



UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

HUERTO SOLAR FOTOVOLTAICO DE 1 MW CON CONEXIÓN A RED. 1.MEMORIA

AUTOR: RUBEN EMBID PEREZ

DIRECTOR: ANTONIO MONTAÑES

TITULACION: ING. TEC. INDUSTRIAL

ESPECIALIDAD: ELECTRICIDAD

CONVOCATORIA: DICIEMBRE - 2013

INDICE

1. OBJETO Y ALCANCE DE LA INSTALACIÓN.....	3
1.1. CARACTERÍSTICAS Y COMPOSICIÓN DEL PARQUE.....	3
1.2. TITULAR DE LA INSTALACIÓN	3
1.3. ANTECEDENTES	3
1.3.2.1. Tipos de radiación solar.....	5
1.3.2.2. Movimiento del Sol.....	5
1.3.3.1. Conceptos básicos.....	6
1.3.3.2. Materiales semiconductores	6
1.3.3.3. Unión “p-n”	6
1.3.3.4. Ancho de banda prohibida	7
2. DEFINICIÓN DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA INSTALACIÓN	7
2.1. SISTEMA GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	8
2.2. SEGUIDOR SOLAR A DOS EJES	9
2.3. INVERSOR.....	10
2.4. PROTECCIONES.....	12
2.5. CABLEADO	12
2.6. PUESTA A TIERRA	12
2.7. APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN.....	13
2.8. TRANSFORMADOR	14
3. CALCULOS DE LA INSTALACIÓN.....	14
3.1. CALCULO DEL CAMPO GENERADOR FOTOVOLTAICO	15
3.2. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA	16
3.2.3.1. Pérdidas por dispersión de los parámetros entre los módulos (A1). ..	17
3.2.3.2. Pérdidas por efecto del polvo y la suciedad depositada sobre los módulos solares (A2).....	17
3.2.3.3. Pérdidas por reflectancia angular y espectral (A3)	17
3.2.3.4. Factor de sombras (A4)	17
3.2.3.5. Total de pérdidas en el generador (A)	17
3.2.3.6. Pérdidas en el cableado de la parte de corriente continua (B)	17
3.2.3.7. Pérdidas en el cableado de la parte de corriente alterna (C).....	18

3.2.3.8. Pérdidas por disponibilidad (D).....	18
3.2.3.9. Pérdidas por el rendimiento del inversor (E).....	18
3.2.3.10. Pérdidas por rendimiento de seguimiento del punto de máxima potencia del generador (PMP)	18
3.2.3.11. Pérdidas por temperatura (Ptemp).....	18
3.3. CALCULO DEL CABLEADO	22
3.3.2.1 Centrales y Servicios Auxiliares.....	37
3.2.2.2 Caseta de Seguridad y Alumbrado exterior	83
4. MANTENIMIENTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	92
4.1. GENERALIDADES	92
4.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	92
4.3. MODELO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	93
4.4. MANTENIMIENTO CORRECTIVO	95
5. LEGISLACIÓN DE CONEXIÓN A RED.....	95
5.1. PROCEDIMIENTO PARA LA CONEXIÓN A RED DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS	96
5.3.1.4. Realización del Montaje de la Instalación e Inscripción	97
Definitiva en el Registro Administrativo de Instalaciones de.....	97
Producción en Régimen Especial	97
5.2. INGRESOS POR VENTA DE ENERGÍA VERTIDA A LA RED	98
5.3. NORMATIVA QUE REGULA ESTE PROCEDIMIENTO	98
6. RESUMEN DE PRESUPUESTO	99
7. CONCLUSIÓN	99
ANEXO 1: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	101
ANEXO II: ESTUDIO DE VIABILIDAD DE LA INSTALACION	125

1. OBJETO Y ALCANCE DE LA INSTALACIÓN

El objeto del presente proyecto es realizar el dimensionado, el cálculo de prestaciones energéticas y la descripción funcional de la instalación de aprovechamiento de energía solar fotovoltaica situada en las parcelas Nº 5, 7, 9, 11, 25, 37, 55, 69, 73, 99 de la localidad de Alagón en la provincia de Zaragoza.

El presente proyecto constará de dos secciones:

1. GENERADOR FOTOVOLTAICO EN BAJA TENSIÓN

2. INFRAESTRUCTURAS DE MEDIA TENSIÓN PARA CONEXIÓN

En el presente documento se recogen las dos secciones correspondientes mencionadas que servirán de base para la tramitación ante los diferentes organismos competentes de los permisos y autorizaciones necesarios para la ejecución de las obras, la puesta en marcha y la explotación de la instalación.

1.1. CARACTERÍSTICAS Y COMPOSICIÓN DEL PARQUE

El parque solar fotovoltaico situado en la localidad de Alagón en la provincia de Zaragoza, quedará constituido por un conjunto de diez Centrales de 108 kWp compuesto cada uno de ellos por un grupo de tres seguidores solares a dos ejes de 36 kW de potencia nominal y conectados a un inversor de 100 kW de potencia nominal.

Esta configuración permitirá de acuerdo a la legislación vigente, dotar a cada grupo de tres seguidores con una potencia nominal de 100 kW, de su propio equipamiento para transformación y conexión a red. De este modo cada uno de los conjuntos de tres seguidores de 36 kW de potencia nominal, constituirá una unidad de producción en baja tensión de 100 kW completa, por estar dotada de todos los elementos precisos para su funcionamiento. Con su propio equipo de control y un inversor de 100 kW de potencia nominal.

De acuerdo con ello, se tratará de un parque fotovoltaico de 1 MW compuesto por diez centrales de 100 kW cada una con su inversor de 100 kW de potencia nominal.

1.2. TITULAR DE LA INSTALACIÓN

El titular del conjunto será una sociedad gestora elegida por los distintos propietarios de las parcelas en las que se sitúa el huerto solar, esta gestora será la encargada de llevar a cabo todas las operaciones correspondientes en el huerto solar y de comunicarlas a los distintos propietarios.

1.3. ANTECEDENTES

Las instalaciones objeto del presente proyecto pretenden la instalación de un sistema de aprovechamiento fotovoltaico de la radiación solar para generación de energía eléctrica conectado a la Red de Distribución de energía eléctrica en Media Tensión de ENDESA. Durante los últimos años en el campo de la actividad fotovoltaica los sistemas de conexión a Red Eléctrica constituyen una aplicación en expansión. La extensión a gran escala de este tipo de aplicaciones, ha requerido el desarrollo de una ingeniería específica que permite, por un lado, optimizar su diseño y funcionamiento y por otro, evaluar su impacto en el conjunto del sistema eléctrico, siempre cuidando la integración de los sistemas y respetando el entorno arquitectónico y ambiental.

Hay que destacar la gran fiabilidad y larga duración de los sistemas fotovoltaicos. Por otra parte, no requieren apenas de mantenimiento y presentan una gran simplicidad y facilidad de instalación.

En esta ocasión además se dispondrán los paneles sobre plataformas giratorias seguidoras del movimiento diario del sol, con lo cual se logra la optimización de la producción de energía eléctrica. La instalación solar fotovoltaica de conexión a red responde a un sencillo esquema: el generador fotovoltaico, formado por una serie de módulos conectados entre sí que se encargan de transformar la energía del sol en energía eléctrica. Sin embargo, esta energía que está en forma de corriente continua tiene que ser transformada por el inversor en corriente alterna para acoplarse a la red eléctrica.

Así pues, los módulos fotovoltaicos generan una corriente continua proporcional a la irradiación solar que incide sobre ellos. Esta corriente se conduce al inversor que, utilizando la tecnología de potencia, la convierte en corriente alterna a la misma frecuencia que la de la red eléctrica y de este modo queda disponible para cualquier usuario.

1.3.1. Energía solar

La energía solar directa es la energía del Sol sin transformar, que caliente e ilumina. Se necesitan sistemas de captación y de almacenamiento que aprovechan la radiación del Sol de varias maneras diferentes:

Utilización directa: mediante la incorporación de acristalamientos y otros elementos arquitectónicos con elevada masa y capacidad de absorción de energía térmica, es la llamada energía solar térmica pasiva.

Transformación en calor: es la llamada energía solar térmica, que consiste en el aprovechamiento de la radiación que proviene del Sol para calentar fluidos que circulan por el interior de captadores solares térmicos. Este fluido se puede destinar para el agua caliente sanitaria (ACS), dar apoyo a la calefacción para atemperar piscinas, etc.

Transformación en electricidad: es la llamada energía solar fotovoltaica que permite transformar en electricidad la radiación solar por medio de células fotovoltaicas integrantes de módulos solares. Esta electricidad se puede utilizar de manera directa, se puede almacenar en acumuladores para un uso posterior, e incluso se puede introducir en la red de distribución eléctrica. Es una de las energías renovables con mayores posibilidades.

Ventajas:

- Escaso impacto ambiental.
- No produce residuos perjudiciales para el medio ambiente.
- Distribuida por todo el mundo.
- No tiene más costes una vez instalada que el mantenimiento el cual es sencillo.
- No hay dependencia de las compañías suministradoras.

Inconvenientes:

- Se precisan sistemas de acumulación (baterías) que contienen agentes químicos peligrosos. Los depósitos de agua caliente deben protegerse contra la legionela.
 - Puede afectar a los ecosistemas por la extensión ocupada por los paneles en caso de grandes instalaciones.
 - Impacto visual negativo si no se cuida la integración de los módulos solares en el entorno.
- Durante el presente año, el Sol arrojará sobre la tierra 4.000 veces más energía de la que se va a consumir.

1.3.2. Radiación solar

El Sol es una estrella que se encuentra a una temperatura media de 5.500 °C, en cuyo interior tienen lugar una serie de reacciones que producen una pérdida de masa que se transforma en energía. Esta energía liberada del Sol se transmite al exterior mediante la denominada radiación solar.

La radiación en el sol es 63.450.720 W/m². Si suponemos que el sol emite en todas direcciones y construimos una esfera que llegue hasta la atmósfera terrestre, es decir, que tenga un radio de la distancia de 149,6 millones de Km podremos determinar cuál es la radiación en este punto. Este valor de la radiación solar recibida fuera de la atmósfera sobre una superficie perpendicular a los rayos solares es conocida como constante solar (1.353 W/m²), variable durante el año un $\pm 3 \%$ a causa de la elipticidad de la órbita terrestre.

A la tierra sólo le llega aproximadamente 1/3 de la energía total interceptada por la atmósfera, y de ella el 70 % cae en el mar. Aún así, es varios miles de veces el consumo energético mundial.

1.3.2.1. Tipos de radiación solar

En función de cómo inciden los rayos en la Tierra se distinguen tres componentes de la radiación solar:

- Directa: Es la recibida desde el Sol sin que se desvíe en su paso por la atmósfera.
- Difusa: Es la que sufre cambios en su dirección principalmente debidos a la reflexión y difusión en la atmósfera.
- Albedo Es la radiación directa y difusa que se recibe por reflexión en el suelo u otras superficies próximas.

Aunque las tres componentes están presentes en la radiación total que recibe la Tierra, la radiación directa es la mayor y más importante en las aplicaciones fotovoltaicas.

Cuando la radiación directa no puede incidir sobre una superficie debido a un obstáculo, el área en sombra también recibe radiación gracias a la radiación difusa.

Las proporciones de radiación directa, difusa y albedo que recibe una superficie dependen de:

- Condiciones meteorológicas: en un día nublado la radiación es prácticamente difusa, mientras que en uno soleado es directa.
- Inclinação de la superficie respecto al plano horizontal: una superficie horizontal recibe la máxima radiación difusa y la mínima reflejada.
- Presencia de superficies reflectantes: las superficies claras son las más reflectantes por lo que la radiación reflejada aumenta en invierno por el efecto de la nieve.

1.3.2.2. Movimiento del Sol

El Sol dibuja trayectorias diferentes según la estación del año. En invierno sube poco y en verano mucho, lo que hace que las sombras sean diferentes en unas estaciones y en otras. Para conocer el movimiento del Sol se utilizará un sistema de coordenadas con dos ángulos, que permite saber en cada momento donde se encuentra.

- Altura solar: es el ángulo formado por la posición aparente del Sol en el cielo con la horizontal del lugar.
- Azimut solar: es el ángulo horizontal formado por la posición del Sol y la dirección del verdadero sur.

Para obtener el azimut y la altura solar, se utilizan unas tablas que definen dichas coordenadas en función del día del año, de la hora solar y de la latitud, con las que se puede saber la posición del Sol en cada momento lo que permite calcular las sombras que producen los objetos en determinados momentos, o puede ayudar a programar un sistema de seguimiento solar.

Para conseguir la mayor producción de una instalación interesa que los paneles solares estén en todo momento perpendiculares a los rayos solares, para lo que el sistema de paneles deberá tener dos grados de libertad.

1.3.3. Efecto fotovoltaico

El efecto fotoeléctrico o fotovoltaico consiste en la conversión de luz en electricidad. Este proceso se consigue con algunos materiales que tienen la propiedad de absorber fotones y emitir electrones. Cuando los electrones libres son capturados, se produce una corriente eléctrica que puede ser utilizada como electricidad.

1.3.3.1. Conceptos básicos

La materia está constituida por átomos, que tienen dos partes bien diferenciadas:

- Núcleo: carga eléctrica positiva.
- Electrones: carga eléctrica negativa.

Los electrones giran alrededor del núcleo en distintas bandas de energía y compensan la carga positiva de éste, formando un conjunto estable y eléctricamente neutro.

Los electrones de la última capa se llaman electrones de valencia, y se interrelacionan con otros similares formando una red cristalina.

Eléctricamente hablando, existen tres tipos de materiales:

- Conductores: Los electrones de valencia están poco ligados al núcleo y pueden moverse con facilidad dentro de la red cristalina con un pequeño agente externo.
- Semiconductores: Los electrones de valencia están más ligados al núcleo pero basta una pequeña cantidad de energía para que se comporten como conductores.
- Aislantes: Tienen una configuración muy estable, con los electrones de valencia muy ligados al núcleo; la energía necesaria para separarlos de éste es muy grande.

Los materiales usados en las células fotovoltaicas son los semiconductores.

1.3.3.2. Materiales semiconductores

La energía que liga a los electrones de valencia con su núcleo es similar a la energía de los fotones (partículas que forman los rayos solares).

Cuando la luz solar incide sobre el material semiconductor, se rompen los enlaces entre núcleo y electrones de valencia, que quedan libres para circular por el semiconductor.

Al lugar que deja el electrón al desplazarse se le llama hueco y tiene carga eléctrica positiva (de igual valor que la del electrón pero de signo contrario).

Los electrones libres y los huecos creados por la radiación tienden a recombinarse perdiendo su actividad. Para que esto no ocurra, y poder aprovechar esta libertad de los electrones, hay que crear en el interior del semiconductor un campo eléctrico.

El material más utilizado en la fabricación de células solares es el silicio, que tiene cuatro electrones de valencia.

Para crear un campo eléctrico en este tipo de semiconductor se unen dos regiones de silicio tratadas químicamente (unión "p-n").

1.3.3.3. Unión "p-n"

Para conseguir un semiconductor de silicio tipo "n", se sustituyen algunos átomos del silicio por átomos de fósforo, que tiene cinco electrones de valencia.

Como se necesitan cuatro electrones para formar los enlaces con los átomos contiguos, queda un electrón libre.

De forma análoga, si se sustituyen átomos de silicio por átomos de boro que tiene tres electrones de valencia, se consigue un semiconductor tipo "p".

Al igual que el caso anterior, al formar los enlaces, falta un electrón, o dicho de otra forma, hay un hueco disponible.

Para conseguir una unión "p-n" se pone en contacto una superficie de semiconductor tipo "n" con la de un semiconductor tipo "p".

Los electrones libres del material tipo "n" tienden a ocupar los huecos del material tipo "p" y viceversa, creándose así un campo eléctrico que se hace cada vez más grande a medida que los electrones y los huecos continúan difundiéndose hacia lados opuestos.

El proceso continúa hasta que ya no se pueden intercambiar más electrones y huecos, consiguiéndose un campo eléctrico permanente sin la ayuda de campos eléctricos externos.

1.3.3.4. Ancho de banda prohibida

Para que se produzca el efecto fotovoltaico, es decir, para que se produzca una corriente eléctrica cuando incide energía sobre el material semiconductor, es necesario que los fotones tengan una energía mayor que un valor mínimo determinado, que se denomina ancho de banda prohibida (E_g).

A este valor mínimo también se le denomina "gap" de energía y se suele expresar en electrón-voltios.

$$1 \text{ eV (electrón-voltio)} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

- La energía que se aprovecha de cada fotón es la E_g . Si los materiales utilizados en la fabricación de las células fotovoltaicas tienen una E_g muy pequeña, se desaprovecharía mucha energía.
- Si la E_g es muy grande, las células se mostrarían transparentes a la mayoría de los fotones incidentes ya que el espectro de la luz solar se distribuye sobre un rango de longitudes de onda que va desde $0,35 \mu\text{m}$ hasta algo más de $3 \mu\text{m}$.
- El valor óptimo de E_g está en torno a $1,5 \text{ eV}$.

2. DEFINICIÓN DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA INSTALACIÓN

Dentro del mundo de la energía solar, se abre un nuevo campo denominado "Instalaciones Conectadas a Red".

Estos sistemas consisten en captar la radiación solar emitida hacia la tierra todos los días del año y transformarla en energía eléctrica mediante la instalación de un campo fotovoltaico, compuesto por paneles solares.

Esa energía generada se vierte directamente en la red de distribución mediante un inversor de corriente específico para este tipo de instalaciones. Al contrario que los sistemas aislados, la energía captada no se almacena en acumuladores para aprovecharla en periodos de baja o nula radiación solar.

Esencialmente el sistema se compone de un campo de paneles y un inversor de características un poco especiales, y que es el elemento clave de la conexión.

Características de un Sistema de Conexión a Red

- No pueden contar con ningún mecanismo de acumulación de energía (baterías), por tanto:
 - No se pierde la energía generada cuando los acumuladores están llenos.
 - El mantenimiento de la instalación resulta más sencillo, y los costes de conservación son más baratos.
- El usuario no percibe ningún cambio en el servicio eléctrico, manteniendo la misma seguridad de suministro y sabiendo que cada kW que produzca el generador contribuye a disminuir la generación de energía eléctrica por otros medios contaminantes. Sí la instalación se lleva a cabo en un emplazamiento que ya cuenta con consumos, éstos se atienden mediante el suministro convencional ya existente, mientras que la energía generada se vierte en su totalidad a la red de distribución.
- La conexión a red también se suele dar en forma de grandes huertas solares que permiten la recuperación de la inversión y la generación de beneficios continuos para el inversionista durante toda la vida de la instalación fotovoltaica. Este tipo de instalaciones han de ser proyectadas conforme a la normativa medioambiental, debido a su gran impacto en el entorno. Además, se deberá tener en cuenta la capacidad de las líneas de distribución y, en su caso, los centros de transformación a las que se pretende verter la energía generada.

2.1. SISTEMA GENERADOR FOTOVOLTAICO

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, como por ejemplo:

- Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT.
- Join Research Centre Ispra.
- Etc.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble:

- Modelo y nombre o logotipo del fabricante.
- Identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales, y tendrán un grado de protección IP65.
 - Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
 - Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 10\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.
 - Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas del encapsulante.
 - Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células.
 - La estructura del generador y los marcos metálicos de los módulos se conectarán a tierra cuando las tensiones nominales en continua superen los 48 V.
 - Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.
- Las células solares constituyen un producto intermedio: proporcionan valores de tensión y corriente limitados en comparación a los requeridos normalmente por los aparatos usuarios, son extremadamente frágiles, eléctricamente no aisladas y sin un soporte mecánico. Se ensamblan de la manera adecuada para formar una única estructura: el módulo fotovoltaico, que es una estructura sólida y manejable.

A continuación se definen las características y especificaciones técnicas del módulo fotovoltaico utilizado en este proyecto:

CARACTERÍSTICAS DEL MODULO FOTOVOLTAICO	
MODELO	A-250M
FABRICANTE	ARTESA
PARÁMETROS ELECTRICOS	
POTENCIA NOMINAL	250 Wp
CORRIENTE NOMINAL	8,24 A
TENSION NOMINAL	30,35 V
CORRIENTE CORTOCIRCUITO	8,79 A
TENSION CIRCUITO ABIERTO	37,62 V
MAXIMA TENSION DEL SISTEMA	1000 V
TOLERANCIA DE POTENCIA	+3%/-3%
COEFICIENTE DE TEMPERATURA DE $I_{sc}(a)$	0,03%/°C
COEFICIENTE DE TEMPERATURA DE $V_{oc}(\beta)$	-0,34%/°C
COEFICIENTE DE TEMPERATURA DE $P(\gamma)$	-0,43%/°C
DIMENSIONES Y PESO	
LONGITUD	1645 mm
ANCHURA	990 mm
ALTURA	40 mm
PESO	21,5 kg

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

- 60 células monocristalinas de alto rendimiento
- Tolerancia mínima de potencia de $\pm 3\%$ para máximos rendimientos del sistema
- Rendimiento garantizado por 10 años (90%)
- Rendimiento garantizado por 25 años (80%)
- Listos para la conexión con cables de 4 mm² y conectores H+S Radox Solar
- Cumplimiento de las normas CEI 61215 / producción según la norma ISO 9001:2000
- Clase de protección II hasta 1.000 V de tensión del sistema
- Apto para sistemas de alimentación a la red

2.2. SEGUIDOR SOLAR A DOS EJES

Con el fin de optimizar la producción de energía obtenida mediante los paneles fotovoltaicos utilizados, se ha previsto su instalación en un conjunto de seguidores solares a dos ejes, de modo que el plano de proyección de cada panel al sol sea total a lo largo de las distintas posiciones del sol, obteniendo así un plano de exposición perpendicular al sol permanente. Los seguidores solares son capaces de incrementar en más de un 35% la producción de energía solar fotovoltaica respecto a una instalación fija, lo que permite maximizar la rentabilidad al reducir la inversión en paneles solares.

Cimentación mediante zapata superficial que no requiere excavación. Solamente ha de realizarse una limpieza del terreno eliminando la primera capa de vegetación y posterior allanado de terreno.

Los seguidores se conectan a una estación meteorológica que con la ayuda de autómatas PLC, se orienta ante las diversas situaciones climatológicas. La programación del autómata permite actuar al seguidor ante nieve, tormenta eléctrica, niebla, oscuridad y viento. Es capaz de soportar vientos de hasta 140 km/h, programándose la posición horizontal a vientos superiores a 80 km/h.

Cada seguidor solar cuenta con su propio autómata PLC independiente y programable, mediante el cual el seguidor realiza el seguimiento solar astronómico, actúa en función del clima exterior y permite una operación a distancia.

A continuación se definen las características y especificaciones técnicas del seguidor solar utilizado en este proyecto:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SEGUIDOR	
MODELO	SR-29
FABRICANTE	CLAVIJO
EJE DE SEGUIMIENTO	2 EJES: AZIMUTAL Y CENITAL
CONFIGURACION DE PARRILA	8 FILAS X 19 METROS
SUPERFICIE DE MODULOS	256,6 m ²
DISTRIBUCION DE MODULOS	
CANTIDAD	8 X 18 = 144 MODULOS
POTENCIA	36 kWp
MATERIAL ESTRUCTURA	ACERO GALVANIZADO
AZIMUTAL	
CAMPO DE GIRO	270°(-135° a +135°)
ACCIONAMIENTO	REDUCTOR Y CORONA DE ORIENTACION
MOTOR	0,33 kW
FRENO	ELECTRICO Y NEUMATICO
CONTROL DE MOVIMIENTO	POTENCIOMETRO ABSOLUTO
SEGURIDAD	MEDIANTE AUTOMATA Y 2 FINALES DE CARRERA CON ROLDANA
CENITAL	
CAMPO DE GIRO	0° a 50°

MOTOR	0,75kW			
ACCIONAMIENTO	CENTRAL+ 2 CILINDROS HIDRAULICOS			
CONTROL DE MOVIMIENTO	INCLINOMETRO ABSOLUTO			
SEGURIDAD	ANEMÓMETRO-POSICION DE SEGURIDAD			
ESTRUCTURA				
PESO SIN MODULOS	8000 Kg			
PESO CON MODULOS	11600 Kg			
CONSUMO	0,5 Kw/Dia			
GARANTIA	10 AÑOS			
DISTANCIA ENTRE SEGUIDORES	N-S	36 m	E-W	45 m

2.3. INVERSOR

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Los inversores que se utilizan en instalaciones conectadas a red son específicos, puesto que deberán de asegurar el seguimiento de los valores de tensión y frecuencia de la red de distribución a la que están conectados, así como impedir el funcionamiento en modo isla en caso que se descargue la línea para realizar labores de mantenimiento.

Deberán de cumplir los requisitos especificados en el Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de distribución, en cuanto a:

- Forma de conexión.
- Rangos de tensión y frecuencia admitidos.
- Factor de potencia.
- Dispositivos y elementos de seguridad con que debe contar la instalación en general.
- Etc.

El IDAE en su pliego señala las siguientes pautas para inversores conectados a la red:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- El principio de funcionamiento será una fuente de corriente.
- Serán autoconmutados.
- Tendrán un seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.
- Cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencias de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

- Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

- Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz. Podrá ser externo al inversor.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10 % superior a las condiciones estándar de medida (CEM). Además soportará picos de magnitud un 30 % superior a las CEM durante periodos de hasta 10 segundos.
- Los valores de eficiencia al 25 % y 100 % de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85 % y 88 % respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si le hubiera) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90 % al 92 % para inversores mayores de 5 kW.
- El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5 % de su potencia nominal.
- El factor de potencia de la potencia generada, deberá ser superior a 0,95 entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá verter energía en red.
- Los inversores tendrán un grado de protección mínima:
 - IP20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles.
 - IP30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles.
 - IP65 para inversores instalados a la intemperie.
 (En cualquier caso se cumplirá la legislación vigente).
- Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales:
 - Entre 0 °C y 4 °C de temperatura.
 - Entre 0 % y 85 % de humedad relativa.
 A continuación se definen las características y especificaciones técnicas del inversor utilizado en este proyecto:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
MODELO	SOLARMAX 100C
FABRICANTE	SOLARMAX
LADO DE ENTRADA (CC)	
POTENCIA CC MÁXIMA	130 kW
RANGO DE TENSIONES MPP	430...800 VCC
TENSIÓN DE ENTRADA MÁXIMA	900 VCC
RANGO DE TENSIONES NOMINALES	540...635 VCC
CORRIENTE DE ENTRADA	0...225 ACC
ONDULADO DE CORRIENTE	< 4 % PICO-PICO
LADO DE SALIDA (CA)	
POTENCIA NOMINAL	100 kW
POTENCIA MÁXIMA	100 kW
TENSIÓN	3 · 400 + 10 % / - 15 % VCA
CORRIENTE DE SALIDA	0...153 ACA
FACTOR DE POTENCIA (PF)	> 0,98
NOMINAL DE RED	50 Hz / 45...52 Hz
DISTORSIÓN ARMÓNICA	< 3 %
DATOS DE SISTEMA	
PERDIDAS DE CARGA	2...7 W
RENDIMIENTO MÁXIMO	96%
RENDIMIENTO EUROPEO	94,80%
TEMPERATURA AMBIENTE	20 °C...40 °C
TIPO DE PROTECCIÓN	IP20
TOPOLOGIA	PWM (IGBT) CON TRANSFORMADOR
HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE	0...98 % SIN CONDENSACIÓN
ESTANDARES	CERTIFICADO POR TÜV RHEINLAND
PANEL DE CONTROL	DOS LÍNEAS DE 16 CARACTERES LCD CON ILUMINACIÓN DEFONDO
COMUNICACIÓN DE DATOS	INTERFAZ RS232 / RS485 INTEGRADO
DIMENSIONES	120 x 80 x 130 cm
PESO	600 kg

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Inversor compacto sinusoidal PWM
- Máxima eficiencia
- Eficiencia MPP mayor al 99 %
- Procesador de señales digitales (DSP)
- Atractiva relación precio/rendimiento
- Bajo peso y optimización de necesidad de espacio físico
- Garantía de 2 años, prolongable hasta 20 años
- Equipados de serie con puertos RS232 / RS485
- Opción MaxControl para alarma automática, supervisión del Inversor y evaluación de datos de Rendimiento.
- SolarMax ha sido certificado por TÜV Rheinland.
- Servicio de entrega puntual.
- Hotline y rápida respuesta de servicio.

2.4. PROTECCIONES

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a red de baja tensión y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

En conexiones a la red trifásicas, las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 y 0,85 V respectivamente) serán para cada fase.

Las protecciones quedaran definidas en el apartado 3.3. Cálculo del cableado y en el esquema unifilar.

2.5. CABLEADO

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos:

- Los conductores de la parte de continua deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior al 1,5 %.
 - Los conductores de la parte de alterna deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior al 2 %.
- (En ambos casos se tomarán como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones).

- Se incluirá toda la longitud de cable de continua y de alterna, debiendo tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.
- Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

El cableado quedara definido en el apartado 3.3. Cálculo del cableado y en el esquema unifilar.

2.6. PUESTA A TIERRA

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la

Memoria de Solicitud y de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

La puesta a tierra vendrá calculada en el apartado 3.4. Cálculo de la toma a tierra.

2.7. APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

Se utilizarán celadas modulares de la empresa ORMAZABAL de la serie CGM. Las celdas CGM forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para Media Tensión, con una función específica por cada módulo o celda. Cada función dispone de su propia envolvente metálica que alberga una cuba llena de gas SF₆, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

La prefabricación de estos elementos, y los ensayos realizados sobre cada celda fabricada, garantizan su funcionamiento en diversas condiciones de temperatura y presión. Su aislamiento integral en SF₆ las permite resistir en perfecto estado la polución e incluso la eventual inundación del Centro de Transformación, y reduce la necesidad de mantenimiento, contribuyendo a minimizar los costes de explotación.

El conexionado entre los diversos módulos, realizado mediante un sistema patentado, es simple y fiable, y permite configurar diferentes esquemas para los Centros de Transformación con uno o varios transformadores, seccionamiento, medida, etc. La conexión de los cables de acometida y del transformador es igualmente rápida y segura.

Escogeremos una celda de línea (CML) y una celda de protección con fusibles (CMP-F) para proteger el transformador y las colocaremos junto a este en el centro de transformación.

En la caseta de protección y medida colocaremos cinco celdas:

- 1 celda de medida (CMM)
- 1 celda de interruptor automático de corte en vacío (CMP-V)
- 1 celda de interruptor pasante (CMIP)
- 2 celdas de línea (CML)

Ahora haremos una breve descripción de cada celda:

- Celda de línea (CML): Dotada con un interruptor-seccionador de tres posiciones (en lo sucesivo interruptor), permite comunicar el embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornas de los cables de Media Tensión.

- Celda de protección con fusibles (CMP-F): Además de un interruptor igual al de la celda de línea, incluye la protección con fusibles, permitiendo su asociación o combinación con el interruptor.

Opcionalmente puede incorporar el sistema autónomo de protección RPTA.

- Celda de interruptor automático de corte en vacío (CMP-V): Incluye un interruptor automático de corte en vacío y un seccionador de tres posiciones en serie con él. Está dotada del sistema autónomo de protección

RPGM, que permite la realización de funciones de protección.

- Celda de interruptor pasante (CMIP): Dispone de un interruptor en el embarrado de la celda, con objeto de permitir la interrupción en carga del embarrado principal del Centro de Transformación.

Opcionalmente se puede incluir un seccionador de puesta a tierra a uno u otro lado del embarrado.

- Celda de medida (CMM): Esta celda, de reducidas dimensiones, permite incluir en un bloque homogéneo con las otras funciones del sistema CGM los transformadores de medida de tensión e intensidad.

2.8. TRANSFORMADOR

Para este proyecto elegiremos dos transformadores de potencia 630 kVA de la marca COTRADIS con un nivel de aislamiento de 24 kV.

Estos transformadores cumplen las siguientes características:

- Transformadores trifásicos, 50 Hz para instalación en interior o en exterior.
- Sumergidos en aceite mineral de acuerdo a la norma UNE 21-320/5-IEC 296.
- Cuba de aletas.
- Refrigeración natural (ONAN).
- El color de la capa exterior será azul verdoso muy oscuro del tipo 8010-B10G según norma UNE 48103.

Accesorios de serie:

- Conmutador de regulación maniobrable sin tensión.
- Pasatapas MT de porcelana.
- Pasabarras BT de porcelana.
- 2 Terminales de tierra.
- Dispositivo de vaciado y toma de muestras.
- Dispositivo de llenado.
- Placa de características.
- Placa de seguridad e instrucciones de servicio.
- 2 Cáncamos de elevación.
- 4 Dispositivos de arriostamiento.
- 4 Dispositivos de arrastre.
- Protección 2 Reles DGPT2

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
POTENCIA	630kVA
TENSIÓN PRIMARIO	24 Kv
TENSIÓN SECUNDARIO EN VACÍO	420 V ENTRE FASES EN VACÍO
REGULACIÓN SIN TENSIÓN	$\pm 2,5 \pm 5\%$ ó $+2,5 +5 +7 +10\%$
GRUPO DE CONEXIÓN	Dyn11
PÉRDIDAS EN VACÍO	1.700 W
PÉRDIDAS EN CARGA	10.500 W
IMPEDANCIA DE CORTOCIRCUITO % A 75 °C	6
INTENSIDAD DE VACÍO AL 100 % DE V_n	1.3
TENSIÓN DE CORTOCIRCUITO (V_{cc})	4%

3. CALCULOS DE LA INSTALACIÓN

A diferencia de una instalación aislada, donde se deben satisfacer unas necesidades energéticas, las instalaciones conectadas a red tienen como objetivo la producción energética para, posteriormente, ser introducida en la red de distribución. Dado que no hay dichas necesidades energéticas, estas instalaciones buscan una buena producción energética para obtener en consecuencia unos resultados económicos tales que hagan atractivos los tiempos de retorno de la inversión inicial.

En consecuencia, el procedimiento de cálculo de estas instalaciones difiere con el de las instalaciones aisladas, aunque en ambos casos llegan a manejarse las mismas expresiones para el cálculo de algunos parámetros.

Básicamente, se busca conocer la producción energética de un campo solar, que estará definido por las características energéticas de un campo solar, que estará definido por las características técnicas del módulo solar y del inversor empleado.

El método de cálculo es el siguiente:

- Determinar la cantidad de energía incidente disponible en la ubicación de la instalación.
- Determinar las pérdidas por efecto de la orientación e inclinación del campo de captación, así como de las sombras, si las hubiese.
- Definir los principales elementos que constituyen la instalación.
- Determinar un valor que defina el rendimiento de la instalación y contemple la eficiencia de los elementos integrantes y su respuesta ante factores como la temperatura, el comportamiento de la red, factores ambientales, etc. (PR).
- Estimar la producción energética mensual y anual de la instalación.

3.1. CALCULO DEL CAMPO GENERADOR FOTOVOLTAICO

3.1.1. Número de módulos en serie

Número de placas:

$$\begin{aligned}\text{Número de placas} &= \text{Potencia total} / \text{Potencia total de cada placa} = \\ &= 100 \text{ kW} / 250 \text{ W} = 400 \text{ placas}\end{aligned}$$

Número de placas en serie:

$$\begin{aligned}\text{Número de placas en serie} &= \text{Tensión a la entrada del inversor} / \text{Tensión nominal de la placa} = \\ &= 546,3 \text{ V} / 30,35 \text{ V} = 18 \text{ placas}\end{aligned}$$

Tensión por rama en punto de máxima potencia:

$$\begin{aligned}\text{Tensión máxima de entrada} &= \text{Número de placas en serie} \cdot \text{Tensión nominal de la placa} = 18 \cdot \\ &30,35 \text{ V} = 546,3 \text{ V}\end{aligned}$$

Tensión en circuito abierto de la rama:

$$\begin{aligned}\text{Tensión en circuito abierto de la rama} &= \text{Número de placas en serie} \cdot \text{Tensión de circuito abierto} \\ &\text{de la placa} = 18 \cdot 37,62 = 677,16 \text{ V}\end{aligned}$$

-Potencia por rama:

$$\begin{aligned}\text{Potencia por rama} &= \text{Número placas en serie} \cdot \text{Potencia máxima placa} / 1.000 = 18 \cdot 250 / 1.000 \\ &= 4,5 \text{ kW}\end{aligned}$$

3.1.2. Número de ramas en paralelo

Número de ramas en paralelo:

$$\begin{aligned}\text{Número de ramas en paralelo} &= \text{Número de placas totales} / \text{Número de placas en serie} = 432 / \\ &18 = 24 \text{ ramas en paralelo.}\end{aligned}$$

Potencia del campo solar para cada inversor:

$$\text{Potencia inversor} = \text{Número de ramas en paralelo} \cdot \text{Potencia por rama} = 24 \cdot 4,5 = 108 \text{ kW}$$

Corriente máxima de entrada al inversor:

$$\begin{aligned}\text{Corriente máxima de entrada al inversor} &= \text{Número de ramas en paralelo} \cdot \text{Corriente de} \\ &\text{cortocircuito placa} = 24 \cdot 8,24 \text{ A} = 197,76 \text{ A}\end{aligned}$$

3.1.3. Número de grupos

Potencia total instalada en campo solar:

$$\text{Potencia total instalada en campo solar} = 108 \text{ W} \cdot 10 = 1.080 \text{ kW}$$

Potencia nominal de la instalación:

$$\text{Potencia nominal de la instalación} = 100 \text{ W} \cdot 10 = 1 \text{ MW}$$

3.2. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA

En la Memoria de Solicitud se incluirán las producciones mensuales máximas teóricas en función de la irradiancia, la potencia instalada y el rendimiento de la instalación.

Los datos de entrada que deberá aportar el instalador son los siguientes:

- Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal
- Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador
- Rendimiento energético de la instalación o “performance ratio”, PR
- La estimación de la energía inyectada

3.2.1. Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal

El valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal, $G_{dm}(0)$, en $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$, se ha obtenido a partir de los datos dados por “Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)” que cuentan con la aprobación de la comisión europea.

3.2.2. Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador

El valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador, $G_{dm}(\alpha, \beta)$, en $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$, se ha obtenido al igual que en el caso anterior a partir de los datos dados por “Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)” que cuentan con la aprobación de la comisión europea, el parámetro α representa el azimut y β la inclinación del generador, estos dos datos también son proporcionados por el PVGIS.

3.2.3. Rendimiento energético de la instalación o “performance ratio”, PR

El “performance ratio”, PR, es la eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, que tiene en cuenta:

- La dependencia de la eficiencia con la temperatura
- La eficiencia del cableado
- Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad
- Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia
- La eficiencia energética del inversor
- Otros

PR puede englobar tanto factores como el diseñador pueda cuantificar, a fin de establecer un valor de eficiencia de la instalación lo más aproximado a las condiciones reales, y se estima mediante la siguiente expresión, y su valor varía en el tiempo en función de las distintas condiciones a las que se ve sometida la instalación:

$$\text{PR (\%)} = (100 - A - P_{\text{temp}}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F$$

Cada uno de los términos de la expresión de PR es complejo por lo que se explicarán por separado:

3.2.3.1. Pérdidas por dispersión de los parámetros entre los módulos (A1)

Estas pérdidas son debidas a que los módulos no operan normalmente en las mismas condiciones que las reconocidas como estándar de medida, CEM. Un rango de valores del 10 % es una dispersión elevada, un 5 % es un valor adecuado, y valores inferiores al 5 % se identifican con un buen campo solar en este aspecto. En nuestro caso hemos cogido una pérdidas de un 3 % que es el valor de tolerancia que nos ha dado el fabricante de los módulos.

3.2.3.2. Pérdidas por efecto del polvo y la suciedad depositada sobre los módulos solares (A2)

Éste es un valor muy variable, puesto que depende del emplazamiento de la instalación. Evidentemente, una instalación próxima a una vía no asfaltada se encontrará más afectada por el polvo que otra situada en una zona urbanizada. Lo mismo se puede esperar con la polución en las ciudades.

La posibilidad de realizar mantenimientos periódicos en este aspecto influye a la hora de estimar este coeficiente. El rango de valores estaría entre el 1 % para instalaciones poco afectadas por el polvo y suciedad, hasta el 8 % donde este aspecto puede tener una mayor influencia. Nosotros hemos cogido unas pérdidas del 3 % que corresponden a una situación baja de polvo y suciedad.

3.2.3.3. Pérdidas por reflectancia angular y espectral (A3)

El acabado superficial de las células tiene influencia sobre este coeficiente, presentando mayores pérdidas en aquellas células con capas antirreflexivas que las que están texturizadas. También la estacionalidad influye en este parámetro, aumentando las pérdidas en invierno, así como con la latitud.

Un rango de valores puede ser entre el 2 % y el 6 %. Tomaremos unas pérdidas de un 3 % que es el valor medio anual estimado en el pliego de condiciones.

3.2.3.4. Factor de sombras (A4)

Un rango de valores puede ser entre el 1 % (valor mínimo por defecto) y el 10 %, que es el valor máximo a partir del cual las sombras pueden repercutir negativamente en el correcto funcionamiento de la instalación. Los cálculos teóricos realizados con el programa PVSYST nos proporcionan según la ubicación de la instalación unas pérdidas del 1,74%. Se tomara un factor de sombra de un 2% por aproximación

3.2.3.5. Total de pérdidas en el generador (A)

El total de pérdidas en el generador (A) es la suma de las pérdidas por dispersión de los parámetros entre los módulos (A1), por efecto del polvo y la suciedad depositada sobre los módulos solares (A2), por reflectancia angular y espectral (A3) y por sombras (A4):

$$A = A1 + A2 + A3 + A4 = 3 \% + 3 \% + 3 \% + 2 \% = 11 \%$$

El total de pérdidas en el generador son de un 11 %.

3.2.3.6. Pérdidas en el cableado de la parte de corriente continua (B)

Son pérdidas entre los módulos fotovoltaicos y el inversor. Se incluyen las pérdidas en los fusibles, conmutadores, conexiones, etc. El valor máximo admisible para $L_{cab_{cc}}$ (pérdidas en el cableado de la parte de corriente continua) es 1,5 %. B es un coeficiente relacionado con las pérdidas en el cableado de la parte de corriente continua:

$$B = (1 - L_{cab_{cc}}) = (1 - 0,015) = 0,985$$

El valor del coeficiente relacionado con las pérdidas en el cableado de la parte continua es de 0,985.

3.2.3.7. Pérdidas en el cableado de la parte de corriente alterna (C)

Al igual que el anterior está relacionado con las pérdidas en el cableado, pero en este caso en la parte de corriente alterna. El valor máximo admisible para $L_{cab_{ca}}$ es 2 % y un valor recomendable es el 0,5 %. Elegiremos el valor máximo de pérdidas en el cableado que es de un 2 %. C es un coeficiente relacionado con las pérdidas en el cableado de la parte de corriente alterna:

$$C = (1 - L_{cab_{ca}}) = (1 - 0,02) = 0,98$$

El valor del coeficiente relacionado con las pérdidas en el cableado de la parte alterna es de 0,98.

3.2.3.8. Pérdidas por disponibilidad (D)

Son las pérdidas por disponibilidad de la instalación, de forma parcial o total, debido a fallos en la red, mantenimiento, etc. Un valor adecuado para las pérdidas por dispersión es el 5 %, este valor de pérdidas será el que elijamos para nuestra instalación. D está relacionado con estas:

$$D = (1 - L_{disp}) = (1 - 0,05) = 0,95$$

El valor del coeficiente relacionado con las pérdidas por disponibilidad de la instalación es de 0,95.

3.2.3.9. Pérdidas por el rendimiento del inversor (E)

Son las pérdidas ocasionadas por el rendimiento del inversor. En este caso el fabricante nos da un rendimiento del 96 %. Hay que atender a los valores de rendimiento europeo. Por lo tanto, el valor de E que representa el valor de eficiencia del inversor es de 94,8 %.

3.2.3.10. Pérdidas por rendimiento de seguimiento del punto de máxima potencia del generador (PMP)

Son las pérdidas por el no seguimiento del Punto de Máxima Potencia (PMP) y en los umbrales de arranque del inversor. Unos valores de referencia para estas pérdidas pueden ser entre el 5 % y el 10 %, nosotros tomaremos como un valor de referencia el 5 %. F está relacionado con estas pérdidas de tal forma que:

$$F = (1 - L_{disp}) = (1 - 0,05) = 0,95$$

El valor del coeficiente relacionado con las pérdidas por rendimiento de seguimiento del punto de máxima potencia del generador es de 0,95.

3.2.3.11. Pérdidas por temperatura (P_{temp})

Las pérdidas medias anuales debidas al efecto de la temperatura sobre las células fotovoltaicas se calculan según la siguiente fórmula:

$$P_{temp} (\%) = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_c - 25)]$$

Siendo T_c la temperatura de trabajo de las células solares:

$$T_c = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800)$$

Donde:

T_{amb} = Temperatura ambiente en °C

T_{ONC} = Temperatura de operación nominal del módulo fotovoltaico. Este valor lo proporciona el Fabricante

E = Irradiancia solar en W / m²

La temperatura de las células se eleva por encima de la temperatura ambiente de forma proporcional a la irradiancia incidente, lo que tiene como consecuencia una reducción del rendimiento de las mismas.

La temperatura es un factor a tener en cuenta en el momento de estudiar el emplazamiento de la instalación. Lugares ventilados reducen la temperatura de operación de los módulos fotovoltaicos presentando mayores rendimientos que aquellas que no lo están. Es un factor importante en instalaciones que contemplen su integración como un elemento diferenciador. Puede darse el caso que la máxima producción de una instalación no se corresponda con los períodos estivales, sino con períodos de primavera y otoño, en donde los índices de radiación son buenos y la temperatura ambiente es menor que en verano, a pesar de contar éste con mayor radiación.

A continuación calculamos la temperatura de trabajo de las células solares, las pérdidas debidas al efecto de la temperatura sobre las células fotovoltaicas y el rendimiento energético de la instalación para cada mes:

• **Enero:**

$$T_c = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800) = 7.2 + (47 - 20) \cdot (1000 / 800) = 40.95^\circ$$

$$P_{temp} = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_c - 25)] = 5.58 \%$$

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F = (100 - 11 - 5.58) \cdot 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,948 \cdot 0,95 = 68.89 \%$$

• **Febrero:**

$$T_c = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800) = 8.3 + (47 - 20) \cdot (1000 / 800) = 42.05^\circ$$

$$P_{temp} = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_c - 25)] = 5.96 \%$$

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F = (100 - 11 - 5.96) \cdot 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,948 \cdot 0,95 = 68.57 \%$$

• **Marzo:**

$$T_c = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800) = 11.6 + (47 - 20) \cdot (1000 / 800) = 45.35^\circ$$

$$P_{temp} = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_c - 25)] = 7.122 \%$$

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F = (100 - 11 - 7.122) \cdot 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,948 \cdot 0,95 = 67.62\%$$

• **Abril:**

$$T_c = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800) = 13.6 + (47 - 20) \cdot (1000 / 800) = 47.35^\circ$$

$$P_{temp} = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_c - 25)] = 7.822\%$$

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F = (100 - 11 - 7.822) \cdot 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,948 \cdot 0,95 = 67.04 \%$$

• **Mayo:**

$$T_c = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800) = 17.7 + (47 - 20) \cdot (1000 / 800) = 51.45^\circ$$

$$P_{temp} = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_c - 25)] = 9.26 \%$$

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F = (100 - 11 - 9.26) \cdot 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,948 \cdot 0,95 = 65.85 \%$$

• **Junio:**

$$T_c = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800) = 22.3 + (47 - 20) \cdot (1000 / 800) = 56.05^\circ$$

$$P_{temp} = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_c - 25)] = 10.86\%$$

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F = (100 - 11 - 10.86) \cdot 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,948 \cdot 0,95 = 64.52 \%$$

• **Julio:**

$$T_c = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800) = 24.3 + (47 - 20) \cdot (1000 / 800) = 58.05^\circ$$

$$P_{temp} = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_c - 25)] = 11.56 \%$$

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F = (100 - 11 - 11.56) \cdot 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,948 \cdot 0,95 = 63.95 \%$$

• **Agosto:**

$$T_c = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800) = 24.1 + (47 - 20) \cdot (1000 / 800) = 57.85^\circ$$

$$P_{temp} = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_c - 25)] = 11.49 \%$$

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F = (100 - 11 - 11.49) \cdot 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,948 \cdot 0,95 = 64\%$$

• **Septiembre:**

$$T_c = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800) = 20.4 + (47 - 20) \cdot (1000 / 800) = 54.15^\circ$$

$$P_{temp} = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_c - 25)] = 10.20 \%$$

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F = (100 - 11 - 10.20) \cdot 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,948 \cdot 0,95 = 65.07 \%$$

• **Octubre:**

$$T_c = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800) = 16,6 + (47 - 20) \cdot (1000 / 800) = 50.35^\circ$$

$$P_{temp} = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_c - 25)] = 8.87 \%$$

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F = (100 - 11 - 8.87) \cdot 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,948 \cdot 0,95 = 66.17\%$$

• **Noviembre:**

$$T_c = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800) = 10.5 + (47 - 20) \cdot (1000 / 800) = 44.25^\circ$$

$$P_{temp} = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_c - 25)] = 6.73 \%$$

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F = (100 - 11 - 6.73) \cdot 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,948 \cdot 0,95 = 67.94 \%$$

• **Diciembre:**

$$T_c = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800) = 7.1 + (47 - 20) \cdot (1000 / 800) = 40.85^\circ$$

$$P_{temp} = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_c - 25)] = 5.54 \%$$

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F = (100 - 11 - 5.54) \cdot 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,948 \cdot 0,95 = 68.92 \%$$

3.2.4. Estimación de la energía inyectada y Producción anual esperada

Para realizar una estimación de la energía aportada por una instalación solar fotovoltaica a la red de baja tensión (E_p), basta con conocer el valor de la radiación disponible en el plano de captación y el rendimiento global de la instalación que se diseña. La estimación de la energía inyectada se realizará de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_p = (G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot P_{mp} \cdot PR) / G_{CEM}$$

Donde:

$G_{dm}(\alpha, \beta)$ = Valor medio mensual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en las condiciones de orientación e inclinación del plano de captación solar (kWh/m² · día)

P_{mp} = Potencia pico del generador (kWp) = 1080 kWp

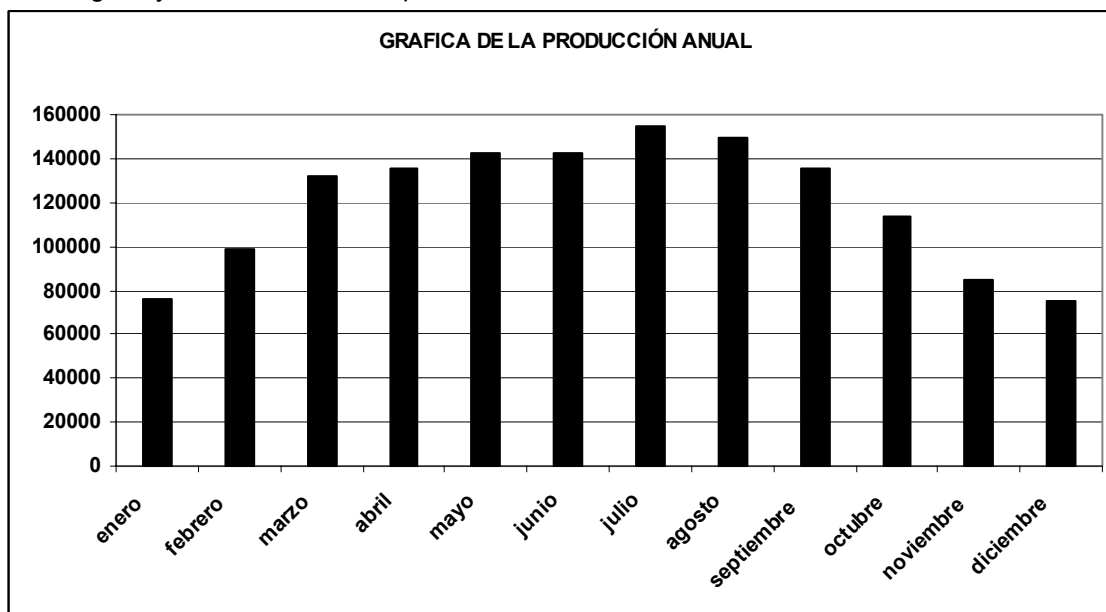
PR = Rendimiento energético de la instalación o "Performance Ratio"

G_{CEM} = Constante de valor 1 kW/m²

Los datos se presentan en una tabla con los valores medios mensuales y el promedio anual, acompañada por una grafica de la producción mensual.

	$G_{dm}(\alpha, \beta)$	$T(^{\circ}C)$	$PR(\%)$	Total de días al mes	$E_p(kWh/día)$	$E_p(Kwh/mes)$
Enero	3.31	7.2	68.9	31	2462.79	76346.38
Febrero	4.77	8.3	68.57	28	3532.71	98915.9
Marzo	5.84	11.6	67.62	31	4265	132214.99
Abril	6.22	13.6	67.04	30	4503.68	135110.44
Mayo	6.47	17.7	65.85	31	4601.88	142658.42
Junio	6.83	22.3	64.52	30	4759.67	142795.75
Julio	7.21	24.3	63.95	31	4979.67	154369.62
Agosto	6.96	24.1	64	31	4811.35	149151.71
Septiembre	6.41	20.4	65.07	30	4505.18	135155.37
Octubre	5.12	16.6	66.17	31	3659.26	113437.03
Noviembre	3.87	10.5	67.93	30	2839.58	85187.47
Diciembre	3.24	7.1	68.92	31	2411.71	74763.16
TOTAL	5.52	15.3	66.55	365	3967.54	1440106.3

La energía inyectada anual será aproximadamente de 1.440 Mwh/año



3.2.5. Distancia mínima entre seguidores

La distancia mínima, medida sobre la horizontal, entre un seguidor, de altura 5.68 metros y otro, será la que garantice un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Siguiendo las recomendaciones del proveedor la distancia mínima será de 36 metros dirección N-S y de 45 metros dirección E-W estos datos proporcionados han sido contrastados mediante el programa de simulación PVSYST.

3.3. CALCULO DEL CABLEADO

El presente apartado tiene por finalidad establecer las características del sistema de protecciones que deberá disponer una central fotovoltaica conectada a la red de distribución BT.

Para el resto de prescripciones que no estén contempladas deberá cumplirse lo establecido en la ITCBT- 40 del REBT y el RD 1663/2000.

Los equipos que constituyen el sistema de protecciones de la central solar fotovoltaica son los siguientes:

En el punto de conexión con la red de distribución BT, se instalará un Interruptor General de apertura manual, accesible al personal de ERZ ENDESA, que será un Interruptor de Control de Potencia Magnetotérmico (ICPM) con intensidad de cortocircuito superior a la del punto de conexión.

El ICPM deberá reunir las siguientes características:

- La intensidad nominal del ICPM será la inmediatamente superior que corresponda a la potencia nominal de la central fotovoltaica.
- Para conexión trifásica a la red de distribución (centrales fotovoltaicas $P > 5$ kW): ICPM tetrapolar, tres polos protegidos y neutro de arrastre seccionable.

- Los Interruptores de Control de Potencia de intensidad nominal asignada superior a 63 A serán siempre tetrapolares para suministros trifásicos, tres polos protegidos y neutro de arrastre seccionable, pudiendo ser fijos o regulables.
- El sistema de regulación será precintable.
- Los Interruptores de Control de Potencia de intensidad asignada superior a 63 A cumplirán lo indicado en la Norma UNE-EN 60947-2.
- El ICPM se colocará en una caja independiente de dimensiones adecuadas para el buen conexionado de los conductores y deberá ser precintable. Dicha caja se podrá ubicar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección, se ajustarán a las normas UNE 20451 y UNE 60439.

En la interconexión de la instalación fotovoltaica con la red de distribución BT se instalará un Interruptor Automático Diferencial de 300 mA.

Un Interruptor Automático de Interconexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, junto con su relé de enclavamiento. Este interruptor dispondrá de los relés de protección siguientes:

- Protección de mínima tensión (27), uno por fase, ajustados a $0,85 \cdot U_m$ que actuarán en un tiempo inferior a 0,5 segundos.
- Protección de máxima tensión (59), entre una fase y neutro, ajustado a $1,1 \cdot U_m$ que actuará en un tiempo inferior a 0,5 segundos.
- Protección de máxima y mínima frecuencia (81M-81m), entre fases, y cuya actuación debe producirse cuando la frecuencia sea superior a 51 Hz, o inferior a 49 Hz durante más de 5 periodos.

Estas protecciones estarán integradas en los inversores.

Si las protecciones de máxima y mínima tensión, y de máxima y mínima frecuencia que se utilizan están integradas en el equipo inversor y no son precintables por ERZ ENDESA, o en caso de que sus funciones de protección sean realizadas por un programa informático de control de operaciones, los precintos serán sustituidos por certificaciones originales del fabricante inversor, en los términos exigidos por la reglamentación vigente, que identifiquen suficientemente el cumplimiento de los valores de ajuste del equipo instalado. Este certificado deberá ser presentado a ERZ ENDESA antes de la puesta en servicio de la central.

En estos casos, el Interruptor Automático de Interconexión podrá sustituirse por un contactor cuyo rearme será automático, una vez se restablezcan las condiciones normales de suministro en la red.

3.3.1. Circuito de corriente continua

Primero calculamos la caída de tensión por serie de los módulos fotovoltaicos que será común en todos los grupos:

- Nº de paneles en serie: 18
- Tensión por serie = nº de paneles en serie · Tensión del panel = $18 \cdot 30,35 = 546,3 \text{ V}$
- Potencia por serie = Potencia nominal del panel · numero de paneles = $250 \cdot 18 = 4500 \text{ W}$
- Intensidad por serie = Potencia por serie / Tensión por serie = $4500 \text{ W} / 546,3 \text{ V} = 8,24 \text{ A}$

Caída de tensión por serie para una sección del conductor de 4 mm^2 :

$$C_{dt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 38 \cdot 8,24) / 4 = 2,795 \text{ V} = 0,511 \%$$

Donde:

ρ = resistividad del cobre

L = Longitud de la línea

I = Intensidad de corriente
S = Sección de los conductores

3.3.1.1. Central 1

Seguidor 1.1

- Serie 1.1.1:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$
- Serie 1.1.2:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$
- Serie 1.1.3:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 1.1.4:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 1.1.5:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 1.1.6:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 1.1.7:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 1.1.8:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$

Seguidor 1.2

- Serie 1.2.1:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$
- Serie 1.2.2:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$
- Serie 1.2.3:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 1.2.4:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 1.2.5:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 1.2.6:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 1.2.7:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 1.2.8:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$

Seguidor 1.3

- Serie 1.3.1:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$
- Serie 1.3.2:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$
- Serie 1.3.3:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 1.3.4:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 1.3.5:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 1.3.6:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 1.3.7:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$

- Serie 1.3.8:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

3.3.1.2. Central 2

Seguidor 2.1

- Serie 2.1.1:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$$
- Serie 2.1.2:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$$
- Serie 2.1.3:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$$
- Serie 2.1.4:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$$
- Serie 2.1.5:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$
- Serie 2.1.6:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$
- Serie 2.1.7:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$
- Serie 2.1.8:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

Seguidor 2.2

- Serie 2.2.1:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$$
- Serie 2.2.2:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$$
- Serie 2.2.3:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$$
- Serie 2.2.4:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$$
- Serie 2.2.5:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$
- Serie 2.2.6:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$
- Serie 2.2.7:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$
- Serie 2.2.8:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

Seguidor 2.3

- Serie 2.3.1:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$$
- Serie 2.3.2:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$$
- Serie 2.3.3:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$$
- Serie 2.3.4:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$$
- Serie 2.3.5:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$
- Serie 2.3.6:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$
- Serie 2.3.7:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$
- Serie 2.3.8:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

3.3.1.3. Central 3

Seguidor 3.1

- Serie 3.1.1:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$$

- Serie 3.1.2:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$$

- Serie 3.1.3:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$$

- Serie 3.1.4:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$$

- Serie 3.1.5:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

- Serie 3.1.6:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

- Serie 3.1.7:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

- Serie 3.1.8:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

Seguidor 3.2

- Serie 3.2.1:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$$

- Serie 3.2.2:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$$

- Serie 3.2.3:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$$

- Serie 3.2.4:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$$

- Serie 3.2.5:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

- Serie 3.2.6:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

- Serie 3.2.7:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

- Serie 3.2.8:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

Seguidor 3.3

- Serie 3.3.1:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$$

- Serie 3.3.2:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$$

- Serie 3.3.3:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$$

- Serie 3.3.4:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$$

- Serie 3.3.5:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

- Serie 3.3.6:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

- Serie 3.3.7:

$$\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

- Serie 3.3.8:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24)/4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

3.3.1.4. Central 4

Seguidor 4.1

- Serie 4.1.1:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24)/4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$$

- Serie 4.1.2:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24)/4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$$

- Serie 4.1.3:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24)/4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$$

- Serie 4.1.4:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24)/4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$$

- Serie 4.1.5:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24)/4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

- Serie 4.1.6:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24)/4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

- Serie 4.1.7:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24)/4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

- Serie 4.1.8:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24)/4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

Seguidor 4.2

- Serie 4.2.1:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24)/4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$$

- Serie 4.2.2:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24)/4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$$

- Serie 4.2.3:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24)/4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$$

- Serie 4.2.4:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24)/4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$$

- Serie 4.2.5:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24)/4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

- Serie 4.2.6:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24)/4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

- Serie 4.2.7:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24)/4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

- Serie 4.2.8:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24)/4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

Seguidor 4.3

- Serie 4.3.1:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24)/4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$$

- Serie 4.3.2:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24)/4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$$

- Serie 4.3.3:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24)/4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$$

- Serie 4.3.4:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24)/4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$$

- Serie 4.3.5:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24)/4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

- Serie 4.3.6:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24)/4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

- Serie 4.3.7:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I)/S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24)/4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

- Serie 4.3.8:

$$C_{dt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$$

3.3.1.5. Central 5

Seguidor 5.1

- Serie 5.1.1:
 $Cdt = (2 \cdot p \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$
- Serie 5.1.2:
 $Cdt = (2 \cdot p \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$
- Serie 5.1.3:
 $Cdt = (2 \cdot p \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 5.1.4:
 $Cdt = (2 \cdot p \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 5.1.5:
 $Cdt = (2 \cdot p \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 5.1.6:
 $Cdt = (2 \cdot p \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 5.1.7:
 $Cdt = (2 \cdot p \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 5.1.8:
 $Cdt = (2 \cdot p \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$

Seguidor 5.2

- Serie 5.2.1:
 $Cdt = (2 \cdot p \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$
- Serie 5.2.2:
 $Cdt = (2 \cdot p \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$
- Serie 5.2.3:
 $Cdt = (2 \cdot p \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 5.2.4:
 $Cdt = (2 \cdot p \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 5.2.5:
 $Cdt = (2 \cdot p \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 5.2.6:
 $Cdt = (2 \cdot p \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 5.2.7:
 $Cdt = (2 \cdot p \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 5.2.8:
 $Cdt = (2 \cdot p \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$

Seguidor 5.3

- Serie 5.3.1:
 $C_{dt} = (2 \cdot p \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$
- Serie 5.3.2:
 $C_{dt} = (2 \cdot p \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$
- Serie 5.3.3:
 $C_{dt} = (2 \cdot p \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 5.3.4:
 $C_{dt} = (2 \cdot p \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 5.3.5:
 $C_{dt} = (2 \cdot p \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 5.3.6:
 $C_{dt} = (2 \cdot p \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 5.3.7:
 $C_{dt} = (2 \cdot p \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 5.3.8:
 $C_{dt} = (2 \cdot p \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$

3.3.1.6. Central 6

Seguidor 6.1

- Serie 6.1.1:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$
- Serie 6.1.2:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$
- Serie 6.1.3:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 6.1.4:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 6.1.5:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 6.1.6:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 6.1.7:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 6.1.8:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$

Seguidor 6.2

- Serie 6.2.1:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$
- Serie 6.2.2:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$
- Serie 6.2.3:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 6.2.4:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 6.2.5:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 6.2.6:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 6.2.7:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 6.2.8:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$

Seguidor 6.3

- Serie 6.3.1:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$
- Serie 6.3.2:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$
- Serie 6.3.3:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 6.3.4:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 6.3.5:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 6.3.6:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 6.3.7:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 6.3.8:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$

3.3.1.1. Central 7

Seguidor 7.1

- Serie 7.1.1:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$
- Serie 7.1.2:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$
- Serie 7.1.3:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 7.1.4:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 7.1.5:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 7.1.6:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 7.1.7:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 7.1.8:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$

Seguidor 7.2

- Serie 7.2.1:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$
- Serie 7.2.2:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$
- Serie 7.2.3:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 7.2.4:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 7.2.5:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 7.2.6:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 7.2.7:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 7.2.8:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$

Seguidor 7.3

- Serie 7.3.1:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$
- Serie 7.3.2:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$
- Serie 7.3.3:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 7.3.4:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 7.3.5:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 7.3.6:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 7.3.7:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 7.3.8:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$

3.3.1.1. Central 8

Seguidor 8.1

- Serie 8.1.1:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$
- Serie 8.1.2:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$
- Serie 8.1.3:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 8.1.4:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 8.1.5:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 8.1.6:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 8.1.7:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 8.1.8:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$

Seguidor 8.2

- Serie 8.2.1:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$
- Serie 8.2.2:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$
- Serie 8.2.3:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 8.2.4:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 8.2.5:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 8.2.6:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 8.2.7:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 8.2.8:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$

Seguidor 8.3

- Serie 8.3.1:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$
- Serie 8.3.2:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$
- Serie 8.3.3:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 8.3.4:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 8.3.5:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 8.3.6:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 8.3.7:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 8.3.8:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$

3.3.1.1. Central 9

Seguidor 9.1

- Serie 9.1.1:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$
- Serie 9.1.2:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$
- Serie 9.1.3:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 9.1.4:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 9.1.5:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 9.1.6:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 9.1.7:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 9.1.8:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$

Seguidor 9.2

- Serie 9.2.1:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$
- Serie 9.2.2:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$
- Serie 9.2.3:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 9.2.4:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 9.2.5:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 9.2.6:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 9.2.7:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 9.2.8:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$

Seguidor 9.3

- Serie 9.3.1:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$
- Serie 9.3.2:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$
- Serie 9.3.3:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 9.3.4:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 9.3.5:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 9.3.6:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 9.3.7:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 9.3.8:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$

3.3.1.1. Central 10

Seguidor 10.1

- Serie 10.1.1:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$
- Serie 10.1.2:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$
- Serie 10.1.3:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 10.1.4:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 10.1.5:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 10.1.6:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 10.1.7:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 10.1.8:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$

Seguidor 10.2

- Serie 10.2.1:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$
- Serie 10.3.2:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$
- Serie 10.2.3:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 10.2.4:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 10.2.5:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 10.3.6:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 10.2.7:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 10.2.8:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$

Seguidor 10.3

- Serie 10.3.1:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 60 \cdot 8,24) / 4 = 4,414 \text{ V} = 0,81 \%$
- Serie 10.3.2:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 8,24) / 4 = 4,046 \text{ V} = 0,74 \%$
- Serie 10.3.3:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 10.3.4:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 50 \cdot 8,24) / 4 = 3,678 \text{ V} = 0,673 \%$
- Serie 10.3.5:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 10.3.6:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 10.3.7:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$
- Serie 10.3.8:
 $Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 40 \cdot 8,24) / 4 = 2,942 \text{ V} = 0,538 \%$

Utilizaremos una base portafusibles de 10 A

Después del cuadro donde están los fusibles colocaremos otro cuadro para realizar una protección diferencial en la instalación fotovoltaica, que realiza un cortocircuito a tierra.

A continuación calculamos la caída de tensión en cada seguidor por central, desde el seguidor en cuestión hasta la entrada al inversor, utilizaremos un cable de sección 16 mm^2 para ello primero calcularemos la intensidad por cada seguidor:

- Intensidad por seguidor = Intensidad por serie \cdot nº de series en cada seguidor = $8.24 \cdot 8 = 65.92\text{A}$

3.3.1.2. Central 1

- Seguidor 1.1:
 $\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 33 \cdot 65,92) / 16 = 4,84 \text{ V} = 0,88 \%$
- Seguidor 1.2:
 $\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 28 \cdot 65,92) / 16 = 4,10 \text{ V} = 0,75 \%$
- Seguidor 1.3:
 $\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 65,92) / 16 = 8,21 \text{ V} = 1,47 \%$

3.3.1.2. Central 2

- Seguidor 2.1:
 $\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 33 \cdot 65,92) / 16 = 4,84 \text{ V} = 0,88 \%$
- Seguidor 2.2:
 $\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 28 \cdot 65,92) / 16 = 4,10 \text{ V} = 0,75 \%$
- Seguidor 2.3:
 $\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 65,92) / 16 = 8,21 \text{ V} = 1,47 \%$

3.3.1.2. Central 3

- Seguidor 3.1:
 $\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 33 \cdot 65,92) / 16 = 4,84 \text{ V} = 0,88 \%$
- Seguidor 3.2:
 $\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 28 \cdot 65,92) / 16 = 4,10 \text{ V} = 0,75 \%$
- Seguidor 3.3:
 $\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 65,92) / 16 = 8,21 \text{ V} = 1,47 \%$

3.3.1.2. Central 4

- Seguidor 4.1:
 $\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 33 \cdot 65,92) / 16 = 4,84 \text{ V} = 0,88 \%$
- Seguidor 4.2:
 $\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 28 \cdot 65,92) / 16 = 4,10 \text{ V} = 0,75 \%$
- Seguidor 4.3:
 $\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 65,92) / 16 = 8,21 \text{ V} = 1,47 \%$

3.3.1.2. Central 5

- Seguidor 5.1:
 $\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 33 \cdot 65,92) / 16 = 4,84 \text{ V} = 0,88 \%$
- Seguidor 5.2:
 $\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 28 \cdot 65,92) / 16 = 4,10 \text{ V} = 0,75 \%$
- Seguidor 5.3:
 $\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 65,92) / 16 = 8,21 \text{ V} = 1,47 \%$

3.3.1.2. Central 6

- Seguidor 6 1:
 $\text{Cdt} = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 33 \cdot 65,92) / 16 = 4,84 \text{ V} = 0,88 \%$

- Seguidor 6.2:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 28 \cdot 65,92) / 16 = 4,10 \text{ V} = 0,75 \%$$

- Seguidor 6.3:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 65,92) / 16 = 8,21 \text{ V} = 1,47 \%$$

3.3.1.2. Central 7

- Seguidor 7.1:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 33 \cdot 65,92) / 16 = 4,84 \text{ V} = 0,88 \%$$

- Seguidor 7.2:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 28 \cdot 65,92) / 16 = 4,10 \text{ V} = 0,75 \%$$

- Seguidor 7.3:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 65,92) / 16 = 8,21 \text{ V} = 1,47 \%$$

3.3.1.2. Central 8

- Seguidor 8.1:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 33 \cdot 65,92) / 16 = 4,84 \text{ V} = 0,88 \%$$

- Seguidor 8.2:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 28 \cdot 65,92) / 16 = 4,10 \text{ V} = 0,75 \%$$

- Seguidor 8.3:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 65,92) / 16 = 8,21 \text{ V} = 1,47 \%$$

3.3.1.2. Central 9

- Seguidor 9.1:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 33 \cdot 65,92) / 16 = 4,84 \text{ V} = 0,88 \%$$

- Seguidor 9.2:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 28 \cdot 65,92) / 16 = 4,10 \text{ V} = 0,75 \%$$

- Seguidor 9.3:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 65,92) / 16 = 8,21 \text{ V} = 1,47 \%$$

3.3.1.2. Central 10

- Seguidor 10.1:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 33 \cdot 65,92) / 16 = 4,84 \text{ V} = 0,88 \%$$

- Seguidor 10.2:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 28 \cdot 65,92) / 16 = 4,10 \text{ V} = 0,75 \%$$

- Seguidor 10.3:

$$Cdt = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I) / S = (2 \cdot 0,0178 \cdot 55 \cdot 65,92) / 16 = 8,21 \text{ V} = 1,47 \%$$

La intensidad total al inversor será:

$$I_{\text{Total}} \text{ que entra en el inversor} = I_{\text{Por bloque}} \cdot n^{\circ} \text{ de bloques} = 14,67 \text{ A} \cdot 12 = 176,04 \text{ A}$$

A la salida de cada inversor por grupo colocaremos un fusible de 400 A en el cuadro de baja tensión.

3.3.2. Circuito de corriente alterna

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos \phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times P_c \times X_u \times \text{Sen} \phi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos \phi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos j \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times P_c \times X_u \times \text{Sen } j / 1000 \times U \times n \times R \times \cos j) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

P_c = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

$\cos j$ = Coseno de ϕ . Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en mW/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/r$$

$$r = r_{20}[1+a(T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

r = Resistividad del conductor a la temperatura T .

r_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

a = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{\max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{\max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores

automáticos (1,45 In como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\phi = P/\sqrt{P^2 + Q^2}.$$

$$\tan\phi = Q/P.$$

$$Q_c = P(\tan\phi_1 - \tan\phi_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times w; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times w; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

φ₁ = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

φ₂ = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

w = 2 × π × f ; f = 50 Hz.

C = Capacidad condensadores (F); cx1000000(μF).

3.3.2.1 Centrales y Servicios Auxiliares

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

INVERSOR 1	100000 W
SSAA CENTRAL 1	3240 W
INVERSOR 2	100000 W
SSAA CENTRAL 2	3240 W
INVERSOR 3	100000 W
SSAA CENTRAL 3	3240 W
INVERSOR 4	100000 W
SSAA CENTRAL 4	3240 W
INVERSOR 5	100000 W
SSAA CENTRAL 5	3240 W
INVERSOR 6	100000 W
SSAA CENTRAL 6	3240 W
INVERSOR 7	100000 W
SSAA CENTRAL 7	3240 W
INVERSOR 8	100000 W
SSAA CENTRAL 8	3240 W
INVERSOR 9	100000 W
SSAA CENTRAL 9	3240 W
INVERSOR 10	100000 W
SSAA CENTRAL 10	3240 W
TOTAL....	1032400 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 1032400

- Potencia Máxima Admisible (W): 113619.2

Cálculo de la Línea: LINEA TRAFO 1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Galerías, Zanjas

- Longitud: 180 m; Cos φ: 1; X_u(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 103240 W.

- Potencia de cálculo:

103240 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=103240/1,732 \times 400 \times 1=149.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x70mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 210 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 65.18

$$e(\text{parcial})=180 \times 103240/47.2 \times 400 \times 70=14.06 \text{ V.}=3.52 \%$$

$$e(\text{total})=3.52\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 157 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Galerías, Zanjas

- Longitud: 1 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 100000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
100000 W.

$$I=100000/1,732 \times 400 \times 1 \times 1=144.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 165 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.26

$$e(\text{parcial})=1 \times 100000/45.23 \times 400 \times 50 \times 1=0.11 \text{ V.}=0.03 \%$$

$$e(\text{total})=3.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 155 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: SSAA CENTRAL 1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Galerías, Zanjas

- Longitud: 1 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 3240 W.

- Potencia de cálculo:
3240 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=3240/1,732 \times 400 \times 1=4.68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial})=1 \times 3240/51.41 \times 400 \times 6=0.03 \text{ V.}=0.01 \%$$

$e(\text{total})=3.52\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

SUBCUADRO SSAA CENTRAL 1

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

AZIMUTAL 1.1	330 W
CENITAL 1.1	750 W
AZIMUTAL 1.2	330 W
CENITAL 1.2	750 W
AZIMUTAL 1.3	330 W
CENITAL 1.3	750 W
TOTAL.....	3240 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 3240

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 1.1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 33 m; Cos ϕ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 330 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$I=330/1,732 \times 400 \times 1 \times 1=0.48$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C ($F_c=0.8$) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$e(\text{parcial})=33 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1=0.08$ V.=0.02 %

$e(\text{total})=3.54\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 1.1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 33 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$$I=750/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial}) = 33 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.19 \text{ V.} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.57\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 1.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 28 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$$I=330/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 0.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$$e(\text{parcial}) = 28 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.07 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 1.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 28 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$$I=750/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión

humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$e(\text{parcial}) = 28 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.16 \text{ V.} = 0.04 \%$

$e(\text{total}) = 3.56\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 1.3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 55 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 330 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$I = 330 / 1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 0.48 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión
humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$e(\text{parcial}) = 55 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.14 \text{ V.} = 0.03 \%$

$e(\text{total}) = 3.56\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 1.3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 55 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 750 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$I = 750 / 1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión
humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$e(\text{parcial}) = 55 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.32 \text{ V.} = 0.08 \%$

$e(\text{total}) = 3.6\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: LINEA TRAF0 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 157 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 103240 W.
- Potencia de cálculo:
103240 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=103240/1,732 \times 400 \times 1=149.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x70mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 210 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 65.18

$$e(\text{parcial})=157 \times 103240 / 47.2 \times 400 \times 70=12.27 \text{ V.}=3.07 \%$$

$$e(\text{total})=3.07\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 157 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 1 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 100000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
100000 W.

$$I=100000/1,732 \times 400 \times 1 \times 1=144.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 165 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.26

$$e(\text{parcial})=1 \times 100000 / 45.23 \times 400 \times 50 \times 1=0.11 \text{ V.}=0.03 \%$$

$$e(\text{total})=3.09\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 155 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: SSAA CENTRAL 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas

- Longitud: 1 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3240 W.
- Potencia de cálculo:
3240 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=3240/1,732 \times 400 \times 1=4.68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial})=1 \times 3240 / 51.41 \times 400 \times 6 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=3.07\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

SUBCUADRO

SSAA CENTRAL 2

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

AZIMUTAL2.1	330 W
CENITAL 2.1	750 W
AZIMUTAL 2.2	330 W
CENITAL 2.2	750 W
AZIMUTAL 2.3	330 W
CENITAL 2.3	750 W
TOTAL....	3240 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 3240

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL2.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 33 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$$I=330/1,732 \times 400 \times 1=0.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 25.01
 $e(\text{parcial})=33 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.08 \text{ V} = 0.02 \%$
 $e(\text{total})=3.09\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 2.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 33 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$I=750/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A}$.
Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 25.03
 $e(\text{parcial})=33 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.19 \text{ V} = 0.05 \%$
 $e(\text{total})=3.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 2.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 28 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$I=330/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 0.48 \text{ A}$.
Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 25.01
 $e(\text{parcial})=28 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.07 \text{ V} = 0.02 \%$
 $e(\text{total})=3.09\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 2.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 28 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$$I=750/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial})=28 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.16 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total})=3.11\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 2.3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 55 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$$I=330/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 0.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$$e(\text{parcial})=55 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.14 \text{ V.} = 0.03 \%$$

$$e(\text{total})=3.11\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 2.3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 55 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$$I = 750 / 1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial}) = 55 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.32 \text{ V.} = 0.08 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: LINEA TRAF0 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 122 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 103240 W.
- Potencia de cálculo:
103240 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I = 103240 / 1,732 \times 400 \times 1 = 149.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x50mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 165 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 80.78

$$e(\text{parcial}) = 122 \times 103240 / 44.87 \times 400 \times 50 = 14.04 \text{ V.} = 3.51 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.51\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 157 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 1 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 100000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
100000 W.

$$I = 100000 / 1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 144.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 165 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.26

$e(\text{parcial}) = 1 \times 100000 / 45.23 \times 400 \times 50 \times 1 = 0.11 \text{ V.} = 0.03 \%$

$e(\text{total}) = 3.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 155 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: SSAA CENTRAL 3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Galerías, Zanjas

- Longitud: 1 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;

- Potencia a instalar: 3240 W.

- Potencia de cálculo:

3240 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 3240 / 1.732 \times 400 \times 1 = 4.68 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$e(\text{parcial}) = 1 \times 3240 / 51.41 \times 400 \times 6 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total}) = 3.52\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

SUBCUADRO

SSAA CENTRAL 3

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

AZIMUTAL 3.1	330 W
CENITAL 3.1	750 W
AZIMUTAL 3.2	330 W
CENITAL 3.2	750 W
AZIMUTAL 3.3	330 W
CENITAL 3.3	750 W
TOTAL....	3240 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 3240

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 3.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 33 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$$I=330/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 0.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$$e(\text{parcial})=33 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.08 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total})=3.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 3.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 33 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$$I=750/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial})=33 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.19 \text{ V.} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total})=3.56\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 3.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 28 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$$I=330/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 0.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$$e(\text{parcial}) = 28 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.07 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.53\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 3.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 28 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$$I=750/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial}) = 28 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.16 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.56\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUALTAL 3.3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 55 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$$I=330/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 0.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión

humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$e(\text{parcial}) = 55 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.14 \text{ V.} = 0.03 \%$

$e(\text{total}) = 3.55\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 3.3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 55 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$I = 750 / 1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$e(\text{parcial}) = 55 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.32 \text{ V.} = 0.08 \%$

$e(\text{total}) = 3.59\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: LINEA TRAF0 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 113 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 103240 W.
- Potencia de cálculo:
103240 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 103240 / 1,732 \times 400 \times 1 = 149.02 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x50mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 165 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 80.78

$e(\text{parcial}) = 113 \times 103240 / 44.87 \times 400 \times 50 = 13 \text{ V.} = 3.25 \%$

$e(\text{total}) = 3.25\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 157 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 1 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 100000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
100000 W.

$$I=100000/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 144.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 165 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.26

$$e(\text{parcial})=1 \times 100000 / 45.23 \times 400 \times 50 \times 1 = 0.11 \text{ V.} = 0.03 \%$$

$$e(\text{total})=3.28\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 155 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: SSAA CENTRAL 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 1 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3240 W.
- Potencia de cálculo:
3240 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=3240/1,732 \times 400 \times 1 = 4.68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial})=1 \times 3240 / 51.41 \times 400 \times 6 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=3.26\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

SUBCUADRO SSAA CENTRAL 4

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

AZIMUTAL 4.1	330 W
CENITAL 4.1	750 W
AZIMUTAL 4.2	330 W
CENITAL 4.2	750 W
AZIMUTAL 4.3	330 W
CENITAL 4.3	750 W
TOTAL....	3240 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 3240

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 4.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 33 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$$I=330/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 0.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$$e(\text{parcial}) = 33 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.08 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.28\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 4.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 33 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$$I=750/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 25.03
 $e(\text{parcial})=33 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.19 \text{ V} = 0.05 \%$
 $e(\text{total})=3.3\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 4.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 28 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$I=330/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 0.48 \text{ A}$.
Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 25.01
 $e(\text{parcial})=28 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.07 \text{ V} = 0.02 \%$
 $e(\text{total})=3.27\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 4.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 28 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$I=750/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A}$.
Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 25.03
 $e(\text{parcial})=28 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.16 \text{ V} = 0.04 \%$
 $e(\text{total})=3.3\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 4.3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 55 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$$I=330/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 0.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$$e(\text{parcial}) = 55 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.14 \text{ V.} = 0.03 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.29\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 4.3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 55 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$$I=750/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial}) = 55 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.32 \text{ V.} = 0.08 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.34\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: LINEA TRAFO 5

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 150 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 103240 W.

- Potencia de cálculo:
103240 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=103240/1,732 \times 400 \times 1=149.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x50mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 165 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 80.78

$$e(\text{parcial})=150 \times 103240 / 44.87 \times 400 \times 50 = 17.26 \text{ V.} = 4.31 \%$$

$$e(\text{total})=4.31\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 157 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 5

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 1 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 100000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
100000 W.

$$I=100000/1,732 \times 400 \times 1=144.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 165 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.26

$$e(\text{parcial})=1 \times 100000 / 45.23 \times 400 \times 50 \times 1 = 0.11 \text{ V.} = 0.03 \%$$

$$e(\text{total})=4.34\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 155 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: SSAA CENTRAL 5

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 1 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3240 W.
- Potencia de cálculo:
3240 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=3240/1,732 \times 400 \times 1=4.68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56
 $e(\text{parcial})=1 \times 3240 / 51.41 \times 400 \times 6 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$
 $e(\text{total})=4.32\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial en Principio de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.
Protección diferencial en Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

SUBCUADRO SSAA CENTRAL 5

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

AZIMUTAL 5.1	330 W
CENITAL 5.1	750 W
AZIMUTAL 5.2	330 W
CENITAL 5.2	750 W
AZIMUTAL 5.3	330 W
CENITAL 5.3	750 W
TOTAL....	3240 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 3240

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 5.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 33 m; Cos ϕ : 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$I=330/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 0.48 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01
 $e(\text{parcial})=33 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.08 \text{ V.} = 0.02 \%$
 $e(\text{total})=4.34\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 5.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 33 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$$I=750/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

e(parcial)=33x750/54.48x400x6x1=0.19 V.=0.05 %

e(total)=4.37% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 5.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 28 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$$I=330/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 0.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

e(parcial)=28x330/54.49x400x6x1=0.07 V.=0.02 %

e(total)=4.34% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 5.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 28 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$$I=750/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 25.03
 $e(\text{parcial}) = 28 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.16 \text{ V.} = 0.04 \%$
 $e(\text{total}) = 4.36\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 5.3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 55 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$I = 330 / 1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 0.48 \text{ A.}$
Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 25.01
 $e(\text{parcial}) = 55 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.14 \text{ V.} = 0.03 \%$
 $e(\text{total}) = 4.36\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 5.3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 55 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$I = 750 / 1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$
Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 25.03

$e(\text{parcial})=55 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.32 \text{ V} = 0.08 \%$
 $e(\text{total})=4.4\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: LINEA TRAF0 6

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 177 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 103240 W.
- Potencia de cálculo:
103240 W. (Coef. de Simult.: 1)

$I=103240/1,732 \times 400 \times 1 = 149.02 \text{ A}$.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x70mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 210 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 65.18

$e(\text{parcial})=177 \times 103240 / 47.2 \times 400 \times 70 = 13.83 \text{ V} = 3.46 \%$

$e(\text{total})=3.46\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 157 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 6

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 1 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 100000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
100000 W.

$I=100000/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 144.34 \text{ A}$.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 165 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.26

$e(\text{parcial})=1 \times 100000 / 45.23 \times 400 \times 50 \times 1 = 0.11 \text{ V} = 0.03 \%$

$e(\text{total})=3.48\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 155 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: SSAA CENTRAL 6

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 1 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3240 W.
- Potencia de cálculo:
3240 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=3240/1,732 \times 400 \times 1=4.68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial})=1 \times 3240 / 51.41 \times 400 \times 6 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=3.46\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

SUBCUADRO

SSAA CENTRAL 6

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

AZIMUTAL 6.1	330 W
CENITAL 6.1	750 W
AZIMUTAL 6.2	330 W
CENITAL 6.2	750 W
AZIMUTAL 6.3	330 W
CENITAL 6.3	750 W
TOTAL.....	3240 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 3240

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 6.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 33 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$$I=330/1,732 \times 400 \times 1=0.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$e(\text{parcial}) = 33 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.08 \text{ V} = 0.02 \%$

$e(\text{total}) = 3.48\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 6.1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 33 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 750 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$I = 750 / 1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$e(\text{parcial}) = 33 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.19 \text{ V} = 0.05 \%$

$e(\text{total}) = 3.51\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 6.2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 28 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 330 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$I = 330 / 1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 0.48 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$e(\text{parcial}) = 28 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.07 \text{ V} = 0.02 \%$

$e(\text{total}) = 3.48\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 6.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 28 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$$I=750/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial}) = 28 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.16 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.5\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 6.3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 55 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$$I=330/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 0.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$$e(\text{parcial}) = 55 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.14 \text{ V.} = 0.03 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.5\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 6.3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 55 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$$I = 750 / 1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial}) = 55 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.32 \text{ V.} = 0.08 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: LINEA TRAF0 7

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 200 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 103240 W.
- Potencia de cálculo:
103240 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I = 103240 / 1,732 \times 400 \times 1 = 149.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x70mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 210 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 65.18

$$e(\text{parcial}) = 200 \times 103240 / 47.2 \times 400 \times 70 = 15.62 \text{ V.} = 3.91 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.91\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 157 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 7

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 1 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 100000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
100000 W.

$$I = 100000 / 1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 144.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 165 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.26

$e(\text{parcial}) = 1 \times 100000 / 45.23 \times 400 \times 50 \times 1 = 0.11 \text{ V.} = 0.03 \%$

$e(\text{total}) = 3.93\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 155 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: SSAA CENTRAL 7

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Galerías, Zanjas

- Longitud: 1 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;

- Potencia a instalar: 3240 W.

- Potencia de cálculo:

3240 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 3240 / 1.732 \times 400 \times 1 = 4.68 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$e(\text{parcial}) = 1 \times 3240 / 51.41 \times 400 \times 6 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total}) = 3.91\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

SUBCUADRO

SSAA CENTRAL 7

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

AZIMUTAL 7.1	330 W
CENITAL 7.1	750 W
AZIMUTAL 7.2	330 W
CENITAL 7.2	750 W
AZIMUTAL 7.3	330 W
CENITAL 7.3	750 W
TOTAL....	3240 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 3240

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 7.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 33 m; Cos j: 1; $X_u(mW/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$$I=330/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 0.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$$e(\text{parcial})=33 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.08 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total})=3.93\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 7.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 33 m; Cos j: 1; $X_u(mW/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$$I=750/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial})=33 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.19 \text{ V.} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total})=3.96\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 7.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 28 m; Cos j: 1; $X_u(mW/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$I=330/1,732 \times 400 \times 1 \times 1=0.48 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$e(\text{parcial})=28 \times 330/54.49 \times 400 \times 6 \times 1=0.07 \text{ V.}=0.02 \%$

$e(\text{total})=3.93\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 7.2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 28 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 750 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$I=750/1,732 \times 400 \times 1 \times 1=1.08 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$e(\text{parcial})=28 \times 750/54.48 \times 400 \times 6 \times 1=0.16 \text{ V.}=0.04 \%$

$e(\text{total})=3.95\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 7.3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 55 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 330 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$I=330/1,732 \times 400 \times 1 \times 1=0.48 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 25.01
 $e(\text{parcial})=55 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.14 \text{ V.} = 0.03 \%$
 $e(\text{total})=3.95\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 7.3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 55 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$I=750/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$
Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 25.03
 $e(\text{parcial})=55 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.32 \text{ V.} = 0.08 \%$
 $e(\text{total})=3.99\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: LINEA TRAF0 8

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 231 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 103240 W.
- Potencia de cálculo:
103240 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=103240/1,732 \times 400 \times 1 = 149.02 \text{ A.}$
Se eligen conductores Tetrapolares 4x95mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 260 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 56.42
 $e(\text{parcial})=231 \times 103240 / 48.61 \times 400 \times 95 = 12.91 \text{ V.} = 3.23 \%$
 $e(\text{total})=3.23\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 157 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 8

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 1 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 100000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
100000 W.

$$I=100000/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 144.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 165 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.26

$$e(\text{parcial})=1 \times 100000 / 45.23 \times 400 \times 50 \times 1 = 0.11 \text{ V.} = 0.03 \%$$

$$e(\text{total})=3.26\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 155 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: SSAA CENTRAL 8

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 1 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3240 W.
- Potencia de cálculo:
3240 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=3240/1,732 \times 400 \times 1 = 4.68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial})=1 \times 3240 / 51.41 \times 400 \times 6 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=3.23\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

SUBCUADRO

SSAA CENTRAL 8

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

AZIMUTAL 8.1	330 W
CENITAL 8.1	750 W
AZIMUTAL 8.2	330 W
CENITAL 8.2	750 W
AZIMUTAL 8.3	330 W
CENITAL 8.3	750 W
TOTAL....	3240 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 3240

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 8.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 33 m; Cos j: 1; $X_u(mW/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$$I=330/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 0.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$$e(\text{parcial}) = 33 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.08 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.25\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 8.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 33 m; Cos j: 1; $X_u(mW/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$$I=750/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial}) = 33 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.19 \text{ V.} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.28\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 8.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 28 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$$I=330/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 0.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$$e(\text{parcial}) = 28 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.07 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.25\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 8.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 28 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$$I=750/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial}) = 28 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.16 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.27\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 8.3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 55 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$$I=330/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 0.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$$e(\text{parcial}) = 55 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.14 \text{ V.} = 0.03 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.27\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 8.3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 55 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$$I=750/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial}) = 55 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.32 \text{ V.} = 0.08 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.31\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: LINEA TRAF0 9

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 243 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 103240 W.
- Potencia de cálculo:
103240 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=103240/1,732 \times 400 \times 1 = 149.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x95mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 260 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.42

$e(\text{parcial}) = 243 \times 103240 / 48.61 \times 400 \times 95 = 13.58 \text{ V.} = 3.4 \%$

$e(\text{total}) = 3.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 157 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 9

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Galerías, Zanjas

- Longitud: 1 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 100000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
100000 W.

$I = 100000 / 1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 144.34 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 165 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.26

$e(\text{parcial}) = 1 \times 100000 / 45.23 \times 400 \times 50 \times 1 = 0.11 \text{ V.} = 0.03 \%$

$e(\text{total}) = 3.42\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 155 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: SSAA CENTRAL 9

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Galerías, Zanjas

- Longitud: 1 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;

- Potencia a instalar: 3240 W.

- Potencia de cálculo:
3240 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 3240 / 1,732 \times 400 \times 1 = 4.68 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$e(\text{parcial}) = 1 \times 3240 / 51.41 \times 400 \times 6 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total}) = 3.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea
 I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
 Protección Térmica en Final de Línea
 I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
 Protección diferencial en Principio de Línea
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.
 Protección diferencial en Final de Línea
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

SUBCUADRO SSAA CENTRAL 9

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

AZIMUTAL 9.1	330 W
CENITAL 9.1	750 W
AZIMUTAL 9.2	330 W
CENITAL 9.2	750 W
AZIMUTAL 9.3	330 W
CENITAL 9.3	750 W
TOTAL....	3240 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 3240

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 9.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 33 m; Cos j: 1; $X_u(mW/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$$I=330/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 0.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$$e(\text{parcial})=33 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.08 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total})=3.42\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 9.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 33 m; Cos j: 1; $X_u(mW/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$$I=750/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial}) = 33 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.19 \text{ V.} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.45\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 9.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 28 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$$I=330/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 0.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$$e(\text{parcial}) = 28 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.07 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.42\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 9.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 28 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$$I=750/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$e(\text{parcial})=28 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.16 \text{ V.} = 0.04 \%$

$e(\text{total})=3.44\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 9.3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 55 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 330 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$I=330/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 0.48 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$e(\text{parcial})=55 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.14 \text{ V.} = 0.03 \%$

$e(\text{total})=3.44\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 9.3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 55 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 750 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$I=750/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$e(\text{parcial})=55 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.32 \text{ V.} = 0.08 \%$

$e(\text{total})=3.48\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: LINEA TRAF0 10

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 243 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 103240 W.
- Potencia de cálculo:
103240 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=103240/1,732 \times 400 \times 1=149.02 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x95mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 260 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.42

$e(\text{parcial})=243 \times 103240 / 48.61 \times 400 \times 95=13.58 \text{ V.}=3.4 \%$

$e(\text{total})=3.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 157 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 10

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 1 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 100000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
100000 W.

$I=100000/1,732 \times 400 \times 1 \times 1=144.34 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 165 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.26

$e(\text{parcial})=1 \times 100000 / 45.23 \times 400 \times 50 \times 1=0.11 \text{ V.}=0.03 \%$

$e(\text{total})=3.42\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 155 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: SSAA CENTRAL 10

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 1 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3240 W.

- Potencia de cálculo:
3240 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=3240/1,732 \times 400 \times 1=4.68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

e(parcial)= $1 \times 3240 / 51.41 \times 400 \times 6 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$

e(total)=3.4% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

SUBCUADRO

SSAA CENTRAL 10

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

AZIMUTAL 10.1	330 W
CENITAL 10.1	750 W
AZIMUTAL 10.2	330 W
CENITAL 10.2	750 W
AZIMUTAL 10.3	330 W
CENITAL 10.3	750 W
TOTAL.....	3240 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 3240

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 10.1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 33 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 330 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$$I=330/1,732 \times 400 \times 1=0.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$e(\text{parcial})=33 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.08 \text{ V.} = 0.02 \%$
 $e(\text{total})=3.42\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 10.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 33 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$I=750/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$e(\text{parcial})=33 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.19 \text{ V.} = 0.05 \%$

$e(\text{total})=3.45\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 10.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 28 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$I=330/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 0.48 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$e(\text{parcial})=28 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.07 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=3.42\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 10.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 28 m; Cos j: 1; $X_u(mW/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$$I=750/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial})=28 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.16 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total})=3.44\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUTAL 10.3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 55 m; Cos j: 1; $X_u(mW/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
330 W.

$$I=330/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 0.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$$e(\text{parcial})=55 \times 330 / 54.49 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.14 \text{ V.} = 0.03 \%$$

$$e(\text{total})=3.44\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CENITAL 10.3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 55 m; Cos j: 1; $X_u(mW/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
750 W.

$I=750/1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 1.08 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 52.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$e(\text{parcial}) = 55 \times 750 / 54.48 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.32 \text{ V.} = 0.08 \%$

$e(\text{total}) = 3.48\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
LINEA TRAF0 1	103240	180	4x70Cu	149.02	210	3.52	3.52	
INVERSOR 1	100000	1	4x50+TTx25Cu	144.34	165	0.03	3.54	
SSAA CENTRAL 1	3240	1	4x6+TTx6Cu	4.68	44	0.01	3.52	
LINEA TRAF0 2	103240	157	4x70Cu	149.02	210	3.07	3.07	
INVERSOR 2	100000	1	4x50+TTx25Cu	144.34	165	0.03	3.09	
SSAA CENTRAL 2	3240	1	4x6+TTx6Cu	4.68	44	0.01	3.07	
LINEA TRAF0 3	103240	122	4x50Cu	149.02	165	3.51	3.51	
INVERSOR 3	100000	1	4x50+TTx25Cu	144.34	165	0.03	3.54	
SSAA CENTRAL 3	3240	1	4x6+TTx6Cu	4.68	44	0.01	3.52	
LINEA TRAF0 4	103240	113	4x50Cu	149.02	165	3.25	3.25	
INVERSOR 4	100000	1	4x50+TTx25Cu	144.34	165	0.03	3.28	
SSAA CENTRAL 4	3240	1	4x6+TTx6Cu	4.68	44	0.01	3.26	
LINEA TRAF0 5	103240	150	4x50Cu	149.02	165	4.31	4.31	
INVERSOR 5	100000	1	4x50+TTx25Cu	144.34	165	0.03	4.34	
SSAA CENTRAL 5	3240	1	4x6+TTx6Cu	4.68	44	0.01	4.32	
LINEA TRAF0 6	103240	177	4x70Cu	149.02	210	3.46	3.46	
INVERSOR 6	100000	1	4x50+TTx25Cu	144.34	165	0.03	3.48	
SSAA CENTRAL 6	3240	1	4x6+TTx6Cu	4.68	44	0.01	3.46	
LINEA TRAF0 7	103240	200	4x70Cu	149.02	210	3.91	3.91	
INVERSOR 7	100000	1	4x50+TTx25Cu	144.34	165	0.03	3.93	
SSAA CENTRAL 7	3240	1	4x6+TTx6Cu	4.68	44	0.01	3.91	
LINEA TRAF0 8	103240	231	4x95Cu	149.02	260	3.23	3.23	
INVERSOR 8	100000	1	4x50+TTx25Cu	144.34	165	0.03	3.26	
SSAA CENTRAL 8	3240	1	4x6+TTx6Cu	4.68	44	0.01	3.23	
LINEA TRAF0 9	103240	243	4x95Cu	149.02	260	3.4	3.4	
INVERSOR 9	100000	1	4x50+TTx25Cu	144.34	165	0.03	3.42	
SSAA CENTRAL 9	3240	1	4x6+TTx6Cu	4.68	44	0.01	3.4	
LINEA TRAF0 10	103240	243	4x95Cu	149.02	260	3.4	3.4	
INVERSOR 10	100000	1	4x50+TTx25Cu	144.34	165	0.03	3.42	
SSAA CENTRAL 10	3240	1	4x6+TTx6Cu	4.68	44	0.01	3.4	

Subcuadro SSAA CENTRAL 1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
AZIMUTAL 1.1	330	33	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.02	3.54	50
CENITAL 1.1	750	33	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.05	3.57	50
AZIMUTAL 1.2	330	28	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.02	3.54	50
CENITAL 1.2	750	28	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.04	3.56	50
AZIMUTAL 1.3	330	55	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.03	3.56	50
CENITAL 1.3	750	55	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.08	3.6	50

Subcuadro SSAA CENTRAL 2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
AZIMUTAL 2.1	330	33	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.02	3.09	50
CENITAL 2.1	750	33	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.05	3.12	50
AZIMUTAL 2.2	330	28	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.02	3.09	50
CENITAL 2.2	750	28	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.04	3.11	50
AZIMUTAL 2.3	330	55	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.03	3.11	50
CENITAL 2.3	750	55	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.08	3.15	50

Subcuadro SSAA CENTRAL 3

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
AZIMUTAL 3.1	330	33	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.02	3.54	50
CENITAL 3.1	750	33	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.05	3.56	50
AZIMUTAL 3.2	330	28	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.02	3.53	50
CENITAL 3.2	750	28	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.04	3.56	50
AZIMUTAL 3.3	330	55	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.03	3.55	50
CENITAL 3.3	750	55	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.08	3.59	50

Subcuadro SSAA CENTRAL 4

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
AZIMUTAL 4.1	330	33	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.02	3.28	50
CENITAL 4.1	750	33	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.05	3.3	50
AZIMUTAL 4.2	330	28	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.02	3.27	50
CENITAL 4.2	750	28	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.04	3.3	50
AZIMUTAL 4.3	330	55	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.03	3.29	50
CENITAL 4.3	750	55	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.08	3.34	50

Subcuadro SSAA CENTRAL 5

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
AZIMUTAL 5.1	330	33	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.02	4.34	50
CENITAL 5.1	750	33	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.05	4.37	50
AZIMUTAL 5.2	330	28	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.02	4.34	50
CENITAL 5.2	750	28	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.04	4.36	50
AZIMUTAL 5.3	330	55	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.03	4.36	50
CENITAL 5.3	750	55	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.08	4.4	50

Subcuadro SSAA CENTRAL 6

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
AZIMUTAL 6.1	330	33	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.02	3.48	50
CENITAL 6.1	750	33	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.05	3.51	50
AZIMUTAL 6.2	330	28	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.02	3.48	50
CENITAL 6.2	750	28	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.04	3.5	50
AZIMUTAL 6.3	330	55	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.03	3.5	50
CENITAL 6.3	750	55	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.08	3.54	50

Subcuadro SSAA CENTRAL 7

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
AZIMUTAL 7.1	330	33	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.02	3.93	50
CENITAL 7.1	750	33	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.05	3.96	50
AZIMUTAL 7.2	330	28	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.02	3.93	50
CENITAL 7.2	750	28	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.04	3.95	50
AZIMUTAL 7.3	330	55	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.03	3.95	50
CENITAL 7.3	750	55	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.08	3.99	50

Subcuadro SSAA CENTRAL 8

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
AZIMUTAL 8.1	330	33	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.02	3.25	50
CENITAL 8.1	750	33	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.05	3.28	50
AZIMUTAL 8.2	330	28	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.02	3.25	50
CENITAL 8.2	750	28	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.04	3.27	50
AZIMUTAL 8.3	330	55	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.03	3.27	50
CENITAL 8.3	750	55	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.08	3.31	50

Subcuadro SSAA CENTRAL 9

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
AZIMUTAL 9.1	330	33	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.02	3.42	50
CENITAL 9.1	750	33	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.05	3.45	50
AZIMUTAL 9.2	330	28	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.02	3.42	50
CENITAL 9.2	750	28	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.04	3.44	50
AZIMUTAL 9.3	330	55	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.03	3.44	50
CENITAL 9.3	750	55	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.08	3.48	50

Subcuadro SSAA CENTRAL 10

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
AZIMUTAL 10.1	330	33	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.02	3.42	50
CENITAL 10.1	750	33	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.05	3.45	50
AZIMUTAL 10.2	330	28	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.02	3.42	50
CENITAL 10.2	750	28	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.04	3.44	50
AZIMUTAL 10.3	330	55	4x6+TTx6Cu	0.48	52.8	0.03	3.44	50
CENITAL 10.3	750	55	4x6+TTx6Cu	1.08	52.8	0.08	3.48	50

CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

- La resistividad del terreno es 150 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm ²	30 m.
M. conductor de Acero galvanizado	95 mm ²	
Picas verticales de Cobre	14 mm	
de Acero recubierto Cu	14 mm	1 picas de 2m.
de Acero galvanizado	25 mm	

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 8.82 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu

3.2.2.2 Caseta de Seguridad y Alumbrado exterior

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

iluminacion 1	600 W
iluminacion 2	600 W
iluminacion 3	600 W
iluminacion 4	600 W
iluminacion 5	600 W
iluminacion 6	600 W
iluminacion 7	600 W
iluminacion 8	600 W
iluminacion 9	600 W
iluminacion 10	600 W
varios	1000 W
monitores	1000 W
Alarma	1000 W
TOTAL....	9000 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 6000
- Potencia Instalada Fuerza (W): 3000
- Potencia Máxima Admisible (W): 17320

Cálculo de la LINEA GENERAL DE ALIMENTACION

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 3 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
13800 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=13800/1,732 \times 400 \times 0.8=24.9 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos

y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 75 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 50.63
 $e(\text{parcial}) = 3 \times 13800 / 49.6 \times 400 \times 10 = 0.21 \text{ V.} = 0.05 \%$
 $e(\text{total}) = 0.05\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
Fusibles Int. 25 A.

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
13800 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 13800 / 1,732 \times 400 \times 1 = 19.92 \text{ A.}$
Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos
y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 52.4
 $e(\text{parcial}) = 0.3 \times 13800 / 49.29 \times 400 \times 6 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$
 $e(\text{total}) = 0.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: caseta principal

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
5400 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 5400 / 230 \times 1 = 23.48 \text{ A.}$
Se eligen conductores Unipolares 2x6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 49 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 51.48
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 5400 / 49.45 \times 230 \times 6 = 0.05 \text{ V.} = 0.02 \%$
 $e(\text{total}) = 0.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 25 A.
Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: iluminacion 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 20 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $600 \times 1.8 = 1080 \text{ W.}$

$$I = 1080 / 230 \times 1 = 4.7 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 70.56 A. según ITC-BT-07
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.29

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 1080 / 54.43 \times 230 \times 6 = 0.58 \text{ V.} = 0.25 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.33\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: iluminacion 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 40 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $600 \times 1.8 = 1080 \text{ W.}$

$$I = 1080 / 230 \times 1 = 4.7 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 70.56 A. según ITC-BT-07
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.29

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 40 \times 1080 / 54.43 \times 230 \times 6 = 1.15 \text{ V.} = 0.5 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.58\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: iluminacion 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 60 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $600 \times 1.8 = 1080 \text{ W.}$

$$I = 1080 / 230 \times 1 = 4.7 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 70.56 A. según ITC-BT-07
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 25.29
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 60 \times 1080 / 54.43 \times 230 \times 6 = 1.73 \text{ V.} = 0.75 \%$
 $e(\text{total}) = 0.83\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: iluminacion 4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 80 m; Cos ϕ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $600 \times 1.8 = 1080 \text{ W.}$

$I = 1080 / 230 \times 1 = 4.7 \text{ A.}$
Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 70.56 A. según ITC-BT-07
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 25.29
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 80 \times 1080 / 54.43 \times 230 \times 6 = 2.3 \text{ V.} = 1 \%$
 $e(\text{total}) = 1.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: iluminacion 5

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 100 m; Cos ϕ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $600 \times 1.8 = 1080 \text{ W.}$

$I = 1080 / 230 \times 1 = 4.7 \text{ A.}$
Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 70.56 A. según ITC-BT-07
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 25.29
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 100 \times 1080 / 54.43 \times 230 \times 6 = 2.88 \text{ V.} = 1.25 \%$
 $e(\text{total}) = 1.33\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: iluminacion ext.

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
5400 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=5400/230 \times 1=23.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 49 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 51.48

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 5400/49.45 \times 230 \times 6=0.05 \text{ V.}=0.02 \%$$

$$e(\text{total})=0.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: iluminacion 6

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 20 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
600x1.8=1080 W.

$$I=1080/230 \times 1=4.7 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 70.56 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.29

$$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 1080/54.43 \times 230 \times 6=0.58 \text{ V.}=0.25 \%$$

$$e(\text{total})=0.33\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: iluminacion 7

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 40 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
600x1.8=1080 W.

$$I=1080/230 \times 1=4.7 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 70.56 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.29
 $e(\text{parcial})=2 \times 40 \times 1080 / 54.43 \times 230 \times 6 = 1.15 \text{ V.} = 0.5 \%$
 $e(\text{total})=0.58\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: iluminacion 8

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 60 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $600 \times 1.8 = 1080 \text{ W.}$

$I = 1080 / 230 \times 1 = 4.7 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 6 + \text{TT} \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C ($F_c=0.8$) 70.56 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.29

$e(\text{parcial})=2 \times 60 \times 1080 / 54.43 \times 230 \times 6 = 1.73 \text{ V.} = 0.75 \%$

$e(\text{total})=0.83\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: iluminacion 9

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 80 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $600 \times 1.8 = 1080 \text{ W.}$

$I = 1080 / 230 \times 1 = 4.7 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.76

$e(\text{parcial})=2 \times 80 \times 1080 / 51.01 \times 230 \times 1.5 = 9.82 \text{ V.} = 4.27 \%$

$e(\text{total})=4.35\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: iluminacion 10

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 100 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$600 \times 1.8 = 1080 \text{ W.}$$

$$I = 1080 / 230 \times 1 = 4.7 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 70.56 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.29

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 100 \times 1080 / 54.43 \times 230 \times 6 = 2.88 \text{ V.} = 1.25 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.33\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Seguridad inst.

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 1; Xu(m Ω /m): 0;

- Potencia a instalar: 3000 W.

- Potencia de cálculo:

$$3000 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 3000 / 230 \times 1 = 13.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.11

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 3000 / 49.69 \times 230 \times 2.5 = 0.06 \text{ V.} = 0.03 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.09\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: varios

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 5 m; Cos ϕ : 1; Xu(m Ω /m): 0;

- Potencia a instalar: 1000 W.

- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I = 1000 / 230 \times 1 = 4.35 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.35

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 5 \times 1000 / 51.27 \times 230 \times 2.5 = 0.34 \text{ V.} = 0.15 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.24\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: monitores

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I=1000/230 \times 1=4.35 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.35

$$e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 1000 / 51.27 \times 230 \times 2.5=0.34 \text{ V.}=0.15 \%$$

$$e(\text{total})=0.24\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Alarma

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I=1000/230 \times 1=4.35 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.35

$$e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 1000 / 51.27 \times 230 \times 2.5=0.34 \text{ V.}=0.15 \%$$

$$e(\text{total})=0.24\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo Dist.Cálculo		Sección	I.Cálculo I.Admi..		C.T.Parc. C.T.Total		Tubo, Canal, Band.
	Dimensiones (mm)	(W) (m)		(A) (A)	(%)	(%)		
LINEA GENERAL ALIMENT.	13800	3	4x10+TTx10Cu	24.9	54	0.05	0.05	75
DERIVACION IND.	13800	0.3	4x6+TTx6Cu	19.92	40	0.01	0.06	50
caseta principal	5400	0.3	2x6Cu	23.48	49	0.02	0.08	
iluminacion 1	1080	20	2x6+TTx6Cu	4.7	70.56	0.25	0.33	50
iluminacion 2	1080	40	2x6+TTx6Cu	4.7	70.56	0.5	0.58	50
iluminacion 3	1080	60	2x6+TTx6Cu	4.7	70.56	0.75	0.83	50
iluminacion 4	1080	80	2x6+TTx6Cu	4.7	70.56	1	1.08	50
iluminacion 5	1080	100	2x6+TTx6Cu	4.7	70.56	1.25	1.33	50
iluminacion ext.	5400	0.3	2x6Cu	23.48	49	0.02	0.08	
iluminacion 6	1080	20	2x6+TTx6Cu	4.7	70.56	0.25	0.33	50
iluminacion 7	1080	40	2x6+TTx6Cu	4.7	70.56	0.5	0.58	50
iluminacion 8	1080	60	2x6+TTx6Cu	4.7	70.56	0.75	0.83	50
iluminacion 9	1080	80	2x1.5+TTx1.5Cu	4.7	20	4.27	4.35	16
iluminacion 10	1080	100	2x6+TTx6Cu	4.7	70.56	1.25	1.33	50
Seguridad inst.	3000	0.3	2x2.5Cu	13.04	29	0.03	0.09	
varios	1000	5	2x2.5+TTx2.5Cu	4.35	26.5	0.15	0.24	20
monitores	1000	5	2x2.5+TTx2.5Cu	4.35	26.5	0.15	0.24	20
Alarma	1000	5	2x2.5+TTx2.5Cu	4.35	26.5	0.15	0.24	20

CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

- La resistividad del terreno es 150 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm ²	30 m.
M. conductor de Acero galvanizado	95 mm ²	
Picas verticales de Cobre	14 mm	
de Acero recubierto Cu	14 mm	1 picas de 2m.
de Acero galvanizado	25 mm	

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 8.82 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

4. MANTENIMIENTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

4.1. GENERALIDADES

Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años. El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la instalación con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- mantenimiento preventivo.
- mantenimiento correctivo.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

4.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El Plan de mantenimiento preventivo se compone de una serie de operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita (anual para el caso de instalaciones de < 5 kWp y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos: comprobar la situación respecto al proyecto original y verificar el estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.

- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

Realización de un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación, autorización de la empresa).

4.3. MODELO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

4.3.1. Mantenimiento del campo fotovoltaico

Como Modelo de plan de Mantenimiento Preventivo, podría seguirse el siguiente esquema, con independencia de que sea necesario que se adapte a cada instalación particular:

a. Inspección visual:

- Generador FV (módulos, armazón, sistemas de seguimiento (si existieran), suciedad, deslaminación, etc.), en parte mediante plataformas de trabajo móviles.
- Instalación eléctrica (cables y trazados de cables vistos, acumulador de cadenas, cajas de conexión del generador, incluido registro de estado de los fusibles y los descargadores de sobretensión).
- Edificio de explotación con inversores.
- Armario de distribución y sistema de refrigeración.
- El estado de la instalación se documentará y los posibles daños serán fotografiados.

b. Mantenimiento de los Módulos Fotovoltaicos

Los paneles fotovoltaicos requieren un escaso mantenimiento, por su propia configuración, carentes de partes móviles y con el circuito interior de las células y las soldaduras de conexión muy protegidas del ambiente exterior por capas de material protector. Al mismo tiempo el control de la calidad de los fabricantes es bueno y rara vez se presentan problemas por esta razón.

El mantenimiento abarca los siguientes procesos:

i. Limpieza periódica del panel

ii. Inspección visual del panel

La inspección visual del panel tiene por objeto detectar los posibles fallos, concretamente:

- Posible rotura del cristal, normalmente se produce por acciones externas y rara vez por fatiga térmica inducida por errores de montaje.
- Oxidaciones en los circuitos y soldaduras de las células fotovoltaicas, normalmente son debidas a la entrada de humedad en el panel por fallo o rotura de las capas de encapsulado.
- Cambio de color a amarillo o marrón (lo que se conoce como yellowing & browning) del encapsulante (EVA)
- Del tedlar, inflamaciones del mismo pueden ser síntoma de punto caliente en el módulo.
- Deformaciones de las cajas de conexión del módulo debidas a sobrecalentamientos de los diodos de paso (conocidos también como diodos de by-pass) y/o a la alta resistencia de contacto por un mal apriete de un terminal eléctrico.
- Control de las conexiones eléctricas y el cableado de los paneles
- Se procederá en cada visita de mantenimiento a efectuar las siguientes operaciones:
- Comprobación del apriete y estado de los terminales de los cables de conexionado de los paneles.
- Comprobación de la estanqueidad de la caja de terminales o del estado de los capuchones de protección de los terminales, según el tipo de panel.

- En el caso de observarse fallos de estanqueidad, se procederá a la sustitución de los elementos afectados y a la limpieza de los terminales. Es importante cuidar el sellado de la caja de terminales utilizando según el caso, juntas nuevas o un sellado de silicona.

iii. Mediciones periódicas de la curva V-I

Se realizarán medidas de curvas V-I por arrays en cada instalación de 100kW, al menos 1 vez al año, para así comprobar el correcto funcionamiento y la posible degradación de módulos.

iv. Análisis de puntos calientes

Si se producen puntos calientes sin la presencia de sombreados parciales, se estudiará con una cámara termográfica 1 vez durante el período de garantía y posteriormente 1 vez cada 5 años o cuando se detecte una disminución en la producción.

v. Mantenimiento de la Estructura

El mantenimiento de la estructura que soportará los módulos fotovoltaicos, será fundamentalmente mediante la inspección visual, en busca de golpes, corrosiones, estado de la pintura de protección, ausencia de deposiciones de agua, etc.

vi. Mantenimiento de los Seguidores

- El mantenimiento de los seguidores que soportarán las estructuras que soportan los módulos será fundamentalmente referida a:

- Engrase de las partes móviles que así lo requieran
- Configuración y ajuste periódico de sensores, encoders o similar, así como el sistema de control de seguimiento
- Inspección visual del estado del galvanizado y/o pintura así como de las cimentaciones y posibles deformaciones de los materiales.

4.3.2. Mantenimiento del inversor

El mantenimiento del inversor no difiere especialmente de las operaciones normales de un equipo electrónico. Las averías son poco frecuentes y la simplicidad de los equipos reduce el mantenimiento a las siguientes operaciones:

- Comprobación del estado y funcionamiento del inversor.
- Comprobación del cableado y conexionado de los componentes.
- Verificación que el área de ubicación del inversor se encuentra limpia, seca y bien ventilada y Climatizada • Comprobación de que el alojamiento del inversor mantiene temperaturas adecuadas para que estos equipos puedan trabajar siempre en el rango de temperaturas comprendido entre 0 y 50°C.
- Comprobación de las protecciones y alarmas del equipo.
- Mediciones periódicas de eficiencia y distorsión armónica.
- Revisión anual, preferiblemente antes del verano.
- Se realizarán medidas de eficiencia de conversión DC/AC y de eficiencia en el seguimiento del punto de máxima potencia de los inversores de cada instalación de 100kW así como medidas de distorsión armónica, al menos 1 vez al año, para así comprobar su correcto funcionamiento.

Adicionalmente, se programarán unos trabajos de mantenimiento preventivo anual, que incluirán medidas para garantizar el funcionamiento óptimo:

- Limpieza de los filtros de aire.
- Control y apriete posterior de las uniones atornilladas de todos los componentes
- Comprobación de la ventilación y refrigeración.
- Inspección visual de los contactos de puesta a tierra, las placas y el control del nivel de salida en relación erosión eléctrica y la decoloración.
- Lectura de la memoria de averías.
- Prueba de funcionamiento del conmutador de potencia de entrada.

Será también conveniente contar con un Plan de Mantenimiento Extraordinario plurianual, de acuerdo con el que, cada 8 años se revisarán los inversores, se analizarán los históricos y el operador decidirá de acuerdo con el asesor técnico el mantenimiento que proceda para garantizar su vida, al menos, durante el período de servicio de la deuda.

4.3.3. Mantenimiento de las instalaciones y equipo de medida

Este servicio incluye toda la instalación eléctrica desde las bornas de salida del inversor hasta el punto de conexión de la compañía. Incluye así mismo todo el mantenimiento de la instalación eléctrica de suministro de la Compañía para los servicios auxiliares que requiere la Instalación. El mantenimiento incluye la comprobación y reparación de todos los accesorios que forman parte de los componentes de la instalación necesarios para la estación transformadora y su funcionamiento seguro, así como la eliminación de pequeños fallos. Las desconexiones serán realizadas por el Operador tras notificación al Propietario.

4.4. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El Plan de mantenimiento correctivo se define por la realización de todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en los plazos indicados en el punto y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la instalación.
- El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

5. LEGISLACIÓN DE CONEXIÓN A RED

La legislación aplicable a instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de distribución en baja tensión es la que se expone a continuación:

La Ley del Sector Eléctrico 54/1997, de 24 de noviembre de 1997 (http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/I54-1997.html), establece un nuevo marco para el funcionamiento del sistema eléctrico español.

Esta Ley, junto con la Ley 66/1997, de 30 de diciembre de 1998 (<http://www.igsap.map.es/cia/dispo/12891.htm>), permite que la producción de energía eléctrica obtenida por fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración, puedan ser consideradas como de sistema de producción en régimen especial y por tanto acogerse a lo que se desarrolle sobre este tipo de sistema de producción.

Posteriormente, se publicaron varios Reales Decretos. Con fecha 30 de septiembre de 2000, se publicó en el Boletín Oficial del Estado el Real

Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión (<http://www.fotovoltaica.com/bo300900.htm>).

En este Real Decreto se establecen:

- Condiciones técnicas y de seguridad que deben de contemplar este tipo de instalaciones, así como la realización de la conexión a la red de las mismas.
- Condiciones técnicas para solicitar el punto de conexión a la red de distribución de baja tensión.
- Condiciones técnicas y económicas del contrato a suscribir entre los titulares de estas instalaciones y las empresas distribuidoras, con objeto de entregar la energía generada y percibir una retribución económica en contraprestación, una vez se le reconozca la instalación como productora de electricidad en régimen especial y se inscriba definitivamente en el correspondiente registro de instalaciones, conforme a lo especificado en el RD 436/2004, de 12 de marzo.
- Condiciones sobre quién podrá realizar el montaje de este tipo de instalaciones, indicando que provisionalmente deberá ser un instalador electricista convencional, regulado por el

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión mientras no se desarrolle el certificado de profesionalidad indicado en el Real Decreto 2224/1998 y lo indicado por las diferentes comunidades autónomas. En este caso, sólo la comunidad autónoma de Andalucía realiza un examen común para todo tipo de instalaciones fotovoltaicas, para la obtención del certificado de profesionalidad de los instaladores. Este certificado sólo es obligatorio para las instalaciones que se acojan al programa de subvención y financiación Prosol.

En el año 2004 se revisó el régimen especial y apareció un decreto que deroga el anterior (2818/98), el Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. Este Real Decreto, básicamente actualiza las condiciones económicas en concepto de primas por la producción energética y establece un nuevo escenario más estable que el que ofrecía el RD 2818/1998 ya derogado.

5.1. PROCEDIMIENTO PARA LA CONEXIÓN A RED DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

El procedimiento que se indica es válido para instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión, con potencia nominal no superior a 100 kVA y tensión nominal no superior a 1 kV.

5.1.1. Redacción de Documento Básico

Cuando una persona, entidad, etc. (en adelante titular) pretende invertir en una instalación fotovoltaica conectada a la red e instalarla en un lugar determinado, tiene que proceder a la elaboración de una memoria técnica, o en su caso proyecto, conforme a lo especificado en el art. 3 del RD 1663/2000, y que básicamente debe incluir la siguiente información:

- Titular: Nombre, dirección, medio de contacto.
- Situación de la instalación.
- Características técnicas:
 - Potencia pico.
 - Potencia nominal.
 - Características del inversor.
 - Dispositivos de protección y seguridad.
 - Modo de funcionamiento. Modo de conexión y desconexión.
 - Estimación de energía incorporada.
 - Esquema unifilar.
 - Etc.
- Punto propuesto para realizar la conexión de la instalación en la red de distribución en baja tensión.

5.1.2. Solicitud de Punto de Conexión de la Instalación Fotovoltaica a la Red de la Empresa Distribuidora (ED)

Una vez redactado el documento, una copia de éste se debe entregar en la empresa distribuidora de energía con objeto de que ésta informe, en el plazo de un mes, sobre las condiciones técnicas de la conexión, conforme al art. 4 del RD 1663/2000, y en particular: Punto de conexión y medida propuesto.

- Tensión nominal máxima y mínima en punto de conexión.
- Potencia de cortocircuito en explotación.
- Potencia nominal máxima disponible de conexión en el punto previsto en función de la capacidad de la línea, o del centro de transformación, en su caso.
- Justificación, si procede, de cambio de punto de conexión respecto al propuesto por el titular.

En caso de discrepancia entre lo indicado por la empresa distribuidora y el titular, éste puede recurrir a la Administración competente, que decidirá en un plazo máximo de 3 meses. En algunos casos, dependiendo de la potencia que se solicite, la compañía podrá estimar la máxima potencia admisible en el punto previsto, o caso que se quiera mantener la potencia solicitada las mejoras en las instalaciones de la red que se precisarían.

5.1.3. Redacción del Documento Técnico Definitivo e Inclusión en el Régimen Especial

Después del acuerdo de las condiciones técnicas y de seguridad para la instalación, establecido entre el titular y la empresa distribuidora de electricidad, se debe rehacer el documento técnico básico en forma de proyecto técnico o documento técnico definitivo que incluya el condicionado suministrado por la empresa distribuidora.

Este documento debe cumplir las condiciones técnicas vigentes que se describen en el ANEXO I: "Documento técnico de instalaciones fotovoltaicas de conexión a red".

Con este documento definitivo, junto al resto de documentación especificada en el art. 7 del RD 436/2004, el titular solicita a la Administración competente el reconocimiento de su instalación como productora de electricidad en Régimen Especial, su inclusión en el citado Régimen y la inscripción previa en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción en Régimen Especial, de acuerdo al ANEXO II: "Procedimiento de inclusión en régimen especial".

El plazo máximo de permanencia de la inscripción previa de la instalación en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción en Régimen Especial, sin que se proceda a su inscripción definitiva, será como máximo de dos años. Caso de superarse este plazo se procedera a la cancelación de la inscripción.

5.3.1.4. Realización del Montaje de la Instalación e Inscripción Definitiva en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción en Régimen Especial

Para redactar el proyecto técnico definitivo en caso de ser necesario (potencia > 10 kW), se pueden ir realizando simultáneamente varias tareas:

Realización y montaje de la instalación por instalador autorizado en baja tensión. Una vez finalizado el montaje, emitirá el Certificado de Instalación en Baja Tensión, Memoria Técnica de Diseño y su correspondiente anexo de información para el usuario. En su caso, la Memoria Técnica de Diseño será sustituida por Proyecto y Dirección de Obra si la potencia nominal de la instalación es superior a 10 kW.

Caso de tratarse de instalaciones mayores de 25 kW, y al tratarse la instalación como de intemperie, se adjuntará certificado emitido por Organismo de Control Autorizado. La instalación fotovoltaica se puede conectar a la red para la realización de pruebas si se comunica previamente a la ED

- El titular solicita a la ED la formalización del contrato entre titular y empresa distribuidora, conforme con lo especificado en el art. 17 del RD 436/2004, y según el modelo especificado en el Anexo de la Resolución de 31 de mayo, de la Dirección General de política Energética y Minas, por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectada a la red de baja tensión.
- Una vez ejecutada la instalación, se solicita a la ED la verificación de la acometida y el titular paga los derechos de la misma. La ED debe realizar la verificación en el plazo de un mes.
- En caso de anomalía en la instalación, la ED se lo comunica al titular dando un plazo razonable de reparación. En caso de discrepancia entre el titular y la ED acerca de las anomalías detectadas por la ED, el titular puede recurrir a la Administración competente, que resolverá en el plazo de un mes.
- Firmado el contrato, finalizados los trabajos de ejecución de la instalación y junto a la documentación especificada en el art. 12 del RD 436/2004, el titular solicita la inclusión

definitiva en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción en Régimen Especial de acuerdo al ANEXO II: "Procedimiento de inclusión en régimen especial".

- Una vez autorizada la conexión, la instalación fotovoltaica se conecta a la red eléctrica de la ED y puede verter la energía a la misma, conforme a las condiciones especificadas en el capítulo III del RD 436/2004.

5.2. INGRESOS POR VENTA DE ENERGÍA VERTIDA A LA RED

Una vez firmado el contrato entre el titular y la ED, e incluido en el régimen especial, y conectada la Instalación a la red, se puede proceder al cobro de la energía entregada, conforme a lo especificado en el Capítulo IV del RD 436/2004.

Desde el punto de vista fiscal y administrativo es importante destacar las siguientes consideraciones:

La inscripción definitiva en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción en Régimen Especial será requisito necesario para la aplicación a las instalaciones del régimen económico regulado por el RD 436/2004, con efectos desde el primer día del mes siguiente a la fecha del acta de puesta en marcha definitiva.

El titular deberá hacer declaraciones trimestrales (y la anual correspondiente) en el régimen de IVA (modelos 300 y 390 respectivamente), derivadas de la actividad de venta de energía eléctrica, además, deberá hacer las liquidaciones en concepto de IRPF.

El titular deberá darse de alta en el Impuesto de Actividades Económicas (IAE).

El titular, conforme a lo especificado en el art. 14 del RD 436/2004, está obligado a enviar durante el primer trimestre de cada año al órgano competente, una memoria-resumen del año inmediatamente anterior, de la energía producida, así como de las inversiones realizadas en la instalación, según modelo del Anexo IV del RD 436/2004.

5.3. NORMATIVA QUE REGULA ESTE PROCEDIMIENTO

Real Decreto 2224/1998, de 16 de octubre, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de instalador de sistemas fotovoltaicos y eólicos de pequeña potencia (<http://www.mtas.es/empleo/cerprof/leyes/RD222498.html>).

Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.

Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Ley 30/1992, y sus normas de desarrollo (http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/l30-1992.html). Resolución de 31 de mayo, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectada a la red de baja tensión (http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/r310501-1-me.html).

6. RESUMEN DE PRESUPUESTO

1 PRESUPUESTO DEI HUERTO.....	3.671.027,00€
2 TRANSFORMADOR.....	110.668,35€
3 OBRA CIVIL.....	247.200,00€
4 CONDUCTORES.....	154.959,60€
5 PROTECCIONES.....	9.949,80€
6 INGENIERIA.....	20.600,00€
Total	4.214.404,75€

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de:

**CUATRO MILLONES DOSCIENTOS CATORCE MIL CUATROCIENTOS CUATRO EUROS
CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS.**

7. CONCLUSIÓN

Con todo lo anteriormente expuesto, se pretende haber dado idea y justificación de los elementos que componen esta instalación de generador fotovoltaico que constituye una obra completa por estar dotada de todos los elementos precisos para su funcionamiento y puesta en servicio.

Zaragoza, 20 de Noviembre de 2013

Fdo. Ruben Embid Perez

8. BIBLIOGRAFÍA

LIBROS:

- Revista Photon
- Energía solar fotovoltaica: manual del instalador,
- Prácticas de energía solar fotovoltaica / Ángel Fuentes Brieva; Mariano Álvarez Redondo.
- Sistemas de energía fotovoltaica: manual del instalador / Asociación de la Industria Fotovoltaica.
- Electricidad solar fotovoltaica / E. Lorenzo - V. II: Radiación solar y dispositivos.
- Guía completa de la energía solar

PÁGINAS WEB:

www.minetur.es

www.artesa.es

www.catalogosolar.com

www.solarweb.de

www.pvsyst.com

www.solarmax.com

www.grupoclavijo.com

www.ormazabal.com

ANEXO 1: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

1.1. INTRODUCCIÓN.

La ley **31/1995**, de 8 de noviembre de 1995, de **Prevención de Riesgos Laborales** tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las **normas reglamentarias** irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- ☐ Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- ☐ Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- ☐ Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- ☐ Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- ☐ Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.

1.2.1. Derecho a la protección frente a los riesgos laborales.

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo. A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

1.2.2. Principios de la acción preventiva.

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- ☐ Evitar los riesgos.
- ☐ Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- ☐ Combatir los riesgos en su origen.
- ☐ Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- ☐ Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- ☐ Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- ☐ Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- ☐ Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

1.2.3. Evaluación de los riesgos.

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- ☐ Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- ☐ Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- ☐ Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.

- ☐ Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- ☐ Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- ☐ La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- ☐ Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- ☐ El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- ☐ Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:

- ☐ Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.

- ☐ Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.

- ☐ Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.

- ☐ Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.

- ☐ Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- ☐ Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:

- ☐ Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.

- ☐ Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.

- ☐ Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.

- ☐ Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotados de este tipo de movimientos.

- ☐ Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

1.2.4. Equipos de trabajo y medios de protección.

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- ☐ La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- ☐ Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

1.2.5. Información, consulta y participación de los trabajadores.

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- ☐ Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
 - ☐ Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.
- Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

1.2.6. Formación de los trabajadores.

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

1.2.7. Medidas de emergencia.

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

1.2.8. Riesgo grave e inminente.

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- ☐ Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- ☐ Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

1.2.9. Vigilancia de la salud.

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

1.2.10. Documentación.

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- ☐ Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- ☐ Medidas de protección y prevención a adoptar.
- ☐ Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- ☐ Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- ☐ Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

1.2.11. Coordinación de actividades empresariales.

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

1.2.12. Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos.

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

1.2.13. Protección de la maternidad.

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

1.2.14. Protección de los menores.

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

1.2.15. Relaciones de trabajo temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal.

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

1.2.16. Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos.

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- ☐ Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- ☐ Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- ☐ No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- ☐ Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- ☐ Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

1.3.1. Protección y prevención de riesgos profesionales.

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa. Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoria o evaluación externa.

1.3.2. Servicios de prevención.

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

1.4.1. Consulta de los trabajadores

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- ☐ La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- ☐ La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- ☐ La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- ☐ El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

1.4.2. Derechos de participación y representación.

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

1.4.3. Delegados de prevención.

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- ☐ De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- ☐ De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- ☐ De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- ☐ De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- ☐ De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- ☐ De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- ☐ De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

2. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.

2.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán y concretarán los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, a través de normas mínimas que garanticen la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en los lugares de trabajo*, de manera que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **486/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a los lugares de trabajo**, entendiéndose como tales las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo, sin incluir las obras de construcción temporales o móviles.

2.2. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO.

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el presente Real Decreto en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios.

2.2.1. Condiciones constructivas.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y

derrumbaciones o caídas de materiales sobre los trabajadores, para ello el pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso sin solución de continuidad, de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza, las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y blanqueadas y los techos deberán resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo y ser lo suficientemente consistentes.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, muros y escaleras) deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m² por trabajador, un volumen mayor a 10 m³ por trabajador y una altura mínima desde el piso al techo de 2,50 m. Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

El suelo deberá ser fijo, estable y no resbaladizo, sin irregularidades ni pendientes peligrosas.

Las aberturas, desniveles y las escaleras se protegerán mediante barandillas de 90 cm de altura.

Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, y en cualquier situación no supondrán un riesgo para éstos. Las vías de circulación deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 100 cm.

Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista y deberán estar protegidas contra la rotura.

Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquellos.

Los pavimentos de las rampas y escaleras serán de materiales no resbaladizos y caso de ser perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 mm. La pendiente de las rampas variará entre un 8 y 12 %. La anchura mínima será de 55 cm para las escaleras de servicio y de 1 m. para las de uso general.

Caso de utilizar escaleras de mano, éstas tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas. En cualquier caso, no se emplearán escaleras de más de 5 m de altura, se colocarán formando un ángulo aproximado de 75° con la horizontal, sus largueros deberán prolongarse al menos 1 m sobre la zona a acceder, el ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán frente a las mismas, los trabajos a más de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad y no serán utilizadas por dos o más personas simultáneamente. Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocarán en el exterior. El número, la distribución y las dimensiones de las vías deberán estar dimensionadas para poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente, dotando de alumbrado de emergencia aquellas que lo requieran.

La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión, para ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobrecargas previsibles y se dotará a los conductores y resto de aparataje eléctrico de un nivel de aislamiento adecuado.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición

de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección conectados a las carcassas de los receptores eléctricos, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local, características del terreno y constitución de los electrodos artificiales).

2.2.2. Orden, limpieza y mantenimiento. Señalización.

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.

Las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico.

2.2.3. Condiciones ambientales.

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- ☐ La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C. En los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 °C.
- ☐ La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por 100, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por 100.
- ☐ Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:
 - ☐ Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.
 - ☐ Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.
 - ☐ Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.
- ☐ La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m³ de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y 50 m³ en los casos restantes.
- ☐ Se evitarán los olores desagradables.

2.2.4. Iluminación.

La iluminación será natural con puertas y ventanas acristaladas, complementándose con iluminación artificial en las horas de visibilidad deficiente. Los puestos de trabajo llevarán además puntos de luz individuales, con el fin de obtener una visibilidad notable. Los niveles de iluminación mínimos establecidos (lux) son los siguientes:

- ☐ Áreas o locales de uso ocasional: 50 lux
- ☐ Áreas o locales de uso habitual: 100 lux
- ☐ Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux.
- ☐ Vías de circulación de uso habitual: 50 lux.
- ☐ Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: 100 lux.
- ☐ Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: 200 lux.
- ☐ Zonas de trabajo con exigencias visuales altas: 500 lux.
- ☐ Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: 1000 lux.

La iluminación anteriormente especificada deberá poseer una uniformidad adecuada, mediante la distribución uniforme de luminarias, evitándose los deslumbramientos directos por equipos de alta luminancia.

Se instalará además el correspondiente alumbrado de emergencia y señalización con el fin de poder iluminar las vías de evacuación en caso de fallo del alumbrado general.

2.2.5. Servicios higiénicos y locales de descanso.

En el local se dispondrá de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible por los trabajadores.

Se dispondrán vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo, provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, con una capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Si los vestuarios no fuesen necesarios, se dispondrán colgadores o armarios para colocar la ropa.

Existirán aseos con espejos, retretes con descarga automática de agua y papel higiénico y lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otros sistema de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. Llevarán alicatados los paramentos hasta una altura de 2 m. del suelo, con baldosín cerámico esmaltado de color blanco. El solado será continuo e impermeable, formado por losas de gres rugoso antideslizante.

Si el trabajo se interrumpiera regularmente, se dispondrán espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, diferenciándose espacios para fumadores y no fumadores.

2.2.6. Material y locales de primeros auxilios.

El lugar de trabajo dispondrá de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores y a los riesgos a que estén expuestos.

Como mínimo se dispondrá, en lugar reservado y a la vez de fácil acceso, de un botiquín portátil, que contendrá en todo momento, agua oxigenada, alcohol de 96, tintura de yodo, mercurocromo, gasas estériles, algodón hidrófilo, bolsa de agua, torniquete, guantes esterilizados y desechables, jeringuillas, hervidor, agujas, termómetro clínico, gasas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas, antiespasmódicos, analgésicos y vendas.

3. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

3.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud*, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **485/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las **disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo**, entendiendo como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

3.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- ☐ Las características de la señal.
- ☐ Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- ☐ La extensión de la zona a cubrir.
- ☐ El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxica, corrosiva o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

4.1. INTRODUCCION

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1215/1997** de 18 de Julio de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**, entendiéndose como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

4.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- ☐ Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
 - ☐ Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
 - ☐ En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.
- Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- ☐ Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormal y peligrosa que puedan preverse.
- ☐ Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

4.2.1. Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo.

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos. Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

4.2.2. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles.

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

4.2.3. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas.

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

4.2.4. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo paramovimiento de tierras y maquinaria pesada en general.

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha. Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hincado, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los piones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien

ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

4.2.5. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta.

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antiretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

5.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1627/1997** de 24 de Octubre de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción**, entendiendo como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la *Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial* se encuentra incluida en el **Anexo I** de dicha legislación, con la clasificación **a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento**.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 75 millones de pesetas.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un **estudio básico de seguridad y salud**. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

5.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

5.2.1. Riesgos más frecuentes en las obras de construcción.

Los *Oficios* más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- ☐ Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- ☐ Relleno de tierras.
- ☐ Encofrados.
- ☐ Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- ☐ Trabajos de manipulación del hormigón.
- ☐ Montaje de estructura metálica
- ☐ Montaje de prefabricados.
- ☐ Albañilería.
- ☐ Cubiertas.
- ☐ Alicatados.
- ☐ Enfoscados y enlucidos.
- ☐ Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.
- ☐ Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- ☐ Montaje de vidrio.
- ☐ Pintura y barnizados.
- ☐ Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.
- ☐ Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.
- ☐ Instalación de antenas y pararrayos.

Los *riesgos más frecuentes* durante estos oficios son los descritos a continuación:

- ☐ Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- ☐ Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.

- ☐ Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- ☐ Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- ☐ Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- ☐ Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- ☐ Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- ☐ Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- ☐ Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- ☐ Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- ☐ Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- ☐ Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- ☐ Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- ☐ Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- ☐ Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- ☐ Agresión mecánica por proyección de partículas.
- ☐ Golpes.
- ☐ Cortes por objetos y/o herramientas.
- ☐ Incendio y explosiones.
- ☐ Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- ☐ Carga de trabajo física.
- ☐ Deficiente iluminación.
- ☐ Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

5.2.2. Medidas preventivas de carácter general.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad. El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tabloncillos trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo está en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro. La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux. Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables. Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad. Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

5.2.3. Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio.

Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.

La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.

La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.

Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

Relleno de tierras.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

Encofrados.

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonés, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos. Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenos o vigas.

Trabajos de manipulación del hormigón.

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos. Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta. Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablonés, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado"

En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.

Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

Montaje de estructura metálica.

Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1'50 m.

Una vez montada la "primera altura" de pilares, se tenderán bajo ésta redes horizontales de seguridad.

Se prohíbe elevar una nueva altura, sin que en la inmediata inferior se hayan concluido los cordones de soldadura.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilera.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

Se prohíbe trepar directamente por la estructura y desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.

El ascenso o descenso a/o de un nivel superior, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío por fachadas se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

Montaje de prefabricados.

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

Albañilería.

Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.

Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

Cubiertas.

El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.

Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.

Alicatados.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas, se ejecutará en vía húmeda, para evitar la formación de polvo ambiental durante el trabajo.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas se ejecutará en locales abiertos o a la intemperie, para evitar respirar aire con gran cantidad de polvo.

Enfoscados y enlucidos.

Las "miras", reglas, tablonos, etc., se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quién lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones entre obstáculos, etc.

Se acordará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de "garbancillo" sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de prohibido el paso.

Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.

El corte de piezas de pavimento se ejecutará en vía húmeda, en evitación de lesiones por trabajar en atmósferas pulverulentas.

Las piezas del pavimento se izarán a las plantas sobre plataformas emplintadas, correctamente apiladas dentro de las cajas de suministro, que no se romperán hasta la hora de utilizar su contenido.

Los lodos producto de los pulidos, serán orillados siempre hacia zonas no de paso y eliminados inmediatamente de la planta.

Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

Los recortes de madera y metálicos, objetos punzantes, cascotes y serrín producidos durante los ajustes se recogerán y se eliminarán mediante las tolvas de vertido, o mediante bateas o plataformas emplintadas amarradas del gancho de la grúa.

Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.

Los listones horizontales inferiores contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca, preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.

El "cuelgue" de hojas de puertas o de ventanas, se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

Montaje de vidrio.

Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio.

Los tajos se mantendrán libres de fragmentos de vidrio, para evitar el riesgo de cortes.

La manipulación de las planchas de vidrio, se ejecutará con la ayuda de ventosas de seguridad.

Los vidrios ya instalados, se pintarán de inmediato a base de pintura a la cal, para significar su existencia.

Pintura y barnizados.

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductos.

Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

300 mA. Alimentación a la maquinaria.

30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.

30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde.

Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

☐ Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.

☐ La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.

☐ La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.

☐ Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.

El transporte de tramos de tubería a hombro por un solo hombre, se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre, en evitación

de golpes y tropiezos con otros operarios en lugares poco iluminados o iluminados a contra luz.

Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.

Se prohíbe soldar con plomo, en lugares cerrados, para evitar trabajos en atmósferas tóxicas.

Instalación de antenas y pararrayos.

Bajo condiciones meteorológicas extremas, lluvia, nieve, hielo o fuerte viento, se suspenderán los trabajos.

Se prohíbe expresamente instalar pararrayos y antenas a la vista de nubes de tormenta próximas.

Las antenas y pararrayos se instalarán con ayuda de la plataforma horizontal, apoyada sobre las cuñas en pendiente de encaje en la cubierta, rodeada de barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié, dispuesta según detalle de planos. Las escaleras de mano, pese a que se utilicen de forma "momentánea", se anclarán firmemente al apoyo superior, y estarán dotados de zapatas antideslizantes, y sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar.

Las líneas eléctricas próximas al tajo, se dejarán sin servicio durante la duración de los trabajos.

5.3. DISPOSICIONES ESPECIFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un *coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra*, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un *plan de seguridad y salud en el trabajo* en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un *aviso* a la autoridad laboral competente.

6. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.

6.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las ***normas de desarrollo reglamentario*** las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar *la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual* que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que *no puedan evitarse o limitarse* suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

6.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

6.2.1. Protectores de la cabeza.

- ☐ Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- ☐ Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- ☐ Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- ☐ Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- ☐ Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

6.2.2. Protectores de manos y brazos.

- ☐ Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- ☐ Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- ☐ Guantes dieléctricos para B.T.
- ☐ Guantes de soldador.
- ☐ Muñequeras.
- ☐ Mango aislante de protección en las herramientas.

6.2.3. Protectores de pies y piernas.

- ☐ Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- ☐ Botas dieléctricas para B.T.
- ☐ Botas de protección impermeables.
- ☐ Polainas de soldador.
- ☐ Rodilleras.

6.2.4. Protectores del cuerpo.

- ☐ Crema de protección y pomadas.
- ☐ Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- ☐ Traje impermeable de trabajo.
- ☐ Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- ☐ Fajas y cinturones antivibraciones.
- ☐ Pértiga de B.T.
- ☐ Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- ☐ Linterna individual de situación.
- ☐ Comprobador de tensión.

ANEXO II: ESTUDIO DE VIABILIDAD DE LA INSTALACION

Con los datos obtenidos sobre el coste total de la instalación voy a calcular si esta instalación es rentable o no, con la legislación vigente.

Para estos cálculos vamos a utilizar una hoja de cálculo que se aproxima bastante a los valores reales que nos encontraría.

Esta hoja nos muestra la entrada de datos

Año de la puesta en marcha (o firma del leasing)	2013
Potencia de la instalación (Wp instalados)	1.000.000
Precio unitario (€uros/Wp)	6,00 €
Pagado por medios propios (Nota : Porcentaje de todo financiado - Poner al menos 0,0001)	80,00%
Años de crédito (Sólo los de pago de capital. Ya tiene en cuenta uno de carencia)	25
Tipo de interés de salida (Suele ser Euribor 1 año + diferencial - Pronosticar una media a 25 años)	6,50%
Desgravación medioambiental 10 años (Ley : 6% en 2008, 4% en 2009, 2% en 2010. A partir de entonces 0%)	0,00%
Producción específica prevista en instalación fija (kWh año/kWp instalado)	1.066
Porcentaje de seguidor, de uno ó dos ejes (Sólo porcentaje de incremento de producción)	35,00%
Perdidas de producción estimadas (Nota : 1% resulta en 90% producción a 10 años y 80% en 20 años)	1,00%
Precio de la tarifa regulada (Aquel que se encuentre en vigor en cada momento en €uros / kWh)	0,118000
Gastos variables sobre producción (Porcentaje sobre ingresos que cubra gastos de mantenimiento, etc.)	1,00%
Años sin los gastos variables anteriores por encontrarse la instalación en periodo de garantía.	-
Alquiler de terrenos, seguro, IBI, mantenimiento y otros gastos fijos.	15.000 €
Gastos de representación según Disp. Transitoria SEXTA apartado 2 RD 661/2007.	0,001500 €
I.P.C. estimado como media de 25 años válido para ingresos y gastos.	3,60%
Tasa de descuento (Tipo de productos a largo plazo como "Bonos del Estado" a un plazo similar a 25 años)	5,50%
Impuestos, I.R.P.F. ó I.S. (Cifra que se considere que se va a pagar)	25,00%

Esta hoja nos indica los datos esperados de nuestra inversión

Coste total de la instalación sin I.V.A.		4.214.404 €
I.V.A. de la instalación que pagaría el banco en caso de leasing.		134.861 €
I.V.A. de la instalación correspondiente al comprador por la parte de contado.		539.444 €
Coste total de la instalación (I.V.A. incluido).		4.888.709 €
Pagado por medios propios.	80,00%	3.371.523 €
Total a financiar.	20,00%	842.881 €
Cuota anual intereses más amortización.		69.101 €
Cuota mensual amortización incluida.		5.758 €
Intereses pagados durante la vida del crédito.		939.422 €
Gastos medios anuales.		65.396 €
Gastos medios mensuales.		5.450 €
Producción específica prevista anual en kWh x año / kWp instalado.		1.439
Producción total prevista anual en kWh x año.		1.439.100
Ingresos por producción media anual antes de impuestos.		223.595 €
Ingresos por producción media mensual antes de impuestos.		18.633 €
Rentabilidad media sobre inversión total antes de impuestos.		-0,25%
Rentabilidad media sobre inversión de medios propios antes de impuestos.		-0,31%
Porcentaje que queda libre despues de pagar impuestos.		75,00%
Valor Actual Neto (V.A.N.).		-1.794.417 €
V.A.N. medio anual sobre inversión de medios propios.		-2,13%
Años de retorno de la inversión.		26
Tasa de descuento. (media ponderada)		5,70%
Desgravación medioambiental, (según ley 35% cuota líquida)		0 €
Tasa Interna de Retorno (T.I.R.).		-0,42%

Hoja que nos da los datos de explotación

MOMENTO	AÑO	LEASING	PRINCIPAL LEASING	INTERESES	GASTOS VARIABLES S/PRODUCCION	GASTOS VARIABLES	GASTOS DE REPRESENTACION	TOTAL GASTOS
Unidad		€	€	€	€	€	€	€
0	2013	842.881		54.787				54.787
1	2014	842.881	14.313	54.787	1.751	15.000	2.159	73.697
2	2015	828.567	15.244	53.857	1.787	15.540	2.137	73.321
3	2016	813.324	16.235	52.866	1.824	16.099	2.115	72.905
4	2017	797.089	17.290	51.811	1.861	16.679	2.094	72.445
5	2018	779.799	18.414	50.687	1.899	17.279	2.072	71.938
6	2019	761.386	19.611	49.490	1.938	17.902	2.051	71.380
7	2020	741.775	20.885	48.215	1.977	18.546	2.029	70.767
8	2021	720.890	22.243	46.858	2.016	19.214	2.008	70.095
9	2022	698.647	23.689	45.412	2.056	19.905	1.986	69.360
10	2023	674.959	25.228	43.872	2.097	20.622	1.964	68.556
11	2024	649.730	26.868	42.232	2.138	21.364	1.943	67.678
12	2025	622.862	28.615	40.486	2.180	22.133	1.921	66.721
13	2026	594.247	30.475	38.626	2.222	22.930	1.900	65.678
14	2027	563.773	32.455	36.645	2.265	23.756	1.878	64.544
15	2028	531.318	34.565	34.536	2.309	24.611	1.856	63.312
16	2029	496.753	36.812	32.289	2.353	25.497	1.835	61.973
17	2030	459.941	39.204	29.896	2.397	26.415	1.813	60.521
18	2031	420.736	41.753	27.348	2.442	27.366	1.792	58.947
19	2032	378.984	44.467	24.634	2.487	28.351	1.770	57.242
20	2033	334.517	47.357	21.744	2.533	29.372	1.749	55.397
21	2034	287.160	50.435	18.665	2.579	30.429	1.727	53.400
22	2035	236.725	53.714	15.387	2.626	31.524	1.705	51.243
23	2036	183.011	57.205	11.896	2.673	32.659	1.684	48.912
24	2037	125.806	60.923	8.177	2.721	33.835	1.662	46.395
25	2038	64.883	64.883	4.217	2.769	35.053	1.641	43.680
		TOTALES	842.881	939.422	55.899	592.081	47.490	1.634.892

Hoja de ingresos previstos

MOMENTO	AÑO	PERDIDA ESTIMADA	PERDIDA ACUMULADA	PRODUCCION ESTIMADA	COEFICIENTE REDUCTOR IPC	IPC REDUCIDO	PRECIO kWh.	INGRESOS
Unidad		%	%	Kwh.		%	€	€
0	2013						0,118000	0
1	2014			1.439.100	0,50%	3,10%	0,121658	175.078
2	2015	1,00%	-1,00%	1.424.709	0,50%	3,10%	0,125429	178.700
3	2016	1,00%	-2,00%	1.410.318	0,50%	3,10%	0,129318	182.379
4	2017	1,00%	-3,00%	1.395.927	0,50%	3,10%	0,133327	186.114
5	2018	1,00%	-4,00%	1.381.536	0,50%	3,10%	0,137460	189.905
6	2019	1,00%	-5,00%	1.367.145	0,50%	3,10%	0,141721	193.753
7	2020	1,00%	-6,00%	1.352.754	0,50%	3,10%	0,146114	197.657
8	2021	1,00%	-7,00%	1.338.363	0,50%	3,10%	0,150644	201.616
9	2022	1,00%	-8,00%	1.323.972	0,50%	3,10%	0,155314	205.631
10	2023	1,00%	-9,00%	1.309.581	0,50%	3,10%	0,160129	209.701
11	2024	1,00%	-10,00%	1.295.190	0,50%	3,10%	0,165092	213.826
12	2025	1,00%	-11,00%	1.280.799	0,50%	3,10%	0,170210	218.005
13	2026	1,00%	-12,00%	1.266.408	0,50%	3,10%	0,175487	222.238
14	2027	1,00%	-13,00%	1.252.017	0,50%	3,10%	0,180927	226.524
15	2028	1,00%	-14,00%	1.237.626	0,50%	3,10%	0,186536	230.861
16	2029	1,00%	-15,00%	1.223.235	0,50%	3,10%	0,192318	235.250
17	2030	1,00%	-16,00%	1.208.844	0,50%	3,10%	0,198280	239.690
18	2031	1,00%	-17,00%	1.194.453	0,50%	3,10%	0,204427	244.178
19	2032	1,00%	-18,00%	1.180.062	0,50%	3,10%	0,210764	248.715
20	2033	1,00%	-19,00%	1.165.671	0,50%	3,10%	0,217298	253.298
21	2034	1,00%	-20,00%	1.151.280	0,50%	3,10%	0,224034	257.926
22	2035	1,00%	-21,00%	1.136.889	0,50%	3,10%	0,230979	262.598
23	2036	1,00%	-22,00%	1.122.498	0,50%	3,10%	0,238139	267.311
24	2037	1,00%	-23,00%	1.108.107	0,50%	3,10%	0,245522	272.064
25	2038	1,00%	-24,00%	1.093.716	0,50%	3,10%	0,253133	276.856
			TOTALES	31.660.200				5.589.875

Resultados

MOM.	AÑO	AMORTIZACION	GASTOS DE EXPLOTACION	TOTAL GASTOS	TOTAL INGRESOS	BENEFICIO	RENTABILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	CUOTA LIQUIDA IMPUESTOS
Unidad		€	€	€	€	€	%	€
0	2013		54.787	54.787	-	54.787	-1,30%	13.697
1	2014	168.576	73.697	242.273	175.078	67.195	-1,59%	16.799
2	2015	168.576	73.321	241.897	178.700	63.197	-1,50%	15.799
3	2016	168.576	72.905	241.481	182.379	59.102	-1,40%	14.775
4	2017	168.576	72.445	241.021	186.114	54.907	-1,30%	13.727
5	2018	168.576	71.938	240.514	189.905	50.608	-1,20%	12.652
6	2019	168.576	71.380	239.956	193.753	46.203	-1,10%	11.551
7	2020	168.576	70.767	239.343	197.657	41.687	-0,99%	10.422
8	2021	168.576	70.095	238.671	201.616	37.055	-0,88%	9.264
9	2022	168.576	69.360	237.936	205.631	32.305	-0,77%	8.076
10	2023	168.576	68.556	237.132	209.701	27.431	-0,65%	6.858
11	2024	168.576	67.678	236.254	213.826	22.428	-0,53%	5.607
12	2025	168.576	66.721	235.297	218.005	17.292	-0,41%	4.323
13	2026	168.576	65.678	234.254	222.238	12.016	-0,29%	3.004
14	2027	168.576	64.544	233.120	226.524	6.597	-0,16%	1.649
15	2028	168.576	63.312	231.888	230.861	1.026	-0,02%	257
16	2029	168.576	61.973	230.549	235.250	4.701	0,11%	1.175
17	2030	168.576	60.521	229.097	239.690	10.593	0,25%	2.648
18	2031	168.576	58.947	227.523	244.178	16.655	0,40%	4.164
19	2032	168.576	57.242	225.818	248.715	22.896	0,54%	5.724
20	2033	168.576	55.397	223.973	253.298	29.325	0,70%	7.331
21	2034	168.576	53.400	221.977	257.926	35.949	0,85%	8.987
22	2035	168.576	51.243	219.819	262.598	42.779	1,02%	10.695
23	2036	168.576	48.912	217.488	267.311	49.823	1,18%	12.456
24	2037	168.576	46.395	214.971	272.064	57.093	1,35%	14.273
25	2038	168.576	43.680	212.256	276.856	64.600	1,53%	16.150
TOTALES		4.214.404	1.634.892	5.849.296	5.589.875	259.421	-0,25%	64.855

Resultados

CUOTA IMPUESTOS A PAGAR	BENEFICIO DESPUES DE IMPUESTOS	RENTABILIDAD FINANCIERA
€	€	%
- 13.697	- 41.090	-1,63%
- 16.799	- 50.396	-1,99%
- 15.799	- 47.398	-1,87%
- 14.775	- 44.326	-1,75%
- 13.727	- 41.180	-1,63%
- 12.652	- 37.956	-1,50%
- 11.551	- 34.652	-1,37%
- 10.422	- 31.265	-1,24%
- 9.264	- 27.791	-1,10%
- 8.076	- 24.229	-0,96%
- 6.858	- 20.573	-0,81%
- 5.607	- 16.821	-0,67%
- 4.323	- 12.969	-0,51%
- 3.004	- 9.012	-0,36%
- 1.649	- 4.948	-0,20%
- 257	- 770	-0,03%
1.175	3.526	0,14%
2.648	7.944	0,31%
4.164	12.491	0,49%
5.724	17.172	0,68%
7.331	21.994	0,87%
8.987	26.962	1,07%
10.695	32.084	1,27%
12.456	37.367	1,48%
14.273	42.820	1,69%
16.150	48.450	1,92%
- 64.855	- 194.566	-0,31%

Tesoreria

MOMENTO	AÑO	PRICIPAL LEASING	INTERESES	GASTOS EXPLOTACION	IMPUESTOS	TOTAL SALIDAS	TOTAL ENTRADAS
Unidad		€	€	€	€	€	€
0	2013	-	54.787	-	13.697	41.090	-
1	2014	14.313	54.787	18.909	16.799	71.211	175.078
2	2015	15.244	53.857	19.464	15.799	72.766	178.700
3	2016	16.235	52.866	20.039	14.775	74.364	182.379
4	2017	17.290	51.811	20.634	13.727	76.008	186.114
5	2018	18.414	50.687	21.251	12.652	77.699	189.905
6	2019	19.611	49.490	21.890	11.551	79.440	193.753

7	2020	20.885	48.215	22.552	-	10.422	81.231	197.657
8	2021	22.243	46.858	23.237	-	9.264	83.074	201.616
9	2022	23.689	45.412	23.948	-	8.076	84.972	205.631
10	2023	25.228	43.872	24.683	-	6.858	86.926	209.701
11	2024	26.868	42.232	25.445	-	5.607	88.939	213.826
12	2025	28.615	40.486	26.235	-	4.323	91.012	218.005
13	2026	30.475	38.626	27.052	-	3.004	93.149	222.238
14	2027	32.455	36.645	27.899	-	1.649	95.350	226.524
15	2028	34.565	34.536	28.776	-	257	97.620	230.861
16	2029	36.812	32.289	29.684	-	1.175	99.960	235.250
17	2030	39.204	29.896	30.625	-	2.648	102.374	239.690
18	2031	41.753	27.348	31.599	-	4.164	104.864	244.178
19	2032	44.467	24.634	32.608	-	5.724	107.433	248.715
20	2033	47.357	21.744	33.653	-	7.331	110.085	253.298
21	2034	50.435	18.665	34.735	-	8.987	112.823	257.926
22	2035	53.714	15.387	35.856	-	10.695	115.651	262.598
23	2036	57.205	11.896	37.016	-	12.456	118.572	267.311
24	2037	60.923	8.177	38.218	-	14.273	121.592	272.064
25	2038	64.883	4.217	39.462	-	16.150	124.713	276.856
TOTALES		842.881	939.422	695.470	-	64.855	2.412.918	5.589.875
				V.A.N. / 25 años / Inversión M.P.			-2,13%	

Resultado final

CASH FLOW TESORERIA	CASH FLOW ACTUALIZADO	PAYBACK RETORNO INVERSION	T.I.R. hasta el año 'x'
€	€	€	%
- 3.412.614	- 3.412.614	- 3.412.614	
103.867	98.266	- 3.314.348	
105.935	94.818	- 3.219.530	
108.015	91.466	- 3.128.064	
110.106	88.209	- 3.039.856	
112.206	85.044	- 2.954.812	
114.313	81.969	- 2.872.843	
116.426	78.981	- 2.793.862	
118.542	76.080	- 2.717.782	
120.659	73.263	- 2.644.519	
122.775	70.528	- 2.573.991	
124.887	67.872	- 2.506.119	-13,50%
126.993	65.295	- 2.440.824	-11,45%
129.089	62.794	- 2.378.030	-9,72%
131.173	60.366	- 2.317.664	-8,25%
133.241	58.012	- 2.259.652	-6,99%
135.290	55.727	- 2.203.925	-5,90%
137.316	53.511	- 2.150.413	-4,96%
139.315	51.363	- 2.099.051	-4,13%
141.282	49.279	- 2.049.772	-3,40%
143.213	47.259	- 2.002.513	-2,75%
145.103	45.300	- 1.957.213	-2,18%
146.947	43.402	- 1.913.811	-1,67%
148.739	41.562	- 1.872.249	-1,21%
150.473	39.779	- 1.832.469	-0,79%
152.143	38.052	- 1.794.417	-0,42%
- 194.566	- 1.794.417		
V.A.N.		-1.794.417 €	
T.I.R. (a 25 años)			-0,42%
RETORNO (En años)			26

Una vez visto el resultado se puede decir que no es rentable una instalacion de este tipo

Con la legislación actual.

No recuperaríamos la inversión inicial hasta pasados 26 años y contando que la esperanza de vida del los diferentes elementos no suelen superar los 25 años, además del riesgo que conlleva una inversión de esta magnitud.



UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

HUERTO SOLAR FOTOVOLTAICO DE 1 MW CON CONEXIÓN A RED. 2.PLANOS

AUTOR: RUBEN EMBID PEREZ

DIRECTOR: ANTONIO MONTAÑES

TITULACION: ING. TEC. INDUSTRIAL

ESPECIALIDAD: ELECTRICIDAD

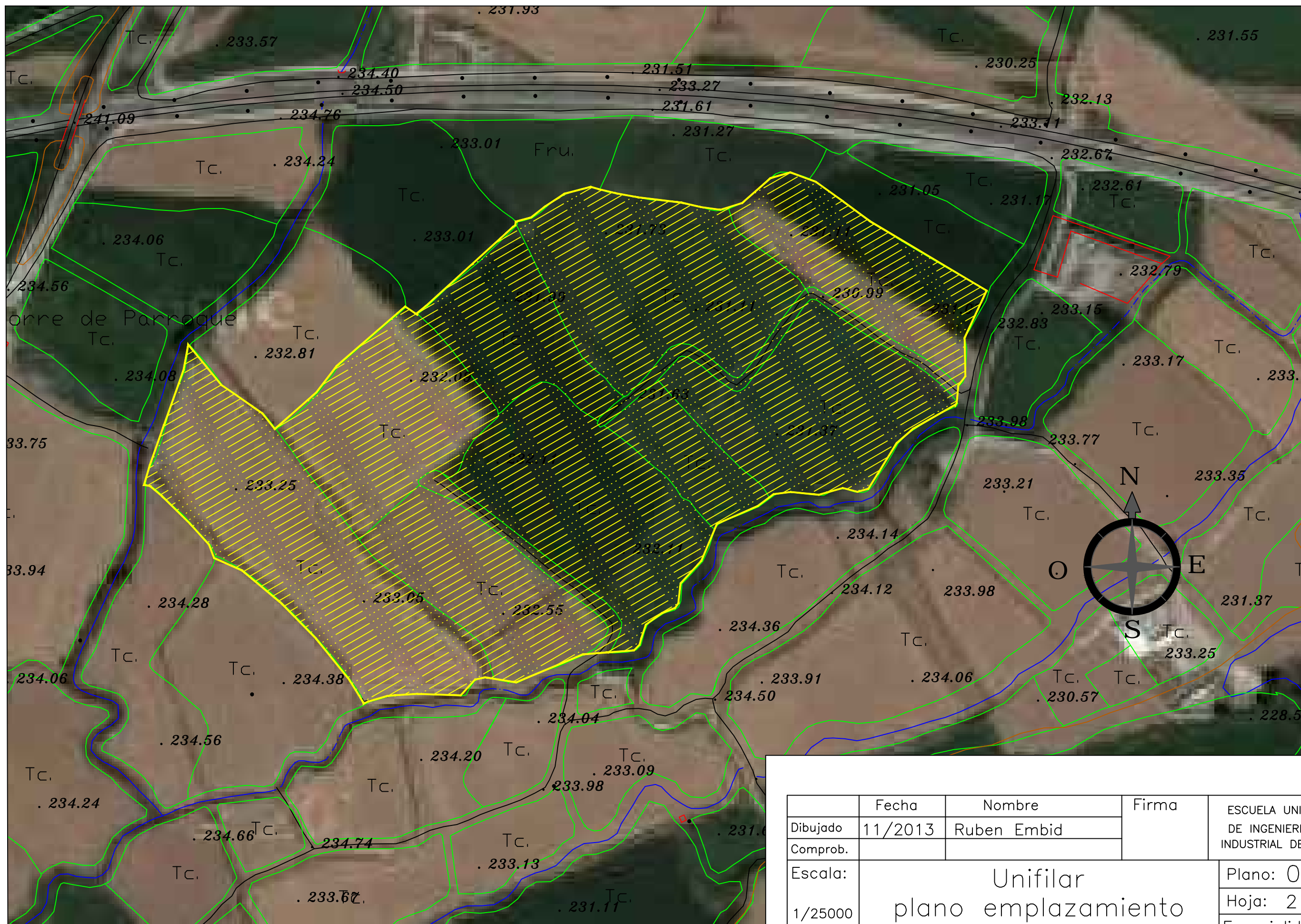
CONVOCATORIA: DICIEMBRE - 2013

INDICE

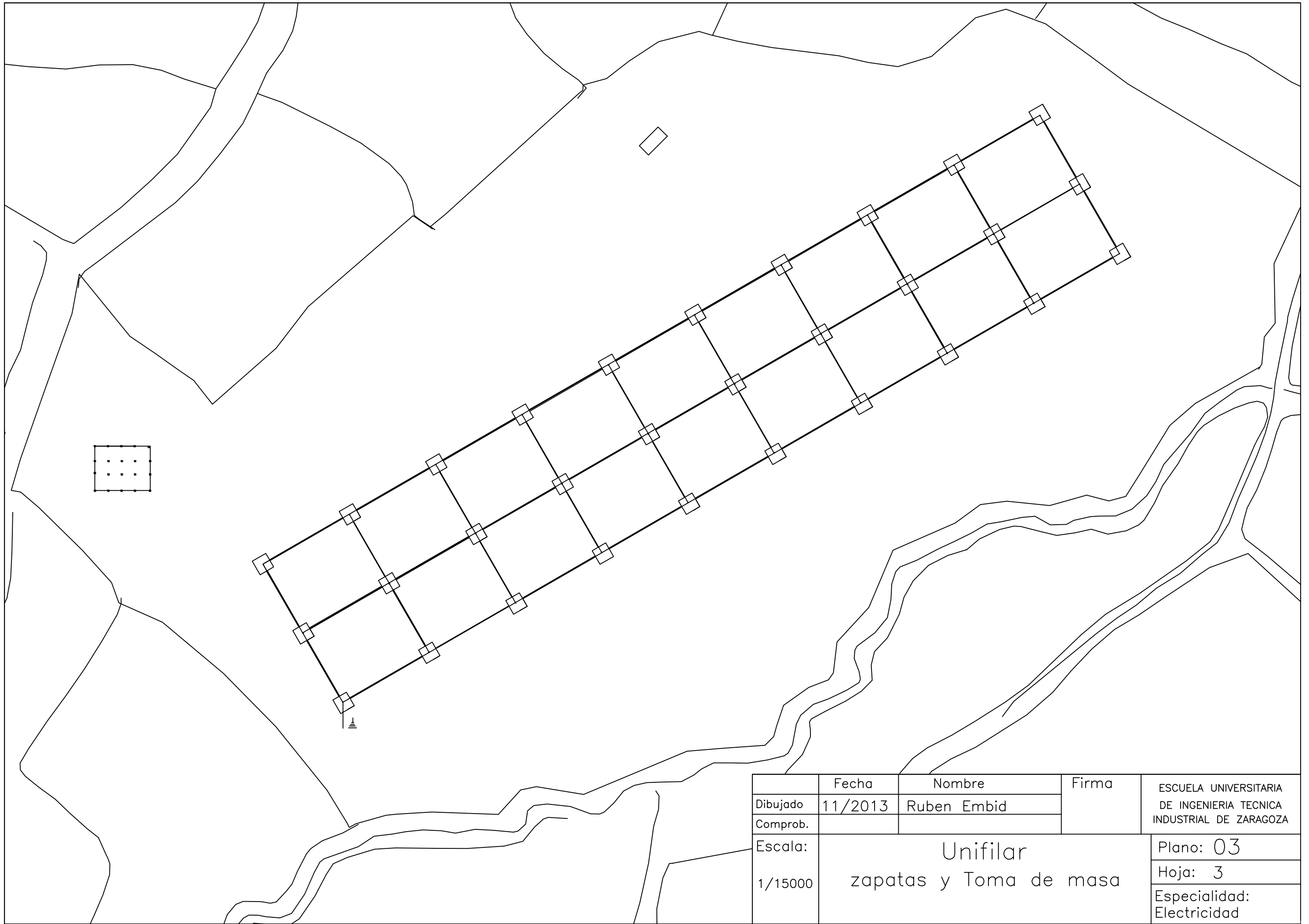
- 1.-PLANOS DE SITUACIÓN**
- 2.-PLANOS DE EMPLAZAMIENTO**
- 3.-ZAPATAS Y TOMA DE TIERRA**
- 4.-UBICACIÓN CON CABLEADO**
- 5.-CENTRAL I**
- 6.-CENTRAL II**
- 7.-CENTRAL III**
- 8.-CENTRAL IV**
- 9.-CENTRAL V**
- 10.-CENTRAL VI**
- 11.-CENTRAL VII**
- 12.-CENTRAL VIII**
- 13.-CENTRAL IX**
- 14.-CENTRAL X**
- 15.-DETALLE SEGUIDOR CON COTAS**
- 16.-DETALLE CIMENTACIÓN CON TOMA DE TIERRA**
- 17.-ZANJAS DE BAJA TENSIÓN**
- 18.-DETALLE CONEXIONES PANELES**
- 19.-CASETA TRANSFORMADORES**
- 20.-ALUMBRADO CASETA**
- 21.-TIERRAS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**



	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	11/2013	Ruben Embid		
Comprob.				
Escala:	Unifilar PLANO SITUACION			Plano: 01
1/50000				Hoja: 1
				Especialidad: Electricidad



	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	11/2013	Ruben Embid		
Comprob.				
Escala:	Unifilar plano emplazamiento			Plano: 02
1/25000				Hoja: 2
				Especialidad: Electricidad



	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	11/2013	Ruben Embid		
Comprob.				
Escala:	Unifilar zapatas y Toma de masa			Plano: 03
1/15000				Hoja: 3
				Especialidad: Electricidad

ÁREA PLANTA
104550.6717

ÁREA TOTAL
122923.3355

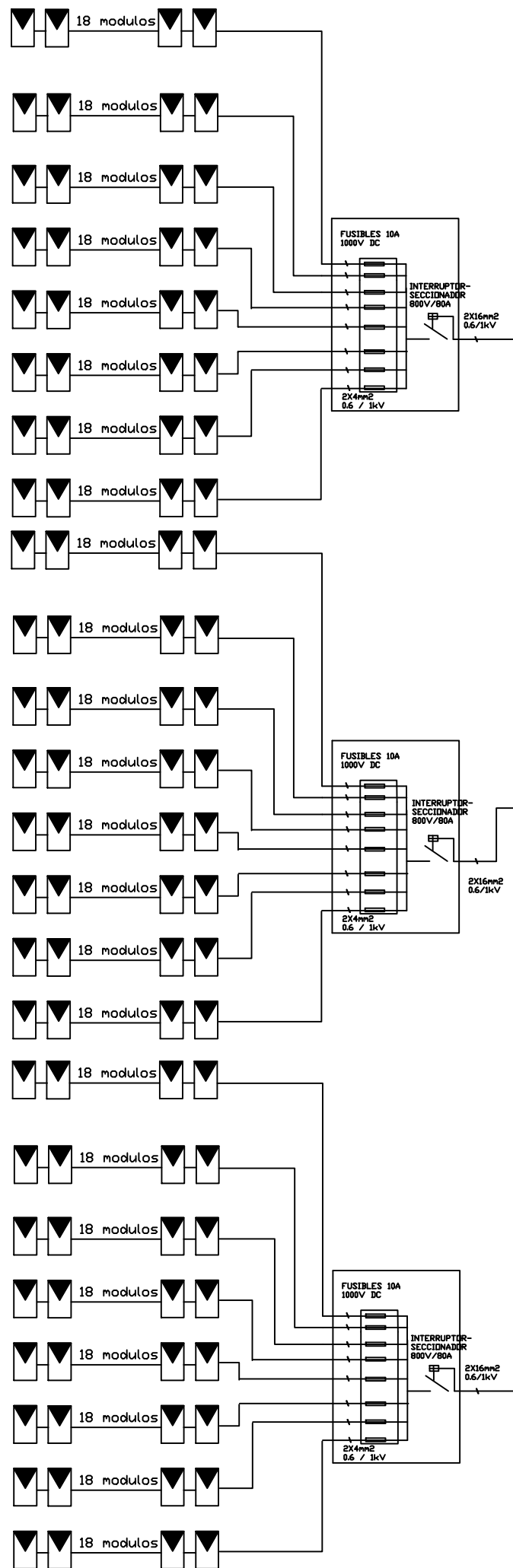
20.00
25.00

19.00
13.00

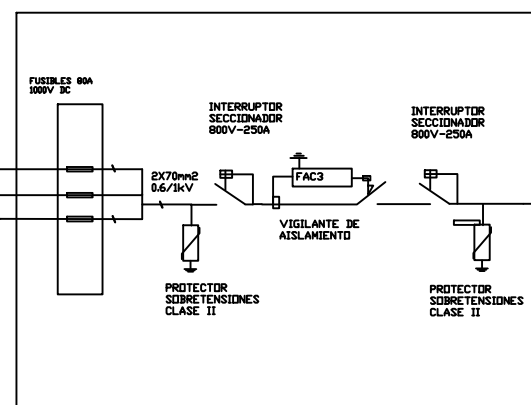
13.00

12.00
6.00

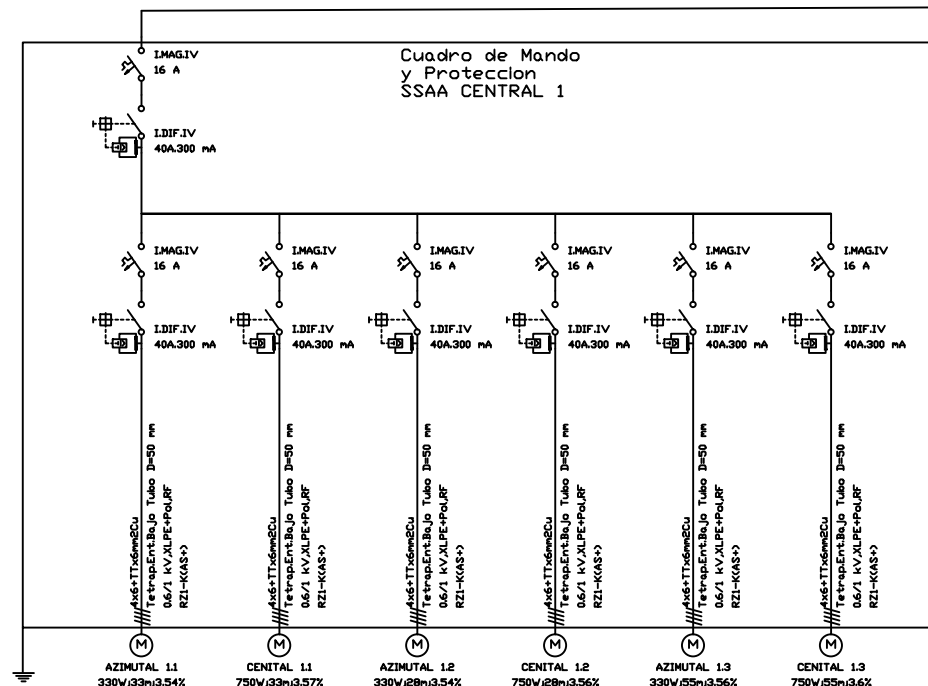
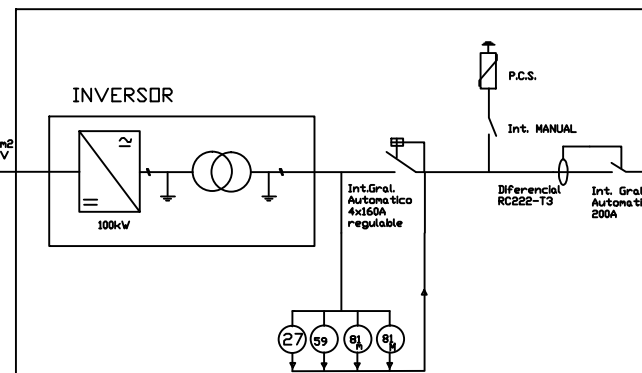
	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	11/2013	Ruben Embid		
Comprob.				
Escala:	Unifilar UBICACION CON CABLEADO			Plano: 04
1/20000				Hoja: 4
				Especialidad: Electricidad



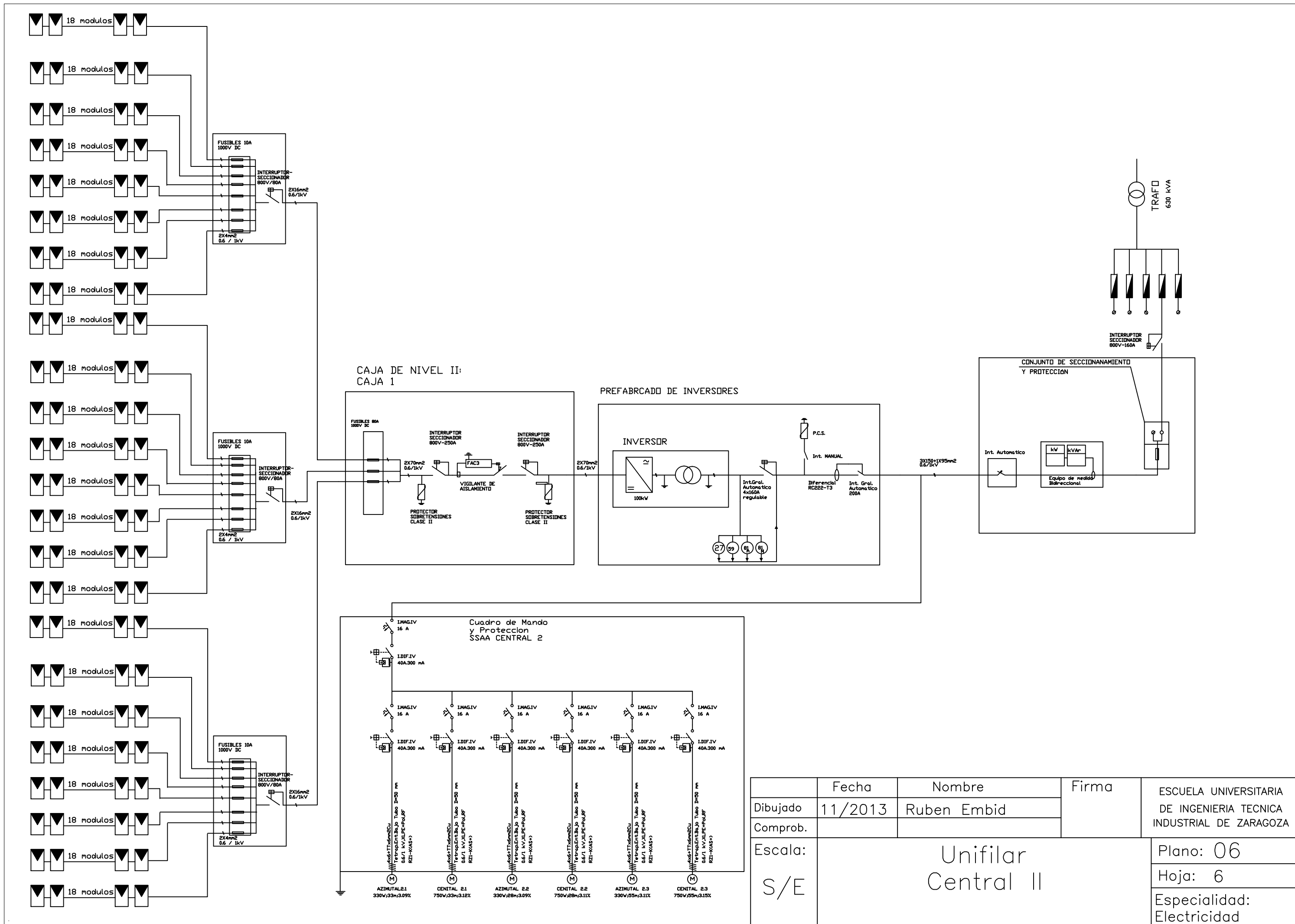
CAJA DE NIVEL II:
CAJA 1

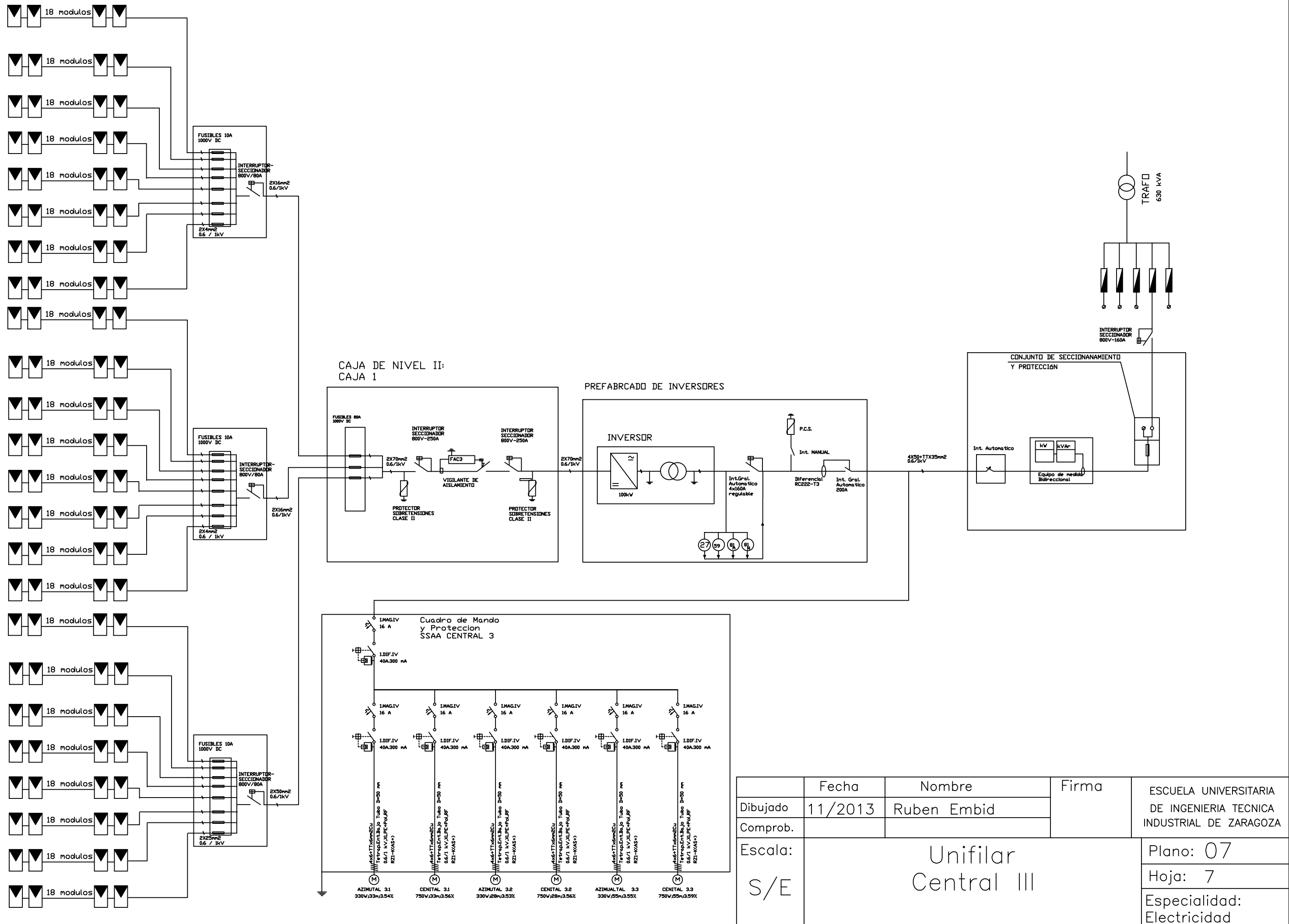


PREFABRICADO DE INVERSORES

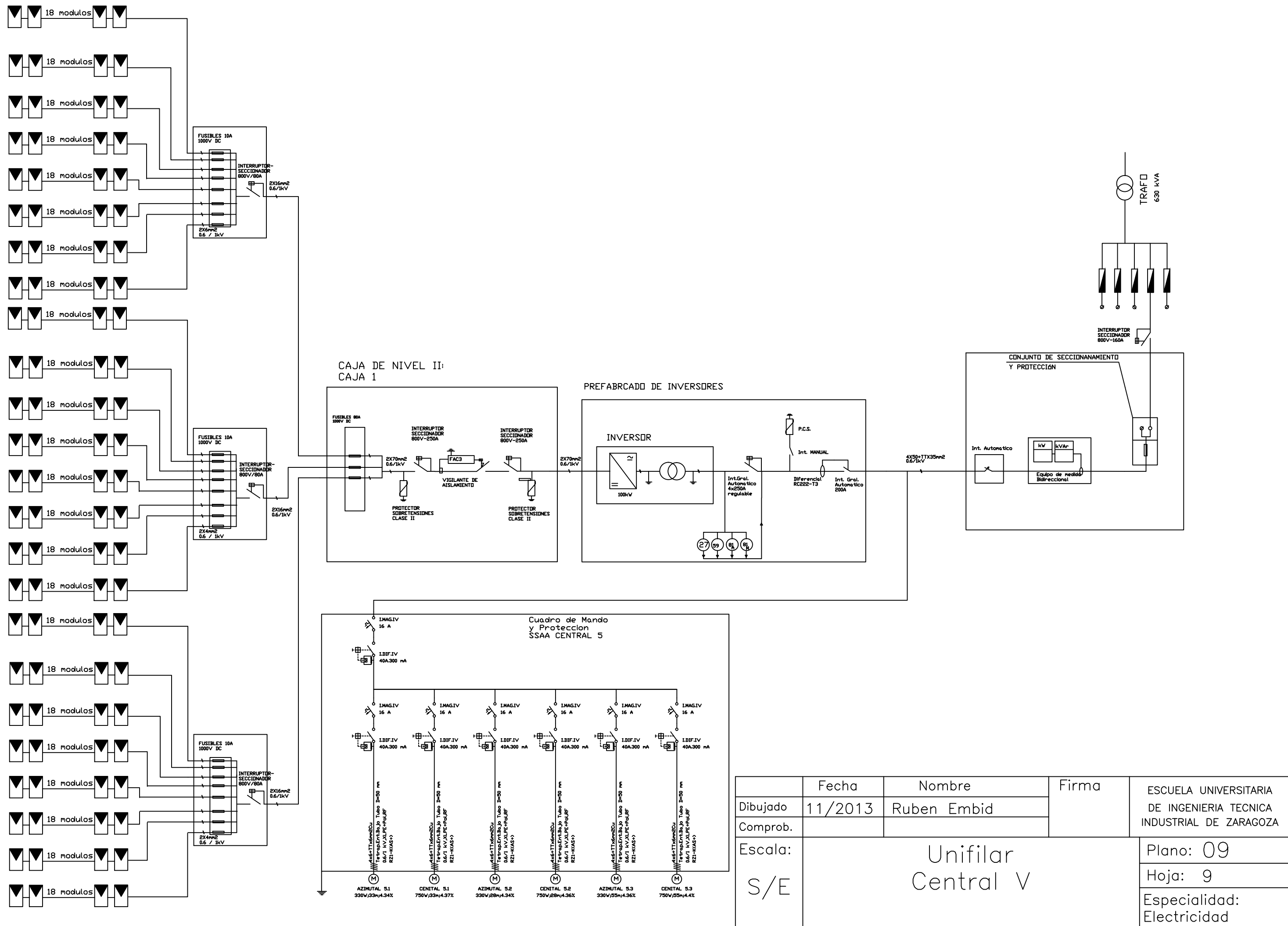


	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	11/2013	Ruben Embid		
Comprob.				
Escala:	Unifilar Central I			Plano: 05
S/E				Hoja: 5
				Especialidad: Electricidad

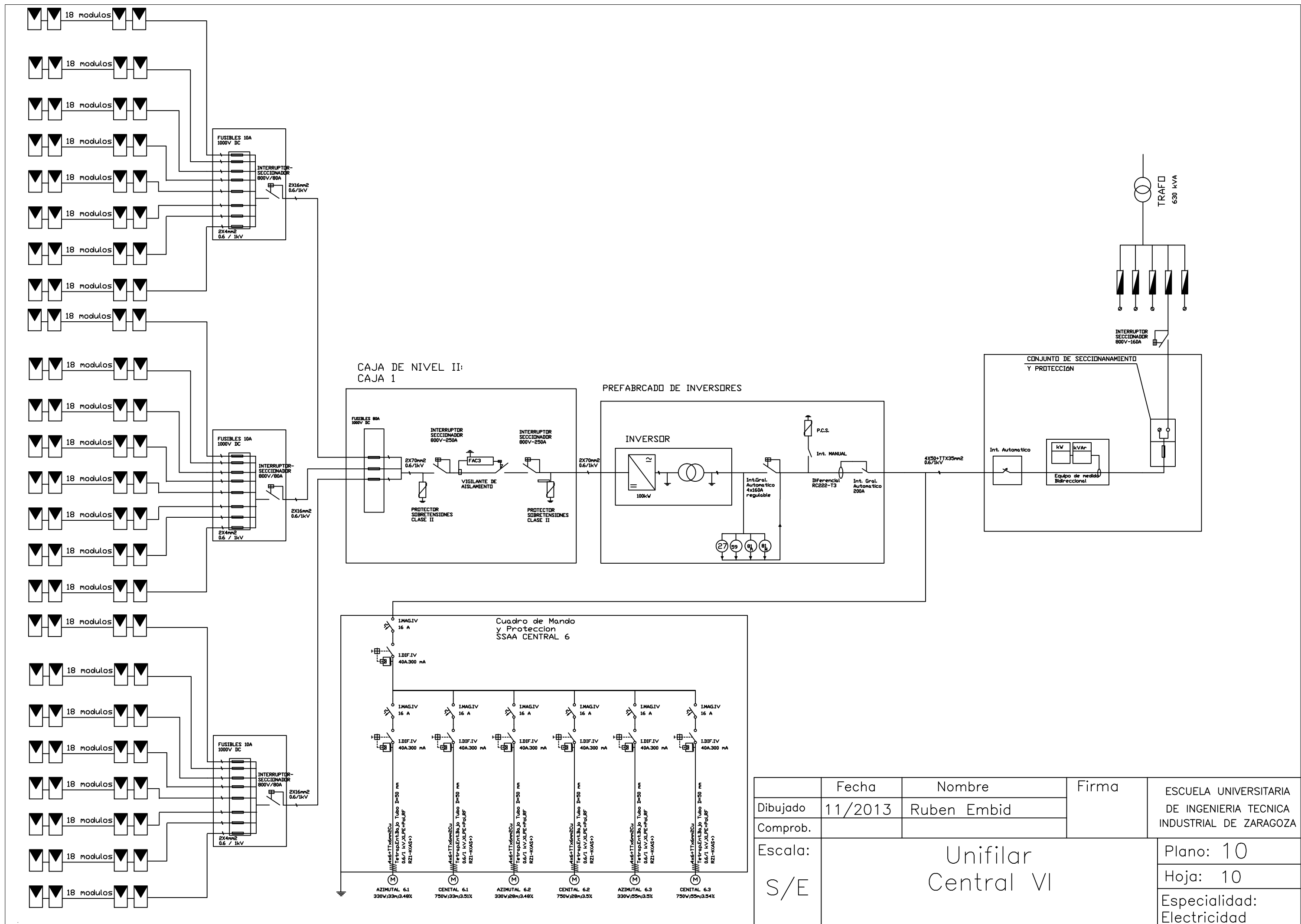




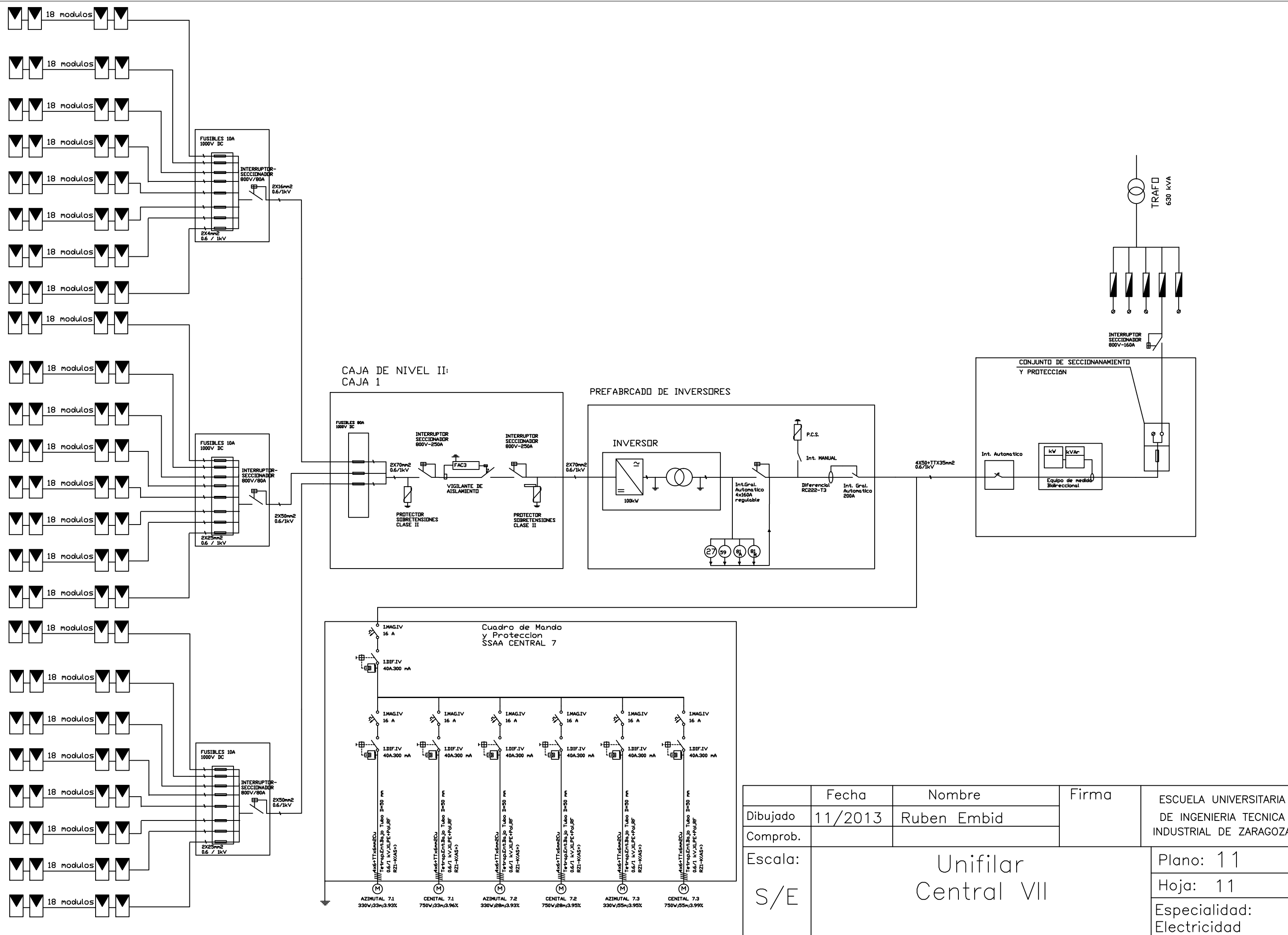
	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	11/2013	Ruben Embid		
Comprob.				
Escala:	Unifilar Central III			Plano: 07
S/E				Hoja: 7
				Especialidad: Electricidad



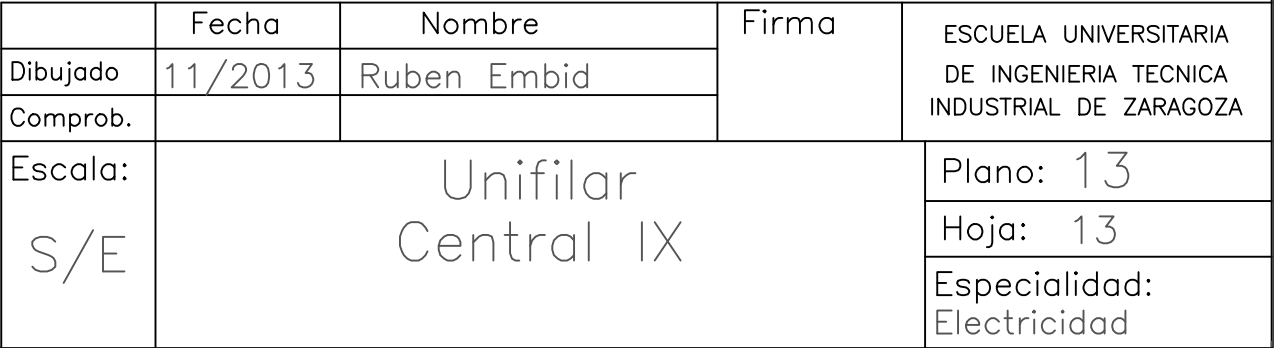
	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	11/2013	Ruben Embid		
Comprob.				
Escala:	Unifilar Central V			Plano: 09
S/E				Hoja: 9
				Especialidad: Electricidad

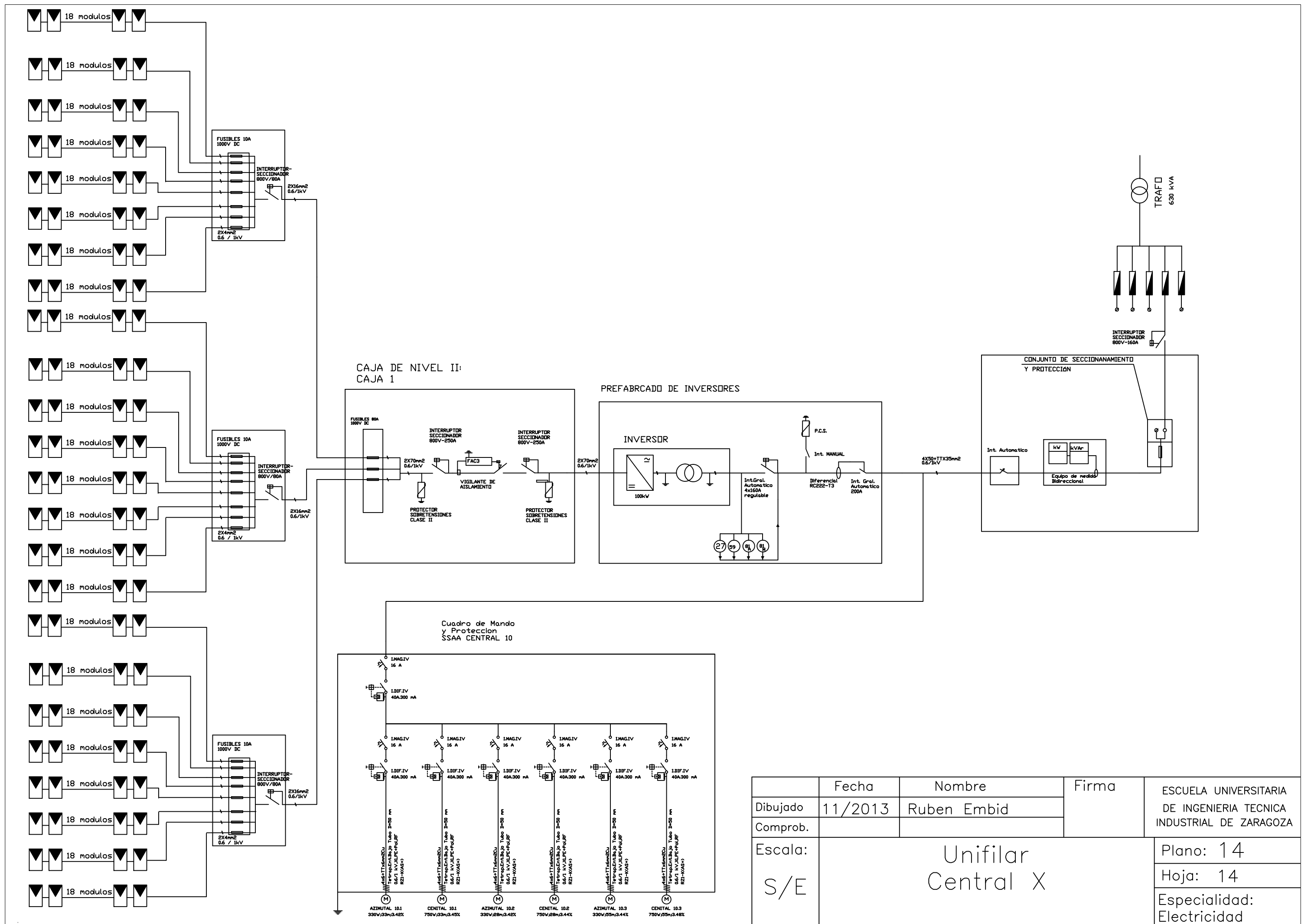


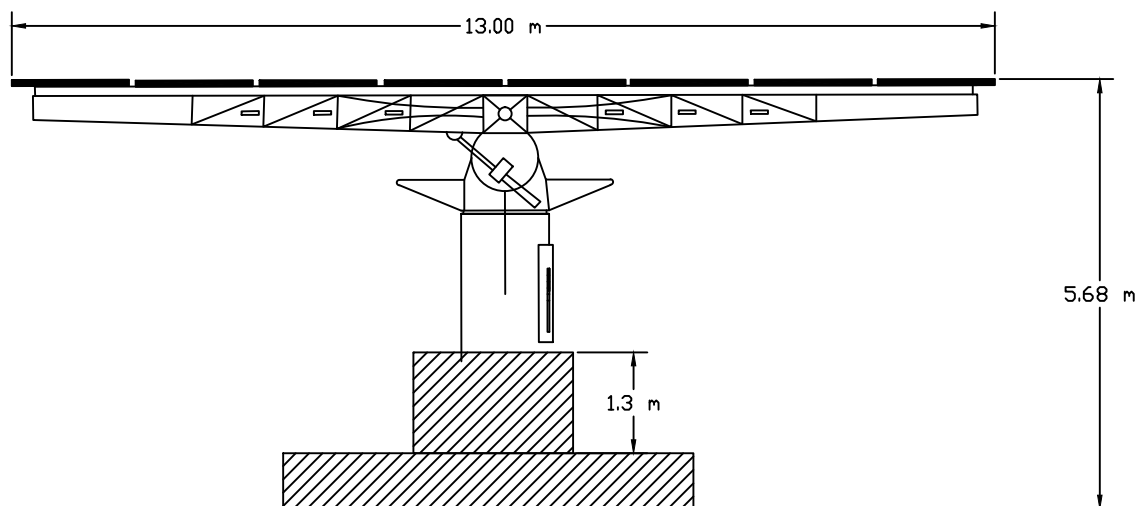
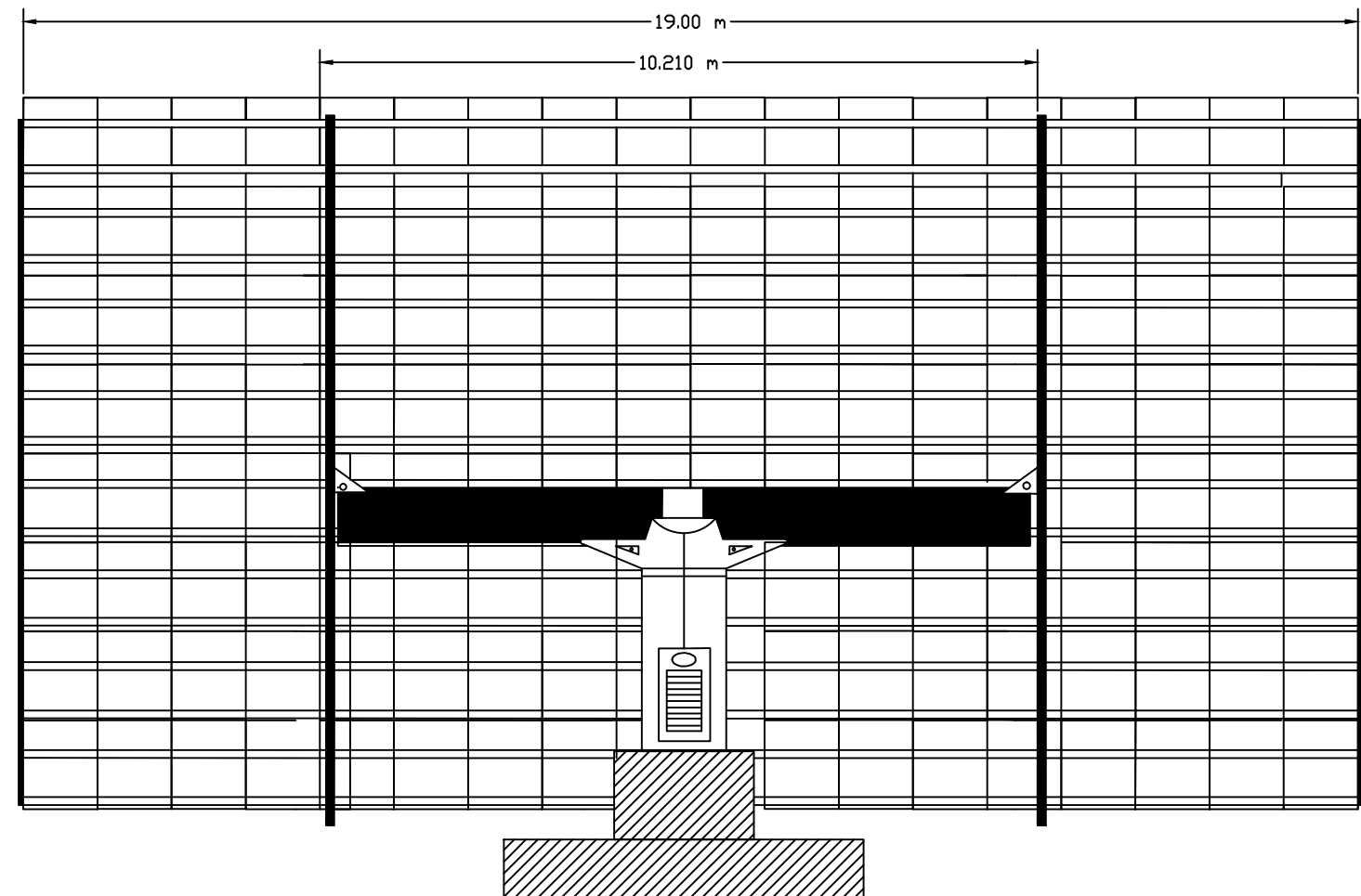
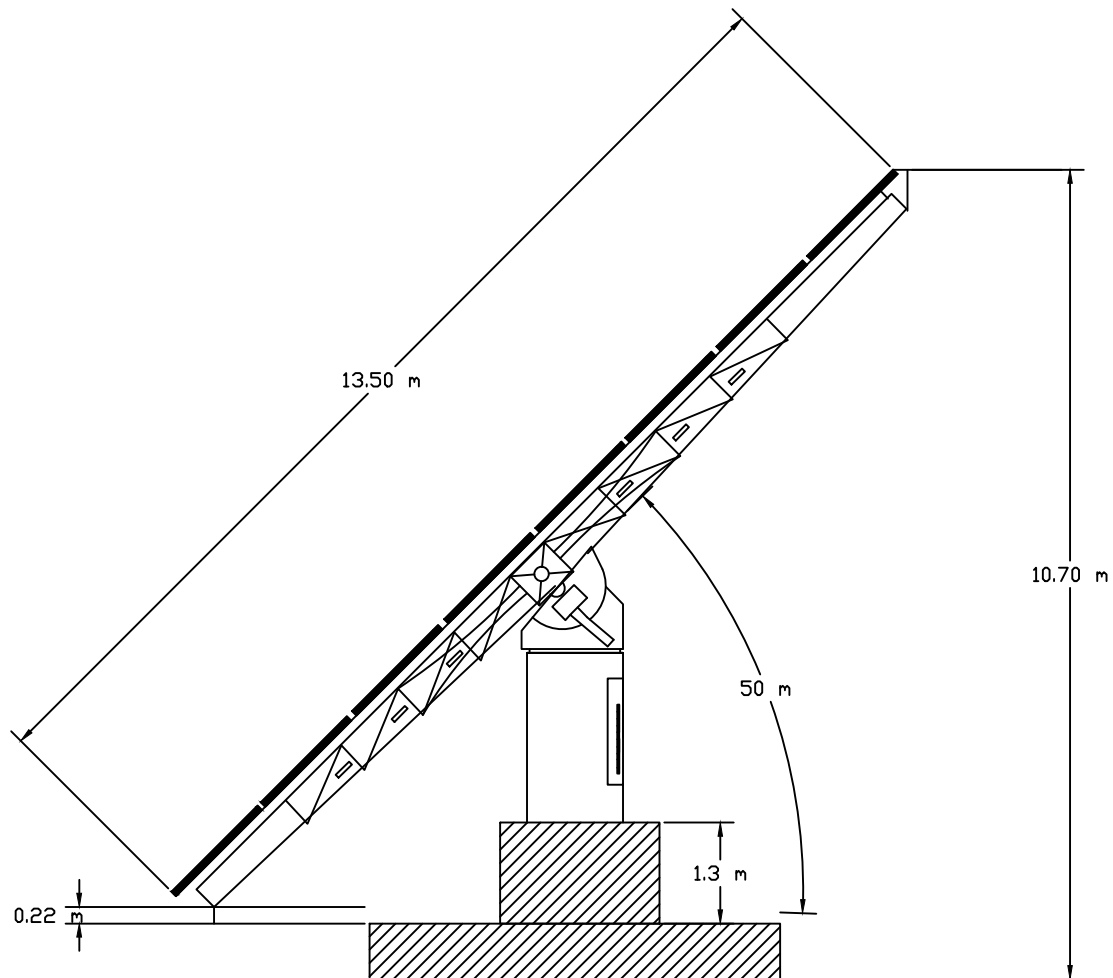
	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	11/2013	Ruben Embid		
Comprob.				
Escala:	Unifilar Central VI			Plano: 10
S/E				Hoja: 10
				Especialidad: Electricidad



	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	11/2013	Ruben Embid		
Comprob.				
Escala:	Unifilar Central VII			Plano: 11
S/E				Hoja: 11
				Especialidad: Electricidad

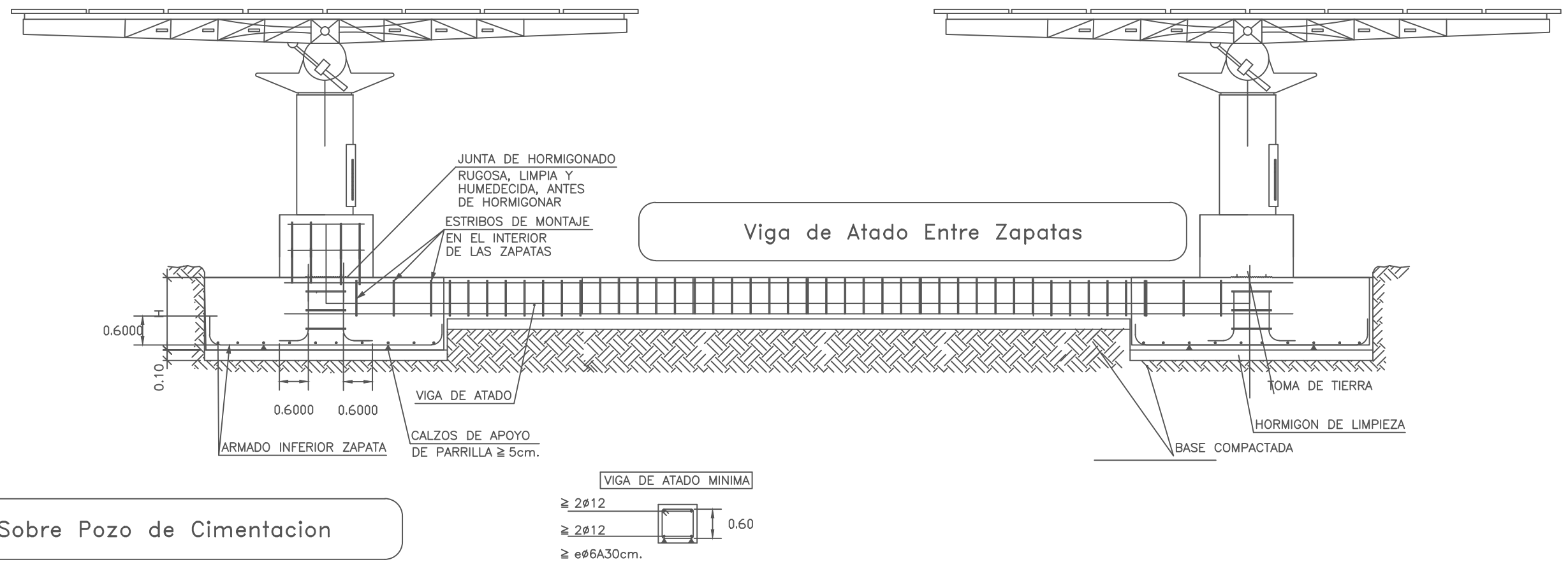






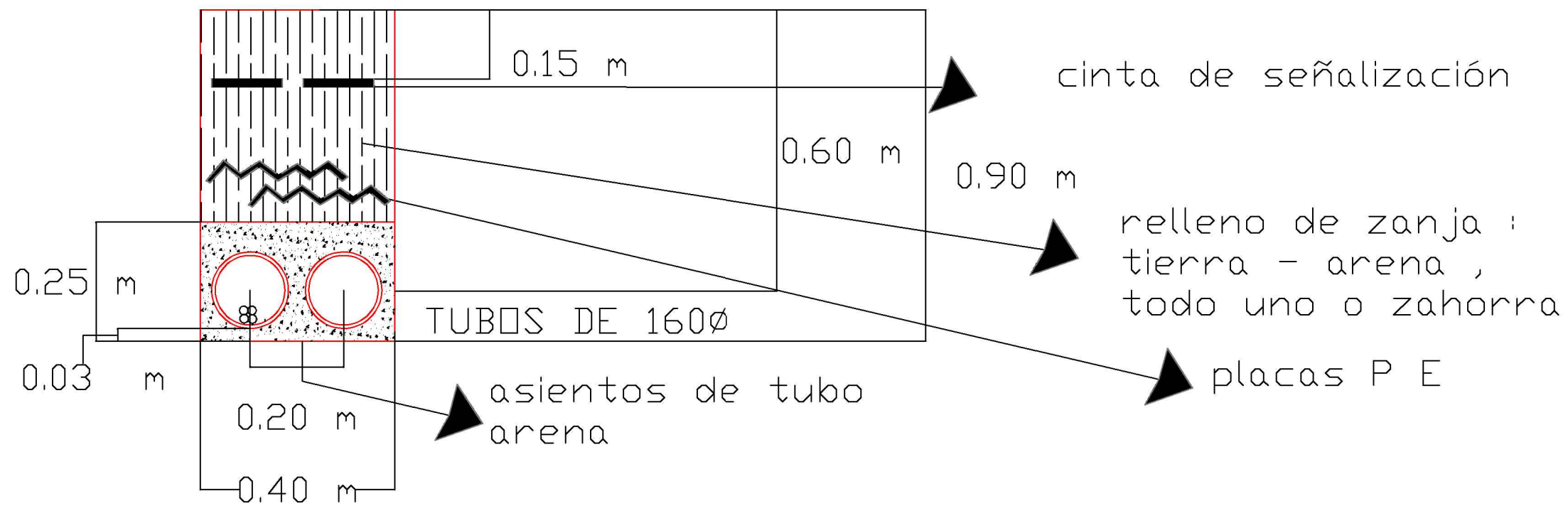
Ejes de seguimiento		2 ejes: Azimutal y cenital	
Configuración parrilla		8 filas x 18 metros	Ampliable hasta 8 filas x 19 metros
Superficie módulos		243 m ²	Máxima superficie = 256,5 m ²
Distribución módulos	Tipo	Módulo monocristalino SOLARWATT modelo M230-96 con potencia nominal de 250 Wp. Medidas exteriores módulo = 1.604 x 1.054 x 50mm.	
	Cantidad / Potencia	8 filas x 17 placas	136 módulos x 250Wp = 34 Kwp
	Cantidad / potencia máx.	8 filas x 18 placas	144 módulos x 250 Wp = 36 Kwp
La potencia y cantidad final de los módulos instalados es orientativo, ya que dependerá de las necesidades del inversor y del modelo del módulo elegido			

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	11/2013	Ruben Embid		
Comprob.				
Escala:	SEGUIDOR SOLAR DETALLE SEGUIDOR CON COTAS			Plano: 15
1/100				Hoja: 15
				Especialidad: Electricidad

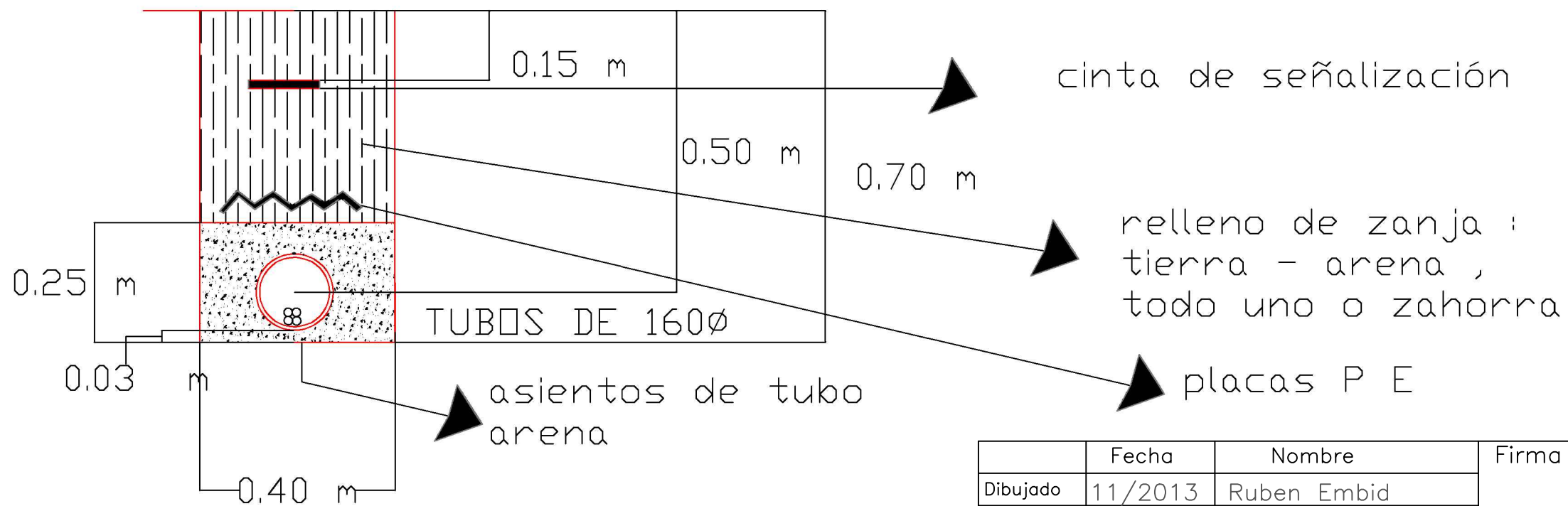


Zapata Sobre Pozo de Cimentacion

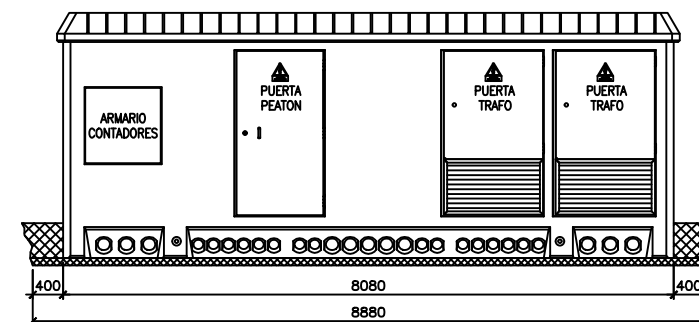
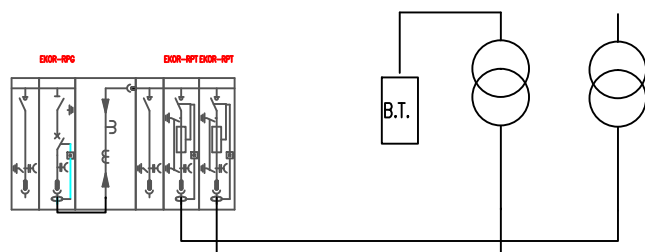
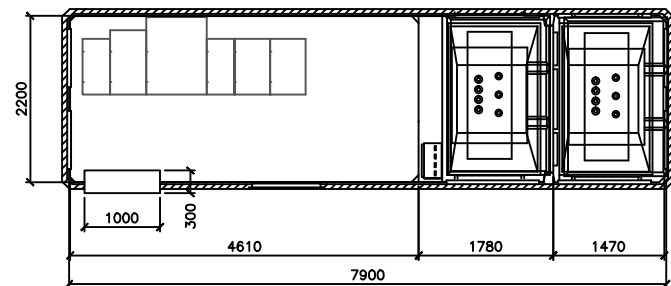
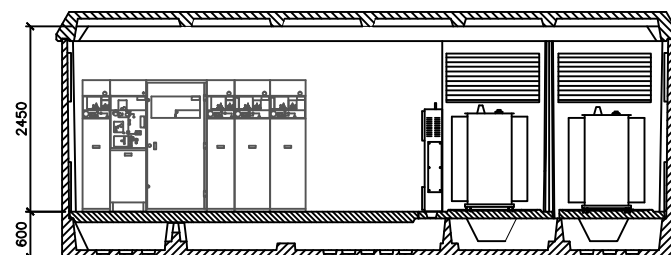
	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	11/2013	Ruben Embid		
Comprob.				
Escala:	Unifilar DETALLE CIMENTACION CON TOMA DE TIERRA			Plano: 16
1/1000				Hoja: 16
				Especialidad: Electricidad



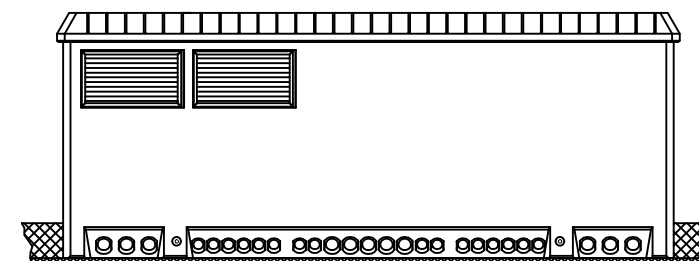
firme



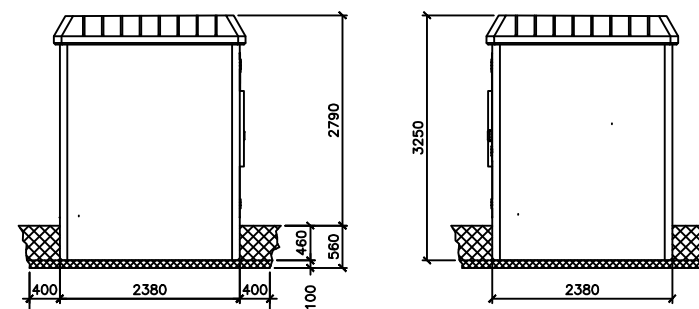
	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	11/2013	Ruben Embid		
Comprob.				
Escala:	SEGUIDOR SOLAR ZANJAS DE BAJA TENSION			Plano: 17
S/E				Hoja: 17
				Especialidad: Electricidad



VISTA FRONTAL



VISTA POSTERIOR



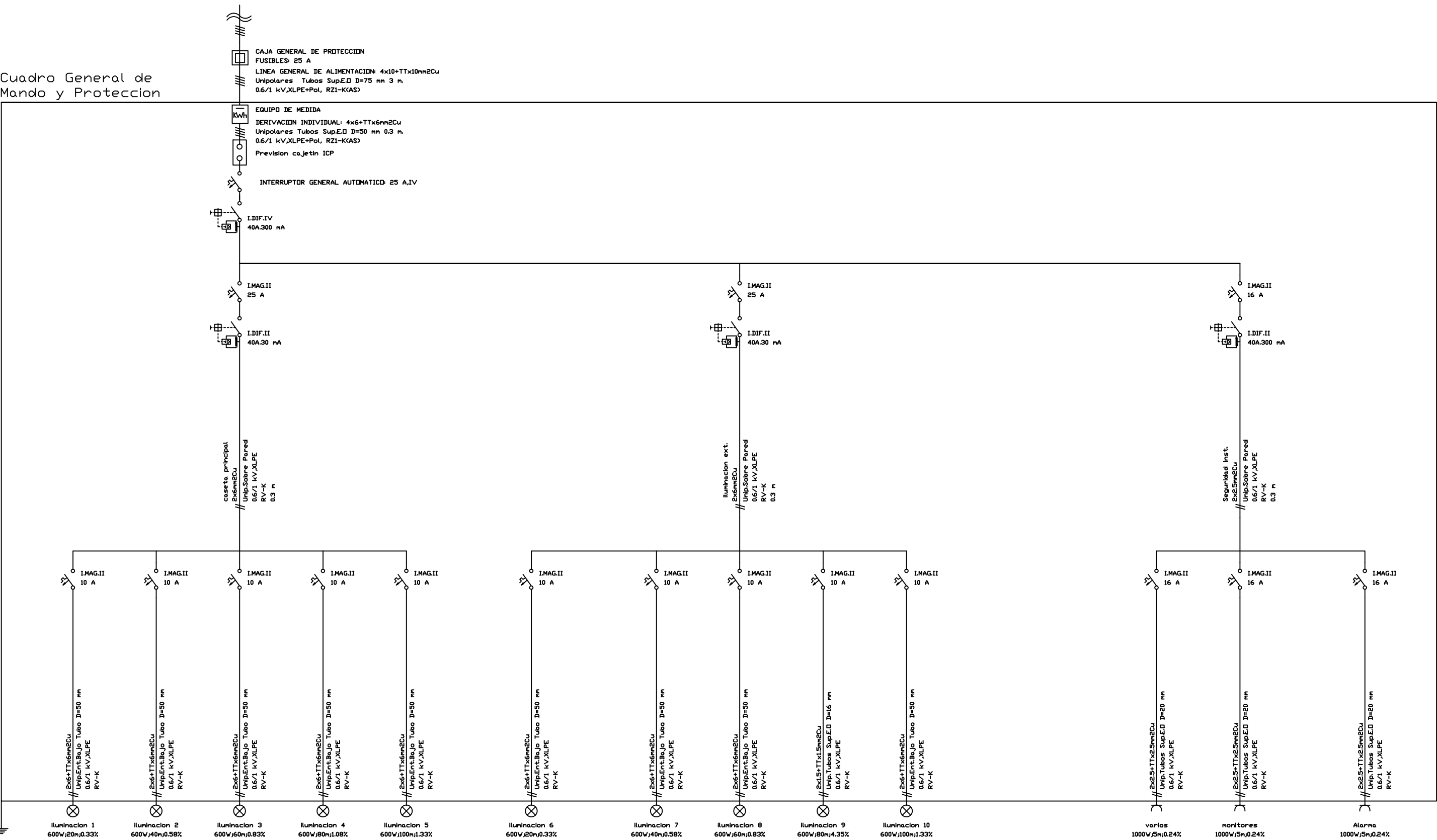
VISTA LATERAL
IZQUIERDA

VISTA LATERAL
DERECHA

DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
8,88 m. LARGO x 3,18 m. ANCHO x 0,56 m. PROFUND.

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	11/2013	Ruben Embid		
Comprob.				
Escala:	SEGUIDOR SOLAR CASETA DE TRANSFORMADORES			Plano: 19
1/100				Hoja: 19
				Especialidad: Electricidad

Cuadro General de Mando y Protección

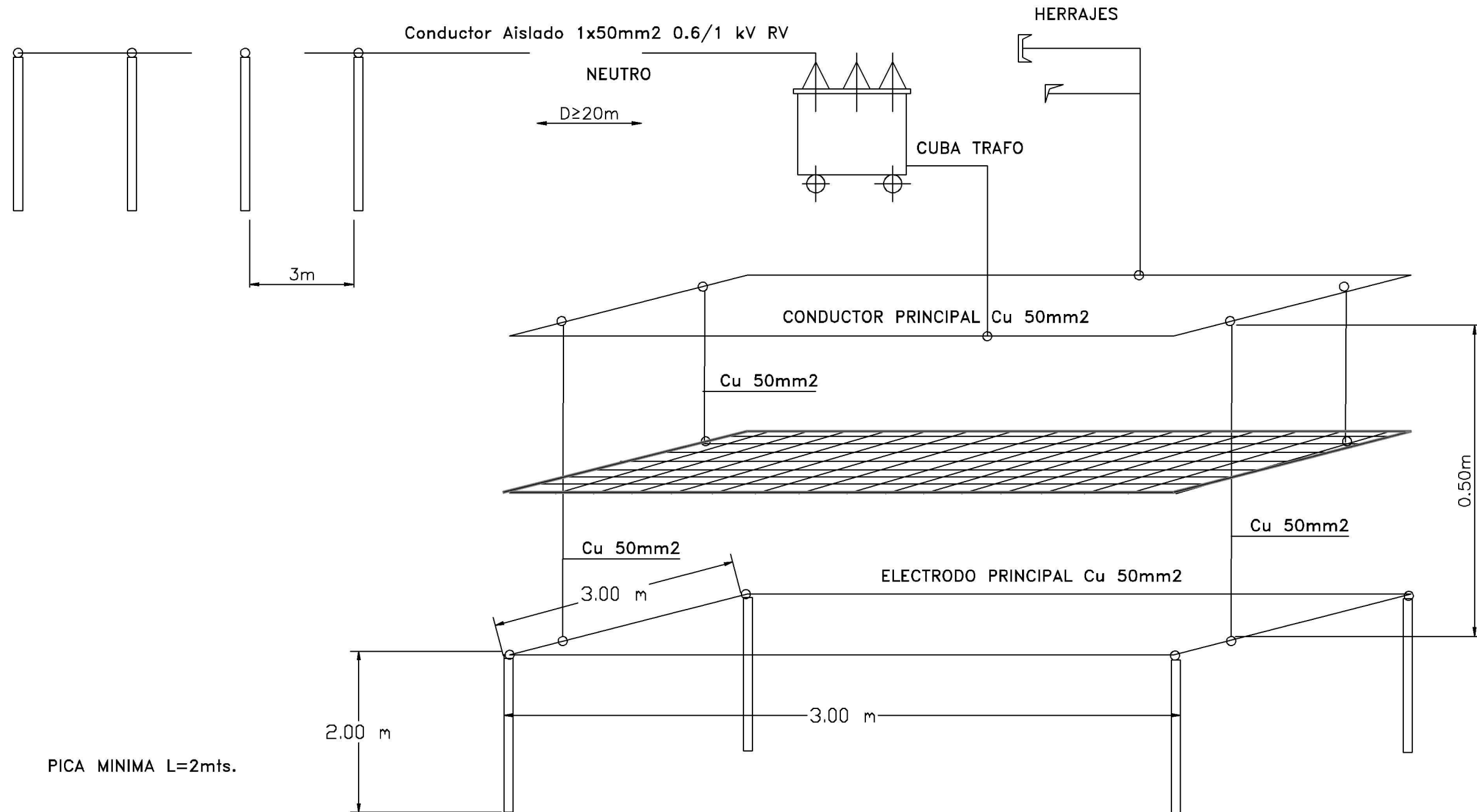


	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	11/2013	Ruben Embid		
Comprob.				
Escala:	SEGUIDOR SOLAR ALUMBRADO CASETA			Plano: 20
S/E				Hoja: 20
				Especialidad: Electricidad

VISION EN PERSPECTIVA DEL CONJUNTO

TIERRA DE SERVICIO
CODIGO UNESA DE CONFIGURACION 5/42

TIERRA DE PROTECCIÓN
CODIGO UNESA DE CONFIGURACION 25-25/5/42



	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	11/2013	Ruben Embid		
Comprob.				
Escala:	SEGUIDOR SOLAR TIERRAS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			Plano: 21
S/E				Hoja: 21
				Especialidad: Electricidad