS SINGULARES DE LA RED DE RIEGO	7.463,87
Capítulo 4 ASPERSORES Y ACCESORIOS	10.632,51
Capítulo 5 EDIFICIO DE CONTROL DE MANDOS	15.833,18
Capítulo 6 IMPERMEABILIZACION DE LA BALSA	4.462,61
Capítulo 7 SEGURIDAD Y SALUD	604,17
Capítulo 8 GESTION DE RESIDUOS	1.982,52
Presupuesto de ejecución material	72.596,63
13% de gastos generales	9.437,56
6% de beneficio industrial	4.355,80
Suma	86.389,99
21% IVA	18.141,90
Presupuesto de ejecución por contrata	104.531,89

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CIENTO CUATRO MIL QUINIENTOS TREINTA Y UN EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

Tardienta 25/10/2023
Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio
Rural

José Ángel Abadía Causape