



UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI

Departament d'Enginyeria Electrònica Elèctrica i Automàtica

Proyecto de instalaciones Eléctricas Y de ACS Solar de un hotel de 4 estrellas

AUTOR: Xavier Mora Miro.
DIRECTOR: Pedro Santibáñez Huertas
FECHA: Septiembre / 2004

INDICE DEL PROYECTO

1. INICE	Vol1
2. MEMORIA DESCRIPTIVA	Vol 1
3. MEMORIA DE CALCULOS	Vol 2
4. PLANOS	Vol 3
5. PLIEGO DE CONDICIONES	Vol 4
6. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	Vol 5
7. ANNEXOS	Vol 6

ÍNDICE DE LA MEMORIA :

2.1 OBJETO DEL PROYECTO.....	2
2.2 INSTALACIÓN OBJETO DEL PROYECTO.....	2
2.3 NORMATIVA I DISPOSICIONES OFICIALES	2
2.4 TITULAR.....	3
2.5 SITUACIÓN-EMPLAZAMIENTO.....	3
2.6 ANTECEDENTES.....	3
2.7 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EDIFICIO.	3
2.7 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	4
2.7.1 Instalación de agua caliente sanitaria con energía solar térmica	4
2.7.1.1.- ANTECEDENTES	4
2.7.1.2.- PRINCIPIOS BÁSICOS.....	7
2.7.1.3.- SUBCONJUNTO DE CAPTACIÓN.....	7
2.7.1.4.-SUBCONJUNTO DE ALMACENAMIENTO.....	14
2.7.1.5.- SUBCONJUNTO DE TERMO TRANSFERENCIA	14
2.7.1.5.-SUBCONJUNTO DE ENERGÍA DE APOYO	16
2.7.1.6.- SUBCONJUNTO DE REGULACIÓN Y CONTROL	17
2.7.1.7.-EQUIPAMIENTO.....	19
2.7.1.7.3.- SUBCONJUNTO DE TERMO TRANSFERENCIA	27
2.7.1.7.4 SUBCONJUNTO DE REGULACIÓN Y CONTROL	34
2.7.1.7.5.- SUBCONJUNTO DE ENERGÍA AUXILIAR	34
2.7.1.7.6- AISLAMIENTO	37
2.7.1.7.7.-ESTRUCTURA SOPORTE	38
2.7.1.7.8.-OTROS ELEMENTOS.....	38
2.7.2.8. INSTALACIÓN DE ALTA TENSIÓN	43
2.7.2.8.1.- CARACTERÍSTICAS DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	43
2.7.2.8.2.-POTENCIA INSTALADA. POTENCIA CONTRATADA.	44
2.7.2.8.3.-DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES	44
2.7.2.8.3.1.A.-DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	44
2.7.2.8.3.B.-BAJA TENSIÓN.....	57
2.7.2.8.3.C.-GRUPO ELECTROGENO	95
2.7.2.8.3.C MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA	98
2.7.2.8.3.D INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	101
2.7.2.8.3.E.-ELECCIÓN DEL SUMINISTRO Y TARIFA ELÉCTRICA	103

2. MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1 OBJETO DEL PROYECTO.

El objeto este proyecto es especificar las condiciones técnicas, de ejecución, y económicas, para la realización de las instalaciones eléctricas y de agua caliente sanitaria mediante energía solar de un hotel de 4 estrellas, así como el correspondiente centro de transformación. También se incluye el estudio tarifario.

2.2 INSTALACIÓN OBJETO DEL PROYECTO

Las instalaciones objeto del proyecto son las siguientes:
Instalaciones de baja tensión del hotel y el aparcamiento
Centro de medida y transformación
Instalación de agua caliente sanitaria con colectores solares
Instalación de agua fría
Estudio tarifario

2.3 NORMATIVA I DISPOSICIONES OFICIALES

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:
Real decreto 842/2002 del 2 agosto por el cual se aprueba el Reglamento electrotécnico de baja tensión y sus instrucciones complementarias.
Ley 31/1995 de 8 noviembre sobre prevención de riesgos laborales.
Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE)
Reglamento de Recipientes a Presión (RAP).
Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Medida, así como las Ordenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, para las cuales se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre el reglamento.
Decreto del 12 de marzo de 1954 por el cual se aprueba el Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.

2.4 TITULAR.

Promociones Hoteleras FAMITEL S.A
Lluís Marrugat Altadill
N.I.F. 288459315-A
Dirección fiscal:
Av./ Mari Fortuny nº 13, 3 planta.
Viladecans (Barcelona)

2.5 SITUACIÓN-EMPLAZAMIENTO.

El edificio, objeto del presente proyecto, se encuentra situado en un solar situado en:

En la calle ferrocarril nº 12 del municipio de viladecans provincia de Barcelona
Este hotel esta situado en un solar en la estación de metro.

2.6 ANTECEDENTES

Por ser este edificio considerad de obra nueva, se debe realizar un proyecto sobre las

Instalaciones eléctricas y de ACS previstas a llevar a cabo para el funcionamiento de la actividad a despeñar.

2.7 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EDIFICIO.

El edificio en cuestión esta formado por 5 plantas dedicadas al hotel y 2 plantas subterráneas dedicadas al aparcamiento.

El hotel tiene 142 habitaciones 8 de las cuales dedicadas a suites , en cuanto el aparcamiento tiene una capacidad 104 plazas

Este edificio tiene una superficie de 13995 m² de los cuales 10760 m² forman parte del hotel y el resto son para aparcamiento.

PLANTA SUBTERRÁNEA

Estas plantas están dedicadas a aparcamientos con una capacidad de 104 coches además cuenta con los servicios del hotel como salas de maquinas, estación transformadora , almacenes y las salas de contadores .

La superficie total es de 3234 m² formados por 2 plantas de 1617 m² cada una .

PLANTA BAJA

Esta planta esta dedicada hall, la recepción del hotel, bar, comedores, sala de conferencias, cocina, zonas del personal y administración .

La superficie de esta planta es 3626 m² .

PLANTA 1^a

Esta planta esta dedicada a habitaciones con un total 35 habitaciones normales y 2 suites.

Esta planta consta de salas de reuniones , una sala de conferencias , un gimnasio y una sala de estar.

La superficie de esta planta es de 2660 m².

PLANTAS DE LA 2 A LA 4

Estas plantas están dedicadas exclusivamente a habitaciones con un total de 35 habitaciones normales y 2 suites.

La superficie de estas plantas es 1372 m² cada una.

PLANTA 5^a

Esta planta esta dedicada sala de frío , sala de ascensores y la sala de calderas .

La superficie total de la planta es de 359 m².

PLANTA CUBIERTA

En esta planta se instalaran los colectores solares planos

Tiene una superficie de 1373 m².

2.7 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

2.7.1 Instalación de agua caliente sanitaria con energía solar térmica

2.7.1.1.- ANTECEDENTES

El continuo aumento del consumo energético en el mundo derivado de un extraordinario crecimiento de la población mundial, junto al crecimiento del consumo “per capita” de estos recursos obliga a una constante búsqueda de nuevos recursos energéticos que puedan satisfacer dicha demanda, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativos o de diversidad.

Aunque existen muchas alternativas energéticas, algunas de ellas no han sido aún suficientemente utilizadas, bien por limitaciones técnicas o económicas, y otras apenas se han desarrollado o lo han hecho sólo parcialmente. De hecho la mayor parte de la energía se obtiene a partir de los llamados combustibles fósiles, compuestos principalmente por el petróleo y sus derivados (gasolinas, gasoil, keroseno, fuel-oil, etc.), el gas natural y el carbón.

Si bien, al comienzo de su explotación, estos recursos se consideraban ilimitados y de impacto ambiental era despreciable, actualmente estas consideraciones han cambiado radicalmente, principalmente debido a que el aumento de la demanda energética se produce con tal intensidad, que cada vez resulta más difícil encontrar y explotar yacimientos de éstos combustibles.

Además el consumo masivo de hidrocarburos está produciendo alteraciones medioambientales a nivel mundial, como resultado de las emisiones que dan a día de hoy. Así, son los causantes de la denominada lluvia ácida, que deriva en

grandes daños al suelo, y en consecuencia a la flora y fauna. Y en las grandes ciudades también se producen efectos indeseables, nocivos y molestos, debidos a la combinación de las emisiones de gases de combustión con algunos otros fenómenos naturales, tales como el smog o concentraciones excesivamente elevadas de componentes indeseables en la atmósfera.

No hay que olvidar que la disponibilidad de recursos energéticos es uno de los factores más importantes en el desarrollo tecnológico de las naciones, es por ello que es importante no sólo la prospección de nuevos yacimientos sino también el estudio de alternativas energéticas que favorezcan la diversidad y mejora de la explotación de los recursos naturales. Ello cobra un especial interés en aquellos países en que los recursos naturales son insuficientes y, por tanto, son energéticamente dependientes del exterior.

Los recursos energéticos son usados por el hombre para satisfacer algunas de sus necesidades básicas en forma de calor y trabajo.

El calor es necesario para aplicaciones como la climatización del espacio, la cocción de alimentos, o la producción o transformación de algunos compuestos químicos. El trabajo, se utiliza para una variedad de procesos en los que hay que vencer fuerzas de oposición: para levantar una masa en un campo gravitacional, deformar un cuerpo o hacer fluir un líquido o gas.

Calor y trabajo, son por tanto dos necesidades básicas en el hacer diario del ser humano. Pero para una perfecta sintonización entre tecnología y naturaleza es necesaria como hemos dicho el desarrollar otras fuentes energéticas que sean menos agresivas contra el ambiente.

De entre las posibles alternativas nos vamos a centrar en este proyecto a la obtenida directamente del Sol.

El Sol desde nuestro punto de vista energético es una inmensa esfera de gases a alta temperatura, con un diámetro de $1.39 \cdot 10^9$ m, situado a la distancia media de $1.5 \cdot 10^{11}$ m respecto de la Tierra. El origen de la energía que el Sol produce e irradia está en las reacciones nucleares que se producen continuamente en su interior, de forma que los átomos de Hidrógeno se fusionan entre sí formando átomos de Helio, o reacciones entre átomos de Helio, y/o Helio-Hidrógeno. Estas reacciones hacen que una pequeña cantidad de materia o defecto de masa se convierta en energía de acuerdo con la ecuación $E = m \cdot c^2$, donde E es la cantidad de energía liberada cuando desaparece la masa m y c es la velocidad de la luz. La cantidad de energía que transmite el Sol en un segundo es del orden de $4 \cdot 10^{26}$ J. Aunque la temperatura en el interior del Sol se estima que es del orden de 107 K, en su superficie externa la temperatura "efectiva de cuerpo negro" es de unos 5900 K. Esto significa que la emisión de radiación de un cuerpo negro ideal que se encontrara a 5900 K sería muy parecida a la del sol.

La mayor parte de esas ondas electromagnéticas (fotones) emitidas por el Sol tiene una longitud de onda comprendida entre $0.3 \mu\text{m}$ y $3 \mu\text{m}$, aunque solamente las que van desde 0.4 a $0.7 \mu\text{m}$ son susceptibles de ser captadas por el ojo humano, formando lo que se conoce como luz visible.

Al extenderse por el espacio en todas las direcciones, la energía radiante del Sol se reparte según una esfera ficticia, cuyo centro es el Sol y cuyo radio crece a la misma velocidad que la propia radiación. Por lo tanto, la intensidad en un punto de dicha superficie esférica, al repartirse la energía solar sobre un área cada vez mayor, será tanto más pequeña cuanto mayor sea el radio de la misma. El valor

aproximado de esta intensidad a la distancia que se encuentra nuestro planeta del Sol se conoce como constante solar y vale 1367 W/m^2 . Lo cierto es que la constante solar sufre ligeras variaciones debido a que la distancia entre la Tierra y el Sol no es rigurosamente constante, ya que la órbita terrestre no es circular sino elíptica.

La capa atmosférica supone un obstáculo al libre paso de la radiación mediante diversos efectos, entre los que cabe destacar la reflexión en la parte superior de las nubes y la absorción parcial por las diferentes moléculas del aire. Esto hace que la intensidad que llega a la superficie, incluso en días claros y atmósfera muy limpia, rara vez supera los 1000 W/m^2 .

También es de destacar que aunque los rayos solares se trasladen en línea recta, los fotones al llegar a la atmósfera sufren difusiones y dispersiones, esta luz difundida finalmente llega también a la superficie, y al haber cambiado muchas veces de dirección al atravesar la atmósfera, lo hace como si proviniese de toda la bóveda celeste. A esta radiación se le conoce con el nombre de radiación difusa. Para nuestro caso particular deberemos considerar la suma de la radiación difusa y la radiación directa, formando así la radiación total. La radiación difusa supone aproximadamente un tercio de la radiación total que se recibe a lo largo del año. La irradiación, E , es la cantidad de energía radiante que llega a una superficie dada en un tiempo determinado. La intensidad radiante, I , es la energía incidente por unidad de tiempo y superficie. La relación existente entre ellos, por tanto, es

$$I = E / S * t$$

La intensidad directa, $I'D$, sobre una superficie inclinada un ángulo α , podremos hallarla a partir de la intensidad directa sobre una superficie horizontal, ID , de modo que $I'D$

$$I'D = ID * \cos \alpha$$

Asimismo la intensidad de la radiación difusa $I'F$ sobre una superficie inclinada vale:

$$I'F = IF * (1 + \cos \alpha) / 2,$$

Donde IF es la radiación difusa sobre una superficie horizontal.

Nuestro objetivo es aprovechar al máximo los efectos físicos de la radiación, adecuando los dispositivos de captación de la misma a fin de obtener la energía en la forma que se precise para cada necesidad.

Dos de los aprovechamientos más extendidos se refieren a la conversión de la radiación solar en energía térmica o fotovoltaica.

Se denomina "térmica" la energía solar cuyo aprovechamiento se logra por medio del calentamiento de algún medio. Actualmente, la inmensa mayoría de las instalaciones que aprovecha del poder térmico de la región sólo lo hacen calentando agua para fines domésticos e industriales. Sin embargo pueden usarse en innumerables procesos, desde aplicaciones tan sencillas como los invernaderos agrícolas, a la producción de hidrógeno o la conversión termodinámica de la energía solar.

A su vez, se llama "fotovoltaica" a la energía solar aprovechada por medio de celdas fotoeléctricas, capaces de convertir la luz en un potencial eléctrico, sin pasar por un efecto térmico.

La razón por la que la producción de agua caliente sanitaria por medio de energía

solar es la aplicación que mejor se adapta a las características de la misma se debe a que el rango de temperaturas que son necesarias alcanzar, entre 40 °C y 50 °C, coincide con las de mayor eficacia de los colectores de energía solar. Además es una necesidad que debe ser satisfecha durante los doce meses del año, por lo que la inversión en el sistema se rentabilizará más rápidamente que en el caso de aplicaciones estacionales, como puede ser la calefacción en invierno, o el calentamiento piscinas en verano.

Dado que el aprovechamiento de la energía solar para este fin se convierta en una posibilidad bastante atractiva, es por lo se ha realizado este proyecto de aprovechamiento de la energía solar para el calentamiento del agua sanitaria en el en el hotel situado en la ciudad de viladecans.

2.7.1.2.- PRINCIPIOS BÁSICOS

Si bien se puede diseñar la instalación con una gran variedad de variantes lo cierto es que actualmente, prácticamente la totalidad de ellos consisten en la combinación de un colector de placa plana junto a un acumulador, bien formando un conjunto o bien independientemente.

Es importante tener presente que uno de nuestros objetivos es conseguir el máximo ahorro de energía convencional y, por lo tanto, de dinero. Y esto no es a veces compatible con determinados diseños de sistemas en los que se hace trabajar indebidamente al sistema, causando así un pobre rendimiento a la inversión realizada.

Evidentemente lo primero que debemos hacer es proveer al sistema del número suficiente de colectores para poder captar la energía necesaria, asimismo debemos elegir a la inclinación idónea para aprovechar la máxima cantidad de energía solar disponible en cada mes. A la vez que será preciso regular la captación de dicha energía para que realmente se convierta en energía útil. Será pues necesario medir y comparan permanentemente los niveles de temperatura en los colectores y en el almacenamiento, así como disponer de los mecanismos automáticos necesarios para que en el circuito primario se establezca o la circulación del fluido, en función de si se produce o no un incremento de la energía útil acumulada. Es por ello que se hace imprescindible hablar del concepto de regulación diferencial. También deberemos prestar atención a consumir prioritariamente la energía solar, así, el sistema de almacenamiento deberá trabajar de modo que favorezca el uso prioritario de la energía solar frente a la auxiliar y nunca al revés.

En todo caso hay que asegurar la correcta conjunción entre energía solar y convencional, es decir precalentar toda el agua que posteriormente sea consumida, y alcanzar la temperatura de uso con la mínima cantidad de energía auxiliar. Así como la conveniencia de evitar mezclar la energía solar con la auxiliar.

2.7.1.3.- SUBCONJUNTO DE CAPTACIÓN

El subconjunto de captación es el encargado de captar la energía solar incidente y transformarla en energía térmica, y está formado por los colectores, sus elementos de sujeción y demás accesorios.

Antes de explicar el diseño y colocación del campo de colectores vamos a analizar como se produce el aprovechamiento de la radiación solar en el seno del colector, más específicamente en el colector de placa plana.

Un cuerpo expuesto al sol recibe un flujo energético E , bajo cuyo efecto se calienta, a su vez se producen pérdidas térmicas, por radiación, convección y conducción del mismo a su alrededor, las cuales hacen que en esta situación se llegue a un momento en que las pérdidas térmicas igualan a la energía producida por el flujo energético incidente, alcanzándose entonces la llamada temperatura de equilibrio t_{oe} . O lo q es igual:

$$E = E_p$$

Si ahora de este sistema extraemos de una forma una parte de calor producido para aprovecharlo como energía utilizable, E_u , llegaremos a un equilibrio donde:

$$E = E_p + E_u$$

De modo que E_p es ahora menor de lo que era anteriormente, ya que no toda la energía incidente se pierde, sino que una parte es aprovechada, se dice entonces que el cuerpo se ha convertido en un colector de energía solar térmica.

Si ahora deseamos que aumente E_u tenemos dos opciones, o bien aumentar la energía incidente o bien reducir las pérdidas térmicas. La primera opción implica mejorar el diseño y construcción del colector a fin de reducir las pérdidas. En el segundo caso consistirá en modificar el sistema de modo que la energía incidente se concentre sobre una superficie más pequeña para que al disminuir el área, la intensidad aumente. Esto es lo que hacen los colectores de concentración.

Otro factor importante es que cuanto mayor sea la diferencia de temperatura entre la temperatura de utilización y la temperatura ambiente, mayores serán también las pérdidas térmicas y por lo tanto menor la cantidad de energía útil que podremos aprovechar. Esto significa que el rendimiento disminuye a medida que la temperatura de utilización aumenta. Por ello es importante hacer trabajar a los colectores a la temperatura más baja posible, siempre que sea compatible con la temperatura mínima necesaria para su utilización.

Analicemos el proceso que se produce al incidir en el colector y la radiación electromagnética, debemos recordar antes que al incidir sobre un cuerpo ésta puede ser total o parcialmente absorbida, otra parte podrá ser reflejada y una última atravesar el cuerpo. La energía que contiene la radiación que es absorbida hace que el cuerpo se caliente y emita a su vez radiación, con una longitud de onda que dependerá de la temperatura de éste.

La mayor parte de la radiación solar está comprendida entre 0,3 y 2,4 μm , por lo que al ser el vidrio transparente, es decir deja pasar a través de él la radiación electromagnética, entre 0,3 y 3 μm , la luz atravesará el vidrio sin mayor problema. Si bien una pequeña parte se reflejará en su superficie y otra será absorbida en su interior, dependiendo del espesor del mismo.

Después de atravesar el vidrio, la radiación llega a la superficie del absorbedor, el cual se calienta y emite a su vez radiación con una longitud de onda más o menos comprendida entre 4,5 y 7,2 μm , para la cual el vidrio es opaco.

Es decir la radiación emitida por el absorbedor será reflejado en un pequeño

porcentaje por la superficie interior del vidrio, y el resto será absorbida por él, con lo que éste aumentará de temperatura y comenzará a emitir radiación, la cual se repartirá aproximadamente a partes iguales hacia el exterior y el interior del colector, contribuyendo así a un momento de la temperatura en la superficie de la absorbido, este fenómeno se le conoce con el nombre de efecto invernadero. No hay que desdeñar el hecho de que la cubierta transparente además de producir el citado efecto invernadero, disminuye la transferencia de calor por convección entre el absorbedor y el ambiente exterior, reduciendo esas pérdidas considerablemente.

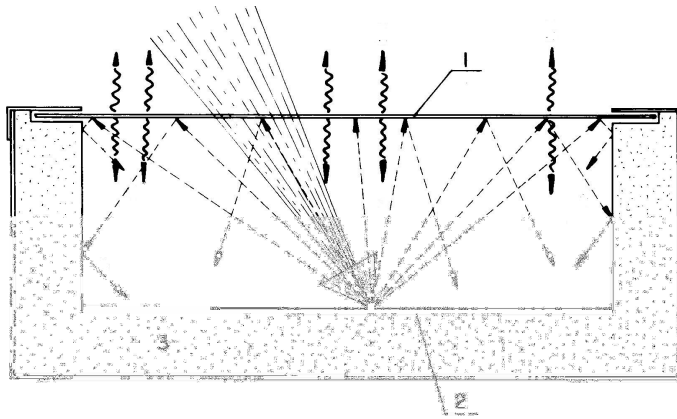


Fig. 1.- Ilustración del efecto invernadero en el seno del colector así como sus elementos: 1.- cubierta transparente, 2.- absorbedor, 3.- aislamiento y carcasa.

Esto hace que si consideramos a colector expuesto al sol sin ninguna circulación de fluido en su interior, la temperatura del absorbedor se elevará progresivamente y también las pérdidas por conducción, convección y de radiación, por crecen éstas con la temperatura. De tal modo que llega, como ya dijimos, a alcanzar entonces la temperatura de equilibrio estática. Si ahora permitimos circular el fluido calo portador por el interior del colector, entrando por un orificio y saliendo por otro, dicho fluido al tomar contacto con la parte interior del absorbedor, va aumentando de temperatura, a expensas de la energía acumulada en el absorbedor. Si se mantiene una circulación del fluido bajo condiciones estacionarias, llegará a un momento en que se volverá a alcanzar una nueva temperatura de equilibrio, llamada temperatura de equilibrio dinámica, siendo ésta evidentemente más baja que la temperatura de equilibrio estática. Esta temperatura que alcanza el fluido es siempre menor que la del absorbedor, debido a las características físicas del proceso de conducción del calor. Además la temperatura no es igual en todos los puntos del fluido, por lo que el utilizaremos una temperatura media, la cual definiremos por la semisuma de las temperaturas del fluido calo portador a la entrada y a la salida:

$$t_{mo} = (t_{eo} + t_{so}) / 2$$

Notar que cuando el colector está funcionando deberá cumplirse que la temperatura de salida es mayor que la entrada, de lo contrario ocurriría que el absorbedor estaría perdiendo calor hacia exterior a expensas del fluido calo

portador, hecho que podría ocurrir si se hiciese circular el fluido por la noche o en momentos de nubosidad.

La máxima temperatura que un colector instalado puede alcanzar es la temperatura de equilibrio estática, la cual conviene conocer, ya que cuando la instalación solar éste parada esta temperatura será alcanzada, y además porque la temperatura máxima teórica de utilización siempre será inferior a la temperatura de equilibrio estático.

Una vez visto el funcionamiento del colector vamos a analizar el balance energético que se produce en el mismo durante su funcionamiento.

Para realizar este estudio consideraremos un colector inmóvil, recibiendo la radiación solar uniforme repartida y de forma constante, y por cuyo interior circula el fluido calo portador con un caudal determinado, entrando por un orificio a una temperatura y saliendo por otro otra temperatura superior a la de entrada, como consecuencia de haber absorbido algo de calor a su paso por los conductos del absorbedor.

Así pues, el balance energético del colector será:

$$QT = QU + QP$$

Donde:

QT es la energía incidente total, es decir directa más difusa más albedo

QU es la energía útil, es decir la recogida por el fluido calo portador QP Es la energía perdida por disipación al exterior

El valor de la energía incidente total ,QT, será igual a la intensidad de radiación por la superficie de exposición, pero en caso de existir cubierta hay que contar con la transmitancia de la misma, τ , que dejará pasar solamente una parte de dicha energía, y por otro lado con el coeficiente de absorción, α , de la placa absorbedora, es decir:

$$QT = I \cdot S \cdot \tau \cdot \alpha$$

Donde:

I es la radiación incidente total sobre el colector por unidad de superficie (W/m²)

S es la superficie del colector (m²)

τ es la transmitancia de la cubierta transparente

α es la absorptancia de la placa absorbedora

El cálculo de la energía perdida por disipación al exterior es más complejo debido a que se produce simultáneamente el de conducción, convección, y radiación. Para simplificar este hecho se recurre englobar estas influencias en el llamado coeficiente global de pérdidas, U, el cual se mide experimentalmente y su valor es dado por el fabricante. De todos modos es una buena aproximación valorar las pérdidas por unidad de superficie proporcionales a la diferencia entre la temperatura media de la placa absorbedora y la del ambiente.

$$QP = S \cdot U \cdot (t_{co} - t_{ao})$$

Donde:

S es la superficie del colector (m²)

U es el coeficiente global de pérdidas (W/m²*°C)

t_{co} es la temperatura media de la placa absorbidora (°C)

t_{ao} es la temperatura ambiente (°C)

Por lo que nuestra ecuación inicial del balance energético queda de la siguiente forma:

$$QU = S \cdot [I \cdot (\tau \cdot \alpha) - U \cdot (t_{co} - t_{ao})]$$

Se da el hecho de que la temperatura media de la placa absorbidora no puede calcularse de una forma sencilla, tendríamos que medirla directamente mediante una serie de sensores colocados sobre ella. Por el contrario, sí se puede conocer con suficiente exactitud la temperatura media del fluido, una forma muy sencilla es hallar la media de las temperaturas de dicho fluido a la entrada y a la salida del colector, como hemos expuesto ya anteriormente.

Si la placa absorbidora y los tubos por los que circula el fluido calo portador tuviesen un coeficiente de conductividad térmica infinito, entonces las temperaturas de fluido y placa serían iguales, pero esto en realidad nunca ocurre puesto que no todo el calor absorbido en la superficie absorbidora pasa al fluido para transformarse en energía térmica útil. Por lo que si queremos sustituir la temperatura de la placa absorbidora por la del fluido deberemos de introducir un factor de corrección, llamado factor de eficacia o coeficiente transporte de calor, FR, que siempre será menor que la unidad.

Este factor es prácticamente independiente de la intensidad de la radiación incidente, pero es función del caudal del fluido y de las características de placa (material, espesor, distancia entre tubos, etc.)

$$QU = FR \cdot S \cdot [I \cdot (\tau \cdot \alpha) - U \cdot (t_{mo} - t_{ao})]$$

O si aplicamos la ecuación de Bliss: $UL = FR \cdot U$

$$QU = S \cdot [FR \cdot I \cdot (\tau \cdot \alpha) - UL \cdot (t_{mo} - t_{ao})]$$

De aquí podemos deducir el valor de rendimiento de nuestro colector sin más que calcular:

$$\eta = QU / S \cdot I$$

$$\eta = FR \cdot (\tau \cdot \alpha)N - UL \cdot [(t_{mo} - t_{ao}) / I]$$

Podemos considerar en la práctica $(\tau \cdot \alpha)N$ y UL como constantes y por lo tanto

expresar el rendimiento como una recta en función de $(t_{mo} - t_{ao}) / I$.

Normalmente la curva de rendimiento viene dada por el fabricante según la expresión:

$$\eta = b - m \cdot [(t_{mo} - t_{ao}) / I]$$

Donde b y m son dos parámetros que nos indican el valor del rendimiento cuando t_{mo} es igual a t_{ao} , y la pendiente de la curva de rendimiento.

Además de suministrarnos una gráfica de la curva del rendimiento en función de $[(t_{mo} - t_{ao}) / I]$ como es el caso siguiente, en el que se comparan las curvas de distintos tipos de colectores.

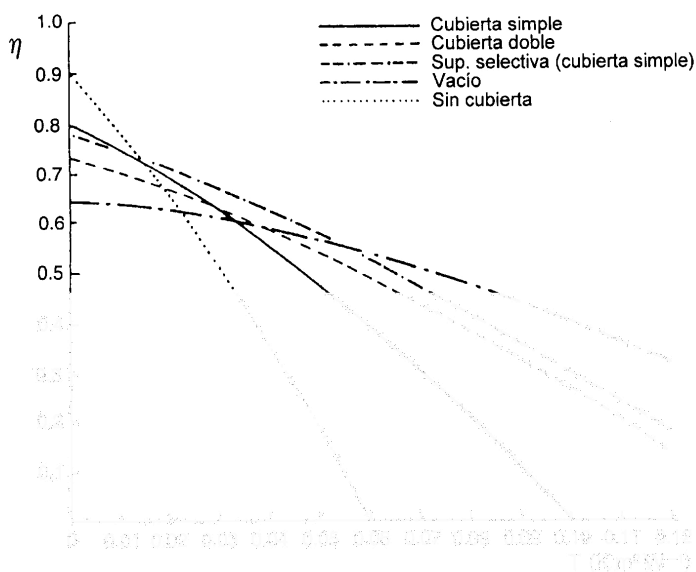


Fig. 2.- Curvas de rendimiento de distintos tipos de colectores

Una vez expuesto el funcionamiento de los colectores individualmente vamos a indicar el acoplamiento entre ellos y por consiguiente la formación del campo de colectores.

El acoplamiento en serie de los colectores tiene como consecuencia un aumento de la temperatura del agua, a costa de disminuir el rendimiento de la instalación, debido que al ir pasando el fluido de un colector a otro la temperatura de entrada en cada uno va aumentando y por lo tanto disminuyendo la eficacia global de sistema como se puede apreciar en la fórmula de rendimiento.

Esto es por lo que no son muchas las veces que se tiende a esta solución, sólo en algunas aplicaciones en las que es necesario una temperatura superior a la de los 50°C. En todo caso no es recomendable colocar en ese día más de tres colectores o tres filas de colectores.

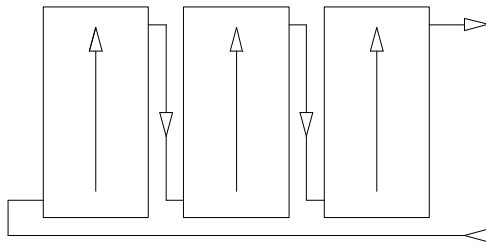


Fig. 3.- Conexión en serie

Lo más habitual es disponer los colectores acoplados en paralelo, o en caso de disponerse en varias filas colocarse éstas también en paralelo, de cualquier forma éstas deberán tener el mismo número de unidades y estar colocadas paralelas , horizontales y bien alineados entre sí.

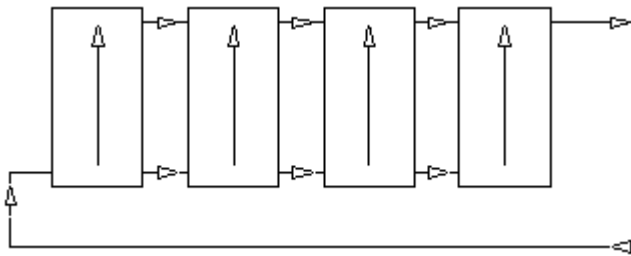


Fig. 4.- Conexión en paralelo

El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante, debiéndose instalar válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc.

La colocación del campo de colectores debe asegurar que el recorrido hidráulico sea el mismo para todos los colectores, de no ser así, los saltos térmicos de los colectores serían diferentes de unos a otros, reduciendo sea el rendimiento global del instalación. A fin de garantizar el equilibrio hidráulico es necesario disponer las conexiones de los colectores entre sí de forma que se realice el llamado retorno invertido.

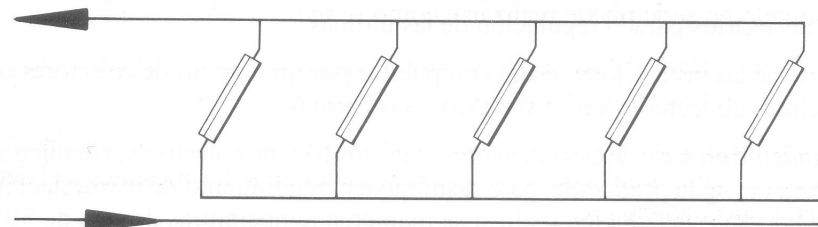


Fig. 5.- Esquema de conexionado conocido como retorno invertido

El caudal de los colectores no debe de bajar de los 0,8 l por metro cuadrado y por

minuto, así se asegura un coeficiente de transmisión de calor adecuado entre el absorbedor y el fluido, un valor óptimo situaría al caudal alrededor de 1 l por metro cuadrado y minuto.

La longitud del circuito debe ser la más reducida posible para paliar las posibles pérdidas hidráulicas y de calor en el mismo, además de intentar disminuir las pérdidas de calor e hidráulicas en todos los accesorios añadidos al circuito. Y no hay que olvidar que el diseño debe permitir montar y desmontar los colectores.

2.7.1.4.-SUBCONJUNTO DE ALMACENAMIENTO

Es evidente la absoluta necesidad de disponer de un sistema almacenamiento que haga frente a la demanda en momentos de insuficiente radiación solar. La forma más sencilla y habitual de almacenar energía es mediante acumuladores de agua caliente, los cuales suelen ser de acero, acero inoxidable, aluminio o fibra de vidrio reforzado.

La forma del mismo suele ser cilíndrica, siendo la altura mayor que el diámetro, haciendo de esta manera que se favorezca el fenómeno de la estratificación. Esto es, al disminuir la densidad del agua con el aumento de la temperatura, cuanto mayor sea la altura del acumulador mayor será la diferencia entre la temperatura en la parte superior e inferior del mismo, es decir mayor será la estratificación. Por la parte superior extraemos el agua para su consumo, mientras que el calentamiento solar se aplica en la parte inferior, así hacemos funcionar a los colectores a la mínima temperatura posible y como ya dijimos se aumenta por tanto su rendimiento.

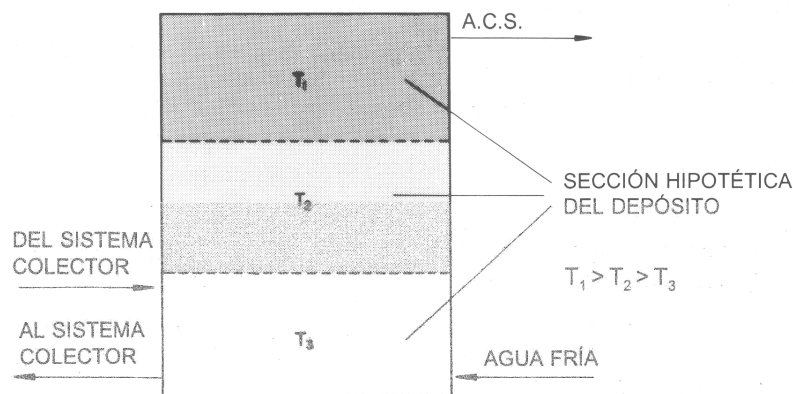


Fig. 6.- Estratificación del agua en el acumulador

A la salida del acumulador podemos instalar una válvula termostática mezcladora, con el fin de limitar la temperatura con la que se extrae el agua caliente hacia los distintos puntos de consumo, además su colocación no influye significativamente en el rendimiento de la instalación.

2.7.1.5.- SUBCONJUNTO DE TERMO TRANSFERENCIA

El subconjunto de termo transferencia está formado por aquellos elementos de la instalación encargados de transferir la energía captada en los colectores solares

hasta el depósito de acumulación de agua caliente sanitaria. Entre los elementos que pertenecen a este grupo está el intercambiador, tuberías, válvulas y demás piezas que forman parte integrante del sistema de transporte del calor. Según el sistema de transferencia las instalaciones se clasifican en dos grupos, los de transferencia térmica directa e indirecta. Nuestro caso y el más general se trata de un sistema indirecto, esto es que existe un intercambiador térmico tal que el fluido del primario no está en contacto con el agua caliente sanitaria.

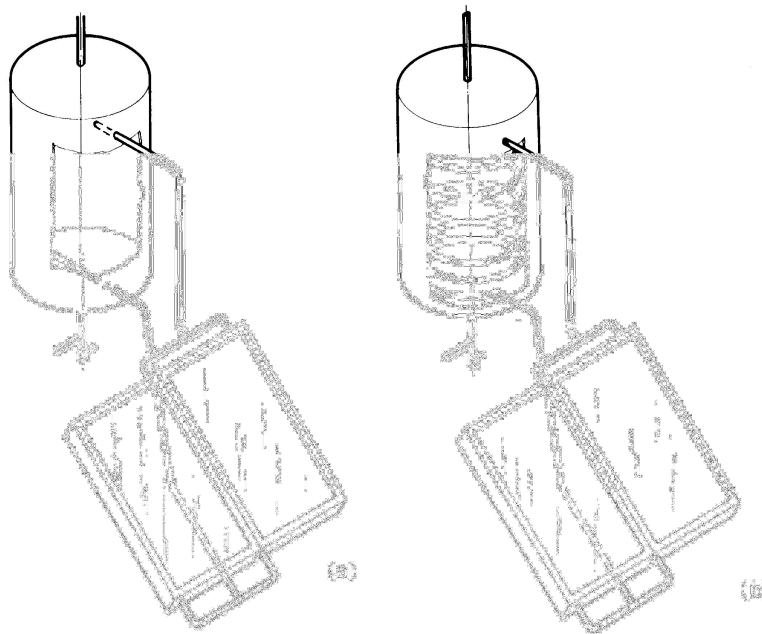


Fig. 7.- Sistemas (a) directo y (b) indirecto

A su vez la circulación se puede realizar por dos métodos: circulación natural también llamada termosifón o por circulación forzada mediante el uso de un electrocircular en el circuito primario. Por las características de nuestra instalación optaremos por una circulación forzada, dejando la circulación natural para aquellas instalaciones más sencillas como es el caso de las viviendas unifamiliares.

La decisión de optar por un sistema de circulación indirecta se basa en los problemas que presentan los sistemas directos, como son la necesidad de usar materiales que no contaminen el agua en el circuito de colectores, con el consiguiente riesgo de congelación al no poder añadir anticongelantes al fluido. Un mayor riesgo de vaporizaciones, incrustaciones y corrosiones en el circuito, además del hecho de que todo el circuito, incluidos los colectores, trabajaría a la presión de la red, hecho que no suele ser posible por una gran parte de los colectores. En cualquier caso existen restricciones de tipo legal para que el agua de consumo no pase a través de los colectores.

En cuanto a la elección de circulación forzada frente a la natural optaremos por la primera puesto que su uso apenas presenta inconvenientes en nuestro caso, como pueden ser la necesidad de disponer de energía eléctrica o la de regulación y control del circulador. Por el contrario ofrece una gran cantidad de ventajas, tales como la no necesidad de colocar el acumulador por encima de los colectores para

que se produzca la circulación del fluido, el tener una mayor flexibilidad en el diseño hidráulico del circuito, así como en los diámetros de las tuberías del mismo ya que las pérdidas hidráulicas se subsanan con una mayor potencia en el dimensionado del electrocirculador. También podemos limitar la temperatura máxima del agua en el depósito, que en verano puede alcanzar hasta los 60°C, con el consiguiente riesgo para las personas, o para el sistema por formación de incrustaciones calcáreas y corrosiones en el depósito. Y no se presentan problemas para evitar la congelación del fluido en el colector, lo que si ocurre en los sistemas por termosifón puesto que los aditivos para evitar la congelación aumentan la viscosidad del fluido y por tanto hace dificultar la circulación del mismo.

La tendencia actual es hacia el uso de electrocirculadores, ya que su precio no es elevado al ser las potencias necesarias muy pequeñas, además de presentar apenas problemas o averías.

Al decantarnos por un sistema indirecto hemos de un elemento que separe el circuito primario del secundario, haciendo que estos sean independientes, esto ocurre por ejemplo en instalaciones de agua caliente sanitaria en las que no deseamos que el agua sanitaria pase por los colectores para evitar sobrepresiones en los colectores, riesgos de heladas, corrosiones, incrustaciones, etc, dicho elemento es el intercambiador.

Por contra también su colocación supone una pérdida de rendimiento del sistema ya que es necesario una diferencia de temperatura entre los líquidos primario y secundario de 3 °C a 10 °C, que hace que los colectores deban funcionar a una temperatura superior a la del fluido secundario. Además supone en una elevación del coste de la instalación, ya que junto a su propio coste hay que añadir el de una serie de elementos que lo acompaña necesariamente.

Por último indicar otro elemento de vital importancia en el subconjunto de termo transferencia como es el depósito de expansión, cuya función es absorber las dilataciones del agua.

2.7.1.5.-SUBCONJUNTO DE ENERGÍA DE APOYO

Es evidente que no en todas ocasiones el agua del acumulador va a tener la temperatura necesaria para nuestra aplicación, es pues necesario dotar a la instalación de un sistema de apoyo que aporte la energía necesaria para cumplir nuestros objetivos.

Las diferentes posibilidades son: aplicar directamente en el acumulador de A.C.S la energía de apoyo, situar la energía de apoyo en un segundo acumulador alimentado por el primero, o situar un sistema de apoyo instantáneo después del acumulador del A.C.S.

Nosotros optaremos por el sistema de apoyo en un segundo acumulador. Este diseño aprovecha al máximo la energía solar aplicándola sobre el agua de red, mientras que la energía convencional lo hace sólo sobre el agua precalentada por el sistema solar.

Así pues el sistema deberá asegurar el calentamiento hasta la temperatura de diseño de la totalidad del agua utilizada para el consumo previsto, y deberá tener un control de temperatura de salida de modo que esta no se eleve por encima de la

temperatura de utilización prevista, que en nuestro caso no será superior a los 45°C para el ACS.

La ventaja añadida de realizar el calentamiento auxiliar con una caldera de gas es que permiten controlar fácilmente la temperatura de salida del agua caliente, sólo consumen el combustible necesario, su coste de adquisición e instalación es bajo, no interfiere con el sistema solar y que el coste del gas es inferior a la tarifa eléctrica normal.

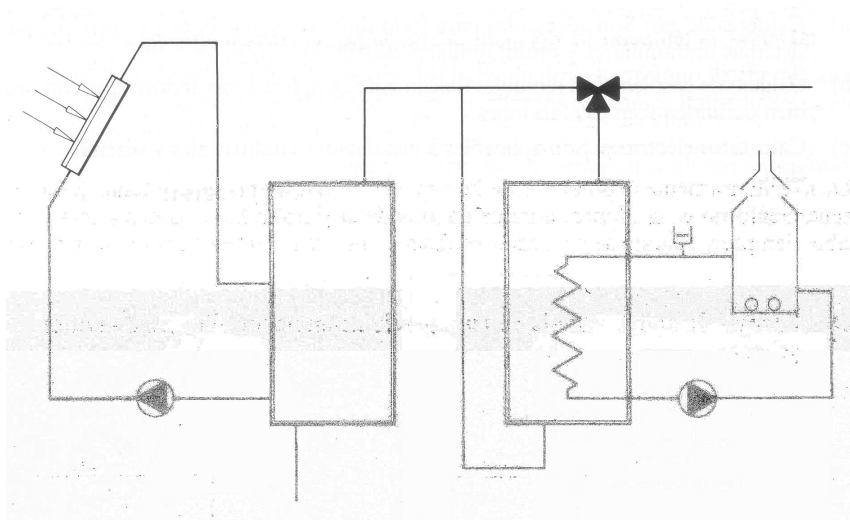


Fig. 8.- Energía de apoyo situada en un segundo acumulador alimentado por el primero

2.7.1.6.- SUBCONJUNTO DE REGULACIÓN Y CONTROL

La importancia de este subconjunto es clara, puesto que si careciese de él nuestra instalación podría no aportar energía útil en los momentos en que podría hacerlo e incluso actuar de forma contraria, disipando energía acumulada al exterior.

Así pues debemos de realizar una regulación eficaz del sistema en todo momento, el método más habitual consiste en un regulador diferencial el cual compara la temperatura del colector con la existente en la parte inferior del acumulador, de modo que cuando la temperatura en los colectores sea mayor que la del acumulador en una determinada cantidad prefijada en el regulador, este pondrá en marcha el electrocirculador.

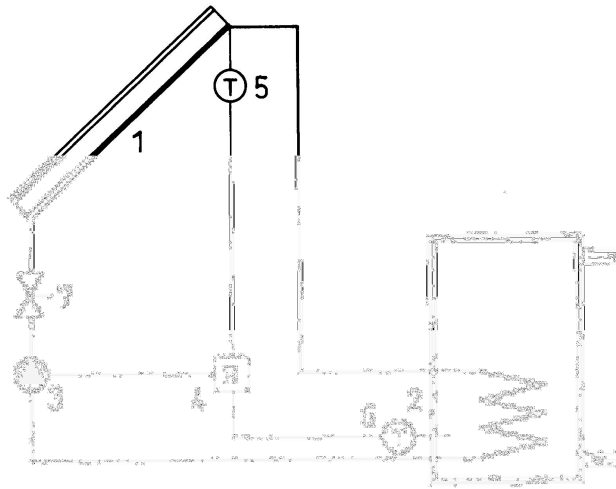


Fig. 9.- Regulación por termostato diferencial actuando sobre bomba.

1 colector, 2 intercaumulador, 3 bomba, 4 regulador diferencial, 5 y 6 sonda de temperatura,

7 válvula de estrangulación

Hay que tener en cuenta que la diferencia de temperaturas debe de ser lo suficientemente amplia para garantizar un beneficio en el funcionamiento, esto se debe a que se producen diferentes fenómenos que pueden inducir sino a un mal funcionamiento de la instalación.

Los más comunes son: la pérdida de temperatura en el circuito de retorno que puede ser del entorno de 1°C , las tolerancias de la sonda y del regulador alrededor de 1 o 2°C , una diferencia mínima en el intercambiador para su correcto funcionamiento en torno a los 4°C , y que se genere una mayor energía de la consumida por el propio electrocircular valorada en un mínimo de 3°C . Esto hace que sea aconsejable utilizar un diferencial mínimo de 6°C .

Es por lo que el sistema de control debe de asegurar que en ningún caso las bombas puedan estar en marcha con diferencias de temperaturas entre la salida de colectores y el acumulador inferiores a 2°C y que en ningún caso estén paradas con diferencias superiores a 7°C .

En otras ocasiones puede ser aconsejable hacer una regulación diferente, más a la medida de cada instalación, esto hace que para un sistema como el nuestro de una cierta magnitud y con distancias entre colectores y acumulador significativas surge la idea de realizar una regulación por temperatura diferencial y válvula de conmutación.

En esta regulación, el regulador pone en marcha la bomba de circulación cuando se alcance la temperatura mínima utilizable, a su vez se coloca una válvula de conmutación, la cual inicialmente hace un bypass al circuito primario, dejando cerrado el camino a través de los inter acumuladores. De modo que cuando la temperatura supere la definida en el regulador, la válvula abrirá el paso del fluido a través del intercambiador.

Gráficamente se puede representar por:

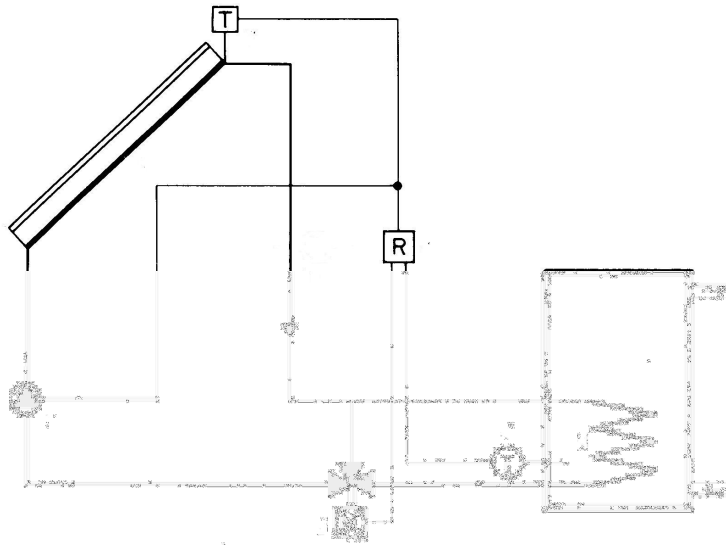


Fig. 10.- Regulación por temperatura diferencial y válvula de conmutación
Además el sistema de control asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura tres grados superior a la de congelación del fluido.

Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior de los captadores de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación, y la sonda de temperatura de la acumulación se colocará preferentemente en la parte inferior en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si éste fuera incorporado.

2.7.1.7.-EQUIPAMIENTO

2.7.1.7.1.-SUBCONJUNTO DE CAPTACIÓN

El colector de placa plana está constituido por cuatro elementos principales, que son: la cubierta, el absorbedor, el aislamiento y la carcasa.

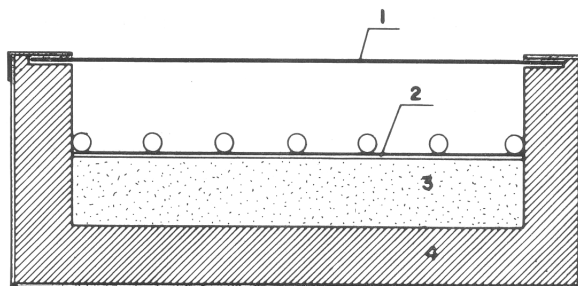


Fig. 11.- Corte transversal de un colector de placa plana y sus elementos:

1.- cubierta, 2.- absorbedor, 3.- aislamiento, 4.- carcasa

La cubierta transparente además de provocar el efecto invernadero y reducir las pérdidas por convección, también asegura la estanqueidad del colector al agua y al aire, en unión con la carcasa y las juntas.

Como ya indicamos anteriormente debe de poseer un alto coeficiente de

transmisión de la radiación solar alto en la banda de 0,3 a 3 μm , y bajo para radiaciones superiores a 3 μm . También debe de tener un coeficiente de conductividad térmica bajo, que dificulte el paso de calor desde la superficie interior hacia la exterior. Esto hace a su vez que debamos de tener un coeficiente de dilatación pequeño, ya que la cara interior de la cubierta se mantendrá siempre más caliente que la exterior y, por tanto, se dilatará más aumentando el riesgo por rotura o deformación de la cubierta.

Los principales materiales de utilización en las cubiertas son el vidrio y el plástico transparente.

En caso de escoger una cubierta de vidrio, se deben elegir los que tienen un tratamiento de recocido o templado, ya que sus propiedades ópticas no disminuyen y en cambio, sus propiedades mecánicas aumentan considerablemente.

Esto es importante ya que la cubierta debe de resistir la presión del viento, el peso del hielo y nieve, los choques de granizo, etc, además debe tener un bajo riesgo de rotura espontánea debido al efecto de las contracciones internas resultantes de las distintas temperaturas la cubierta.

Hemos elegido un colector con cubierta transparente de vidrio de seguridad antirreflectante, el cual además de las ventajas propias del vidrio frente a los de plástico (mejor conductividad térmica, un bajo coeficiente de dilatación, una dureza mayor, y una estabilidad química bajo la acción de los agentes exteriores), tiene una mayor resistencia a la rotura, a la flexión, y a las contracciones de origen térmico, además, en caso de rotura accidental se fragmenta en trozos de pequeñas dimensiones.

Si bien cabe la posibilidad de utilizar una cubierta de doble vidrio, el cual aumenta el efecto invernadero y reduce las pérdidas por convección. En la práctica no suele realizarse debido a que aumenta considerablemente el coste del colector y, por lo tanto, su periodo de amortización. Otro inconveniente son los problemas derivados de la elevada temperatura que debería soportar la cubierta inferior, así como las dilataciones diferenciales entre las dos cubiertas por soportar éstas temperaturas distintas.

El absorbedor es el responsable de recibir la radiación solar, transformarla en calor y transmitirla al fluido calo portador. Puede contar de dos placas metálicas separadas algunos milímetros, entre las cuales circula el fluido calo portador, o bien una placa metálica, sobre la cual están soldados o embutidos los tubos por los que circula el fluido calo portador. También los hay de plástico, aunque éstos están destinados casi exclusivamente a la climatización de piscinas.

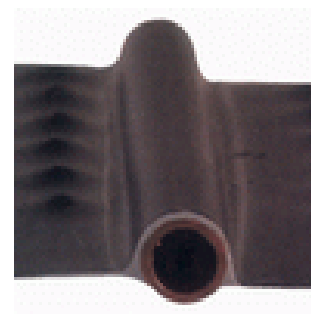


Fig. 12.-

Absorbedor de tubos

La parte del absorbedor expuesta al sol suele estar recubierta de un

revestimiento para absorber bien los rayos solares. Este recubrimiento suele estar realizado por pinturas o superficies selectivas. La eficacia del revestimiento viene dado por sus valores de emisividad y absorción.

Las superficies selectivas tienen un coeficiente de absorción del orden del de las pinturas (0,8 ó 0,9), pero su coeficiente de emisión es considerablemente menor, del orden de 0,10 frente a los 0,8 ó 0,9 de las pinturas. Además tienen en general un mejor comportamiento y mayor durabilidad, el único inconveniente suele ser su elevado coste.

Otras características importantes del absorbedor son:

La pérdida de carga, en sistemas por termosifón.

La corrosión interna. Para evitarla no hay que juntar en el circuito los materiales cobre y hierro. Además hay que observar que aunque el fluido calo portador inicialmente no sea corrosivo puede degradarse debido a la temperatura de modo que al aumentar ésta si lo convierta en corrosivo

La inercia térmica. En zonas en que se produce una frecuente alternancia climática una fuerte inercia térmica del absorbedor no permitiría que el fluido alcance la temperatura que se logra en los períodos de radiación continuada.

La homogeneidad de la circulación del fluido calo portador. Si no hay una correcta circulación del fluido, el calor aportado a estas zonas estará mal distribuido, la temperatura se elevará anormalmente y las pérdidas térmicas serán mayores.

La transmisión del calor de la placa absorbente al fluido calo portador. Ésta depende en gran medida de la conductividad y del espesor del metal del que está fabricada la placa absorbente, de la separación entre los tubos, de sus diámetros, de las propiedades térmicas y régimen del fluido, y de las soldaduras entre placa y tubos.

Las pérdidas de carga a la entrada y salida del absorbedor

Los puentes térmicos entre el absorbedor y los elementos no aislados del colector.

La resistencia a la presión, bien por conexión directa del absorbedor con la red o debida a la obstrucción del circuito primario en un sistema de circulación forzada.

El aislamiento protege al absorbedor por su parte posterior de las pérdidas térmicas. Éste debe de poseer las siguientes características:

Buen comportamiento con la temperatura, en algunos casos se coloca entre el absorbedor y el aislante una lámina metálica reflectante que impide al aislamiento recibir la radiación directa del absorbedor

Bajo desprendimiento de vapores por efecto de un elevado calentamiento.

Larga durabilidad

Homogeneidad de sus propiedades frente a la humedad

El objetivo de la carcasa es proteger y soportar los diversos elementos que constituyen el colector, así como sujetar el colector a la estructura soporte.

Las características que debe de cumplir la carcasa son:

Alta rigidez

Resistencia de los elementos de fijación

Resistencia a las variaciones de temperatura

Resistencia a la corrosión y la inestabilidad química

Aireación del interior de los colectores
 Retención de agua, hielo y nieve en el exterior del colector
 Fácil desmontaje de la cubierta transparente o de la parte superior de la carcasa para acceder al absorbedor.

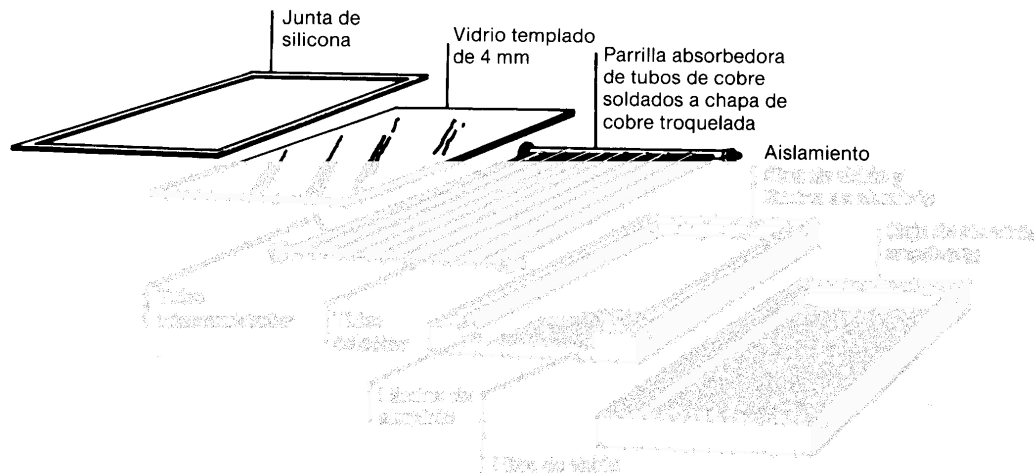


Fig. 13.- Despiece de un colector de placa plana

Finalmente, entre la multitud de colectores solares disponibles en el mercado nos hemos decantado por el wolf topson de la empresa wolf por su garantía i durabilidad por el prestigio de esta marca, debido a su mayor rendimiento nos hace la instalación mejor tal como demostraremos en el estudio económico Las principales características del colector así como sus prestaciones son las siguientes:

Panel de alto rendimiento según DIN 4757.

Homologado por el MINER e IDAE.

Aislamiento doble con lana mineral de alta calidad, de 70mm de espesor, resistente a altas temperaturas.

Absorbedores de cobre macizo con recubrimiento de superficie selectiva de alto rendimiento que permite una absorción de hasta un 97% y pérdidas por radiación de tan solo un 5%.

Vidrio de seguridad antirreflectante, de 4mm de grosor, garantizando una transmisión de energía del 92%.

Unión entre carcasa de aluminio para reducir peso y vidrio con compensador de temperatura.

Filtros de aire permanentes para asegurar ventilación

Distintivo Ángel Azul de medioambiente por el alto de rendimiento y la alta calidad de los materiales totalmente reciclables.

Los conjuntos de montaje (en tejado, sobre tejado, sobre cubierta plana) permite instalar los paneles de forma fácil y cómoda.

La cantidad de líquido que contiene el panel se ha reducido al mínimo, de forma que el medio puede absorber rápidamente el calor y transmitirlo al ínter

acumulador

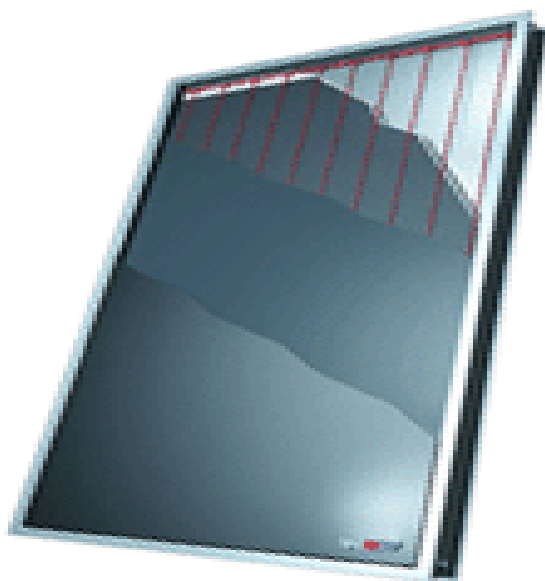


Fig. 14.- Colector wolf topsun

Las curvas de rendimiento y de perdida de carga son las siguientes :

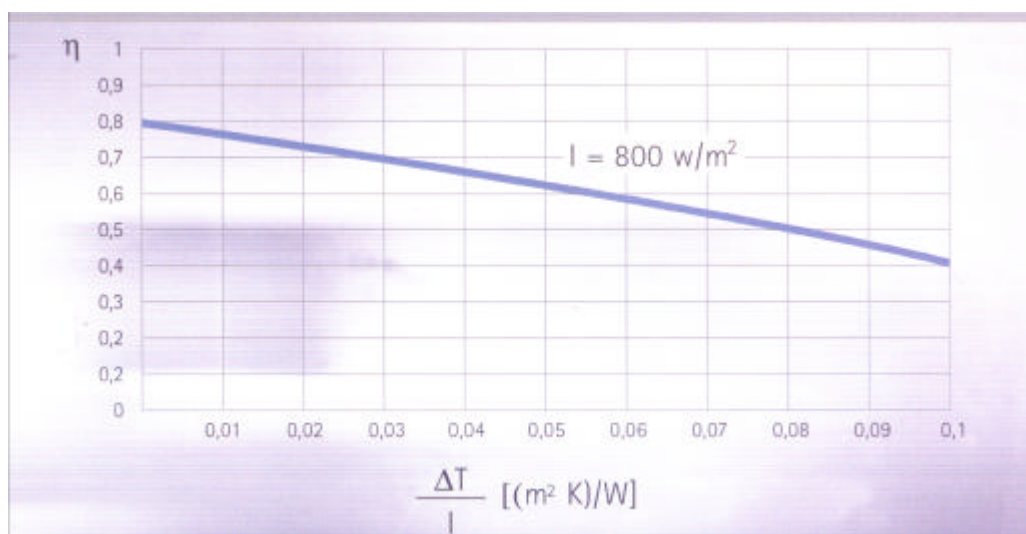


Fig. 15.- curva de rendimiento

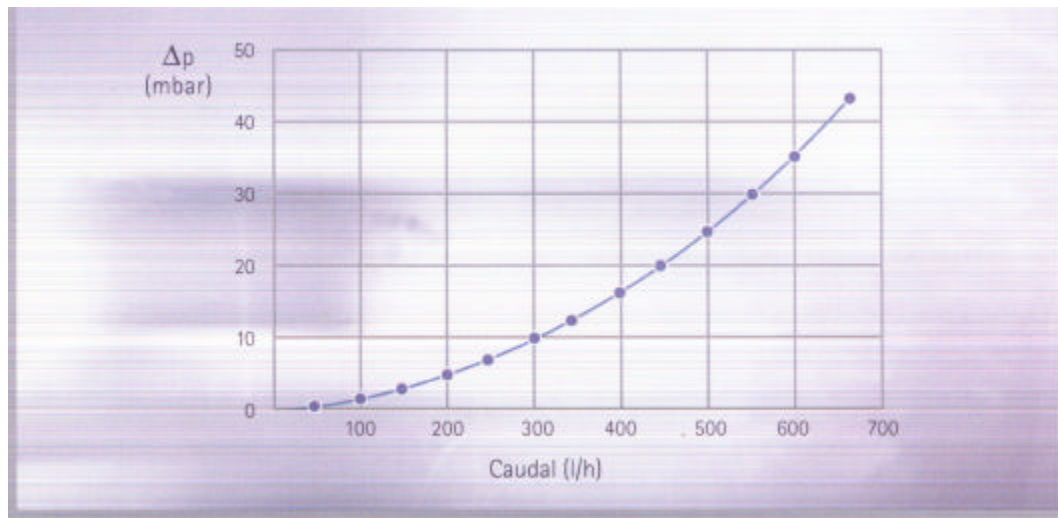


Fig. 16.- Curva de pérdida de carga

A partir de ellas se ha hallado que la superficie captadora necesaria para nuestra instalación, que es de 238,5 m².

Como la superficie efectiva del colector es de 2 m², el número de colectores será de 120, formándose así una superficie colectora de 140 m², colocados en 4 grupos de 30 colectores cada uno.

La colocación “in situ” de los colectores corresponderá a cuatro filas de colectores, formadas cada una por 30 unidades. La orientación de todos ellos debe ser Sur; debido a que el edificio no está orientado en esa dirección el campo de colectores guarda un cierto ángulo con los laterales de la terraza donde se halla ubicado.

2.7.1.7.2.- SUBCONJUNTO DE ALMACENAMIENTO

El sistema de almacenamiento debe de tener alta capacidad calorífica, volumen reducido, temperatura de utilización acorde con la necesidad concreta, rápida respuesta a la demanda, buena integración en el edificio, bajo coste, seguridad y larga duración.

De todas las posibilidades existentes para almacenar energía, es mediante agua caliente la que más ventajas presenta, puesto que además de las propiedades descritas anteriormente, se da el hecho de que se trata del elemento de consumo en la instalación de ACS.

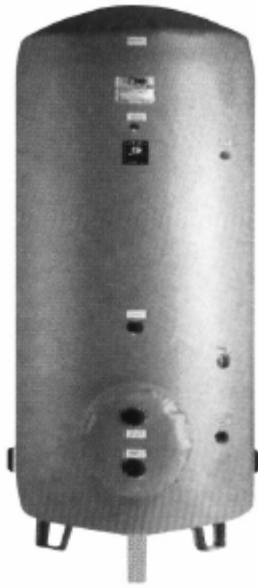


Fig. 17.- Acumulador de ACS

Los materiales utilizados habitualmente en la fabricación de estos acumuladores son acero, acero inoxidable, aluminio y fibra de vidrio reforzado. El depósito de acero es el más utilizado debido a su precio, si bien es necesario de una protección interior frente a la corrosión, bien sea mediante pintura, vitrificado, ánodo anticorrosión de Mg o galvanizado en caliente. El resto de posibilidades son utilizadas en mucha menor medida, si bien cada vez son más los depósitos de acero inoxidable que se instalan por poseer todas las cualidades de los depósitos de acero pero sin sus defectos.

El volumen necesario de nuestro sistema de almacenamiento es de 15000 litros. La solución que mejor se adapta a nuestras necesidades es el de colocar tres depósitos de 5000 l cada uno. El modelo de acumulador seleccionado es el BVSX 5000 litros de la casa DROGAS

Sus características principales son:

producción y acumulación de agua caliente, vertical y horizontal.

Capacidad 5.000 litros.

Condiciones de proyecto: Circuito primario: Temp. 99°C, presión 12 bares

Circuito secundario: Temp. 60°C, presión 6/8 bar

Tratamiento: esmaltado orgánico (SMALTIFLON).

Intercambiador: extraíble inox. AISI 316L.

Aislamiento: Mods. 200 a 1000 lts: poliuretano rígido de 30 mm de espesor (PUR 30) y acabado en SKAI color aragosta RAL 2002. Mods. 1500 a 5000 lts:

poliuretano flexible de 50 mm de espesor (PUF 50), exterior de SKAI. Modelos de 3.000 a 5.000 litros, se suministra separado.

Protección catódica: ánodo de magnesio (AM) con tester de control de desgaste (AT1).

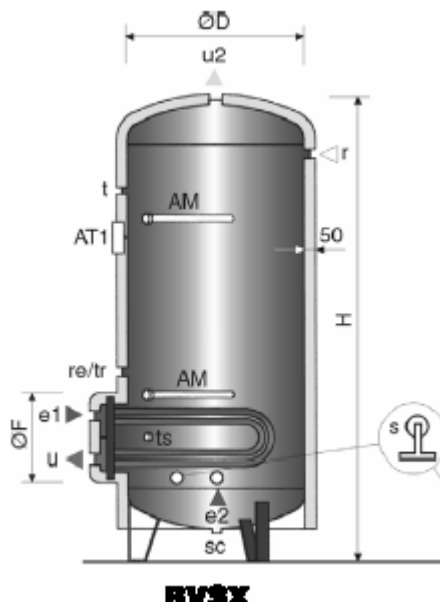


Tabla se superficie del intercambiador en función de la capacidad

Capac. Lts.	Intercambio térmico		Producción A.C.S. (l)			DIMENSIONES (mm)							Peso	Conexiones		Ánodos	
	Kw	Kcal/h	continuo lts/h	10 min lts	1ª hora lts	ØD 6 bar	ØD 8 bar	ØF	H 6 bar	H 8 bar	H1	L	Kg	e1-u1	e2-u2	nº	Ø x L
200	12	10.320	300	278	528	450	450	300	1400	1400	610	1430	60	1"	1-1/4"	1	33 x 320
300	18	15.480	450	418	793	550	550	300	1425	1425	715	1480	70	1"	1-1/4"	1	33 x 320
500	24	20.640	600	671	1171	650	650	300	1710	1710	825	1760	105	1"	1-1/4"	1	33 x 520
750	36	30.960	900	1007	1757	750	750	300	1855	1855	910	1900	130	1"	1-1/2"	1	33 x 520
1000	48	41.280	1200	1343	2343	800	800	380	2170	2170	955	2205	170	1-1/2"	1-1/2"	1	33 x 520
1500	73	62.780	1800	2014	3514	950	950	380	2400	2400	1155	2380	250	1-1/2"	2"	2	33 x 520
2000	97	83.420	2400	2686	4686	1100	1100	380	2450	2540	1285	2450	295	1-1/2"	2"	2	33 x 520
2500	122	104.920	3000	3357	5857	1200	—	380	2540	—	1375	2560	340	1-1/2"	2"	2	33 x 520
3000	146	125.560	3600	4029	7029	1300	1250	380	2570	2900	1460	2600	385	1-1/2"	2"	2	33 x 700
4000	195	167.700	4800	5371	9371	1400	1450	430	2855	3010	1565	2895	575	2"	2-1/2"	2	33 x 700
5000	244	209.840	6000	6714	11714	1600	1450	430	2895	3510	1780	2955	680	2"	2-1/2"	2	33 x 700

La colocación de los tres acumuladores se hará en la sala de calderas situada en el quinto planta y la conexión entre ambos se realizará mediante un circuito en paralelo, de modo que ambos sean hidráulicamente equivalentes y se comporten como si hubiese un único depósito de 15000 litros.

Si bien se podría pensar en otro tipo de configuraciones como la de colocarlos formando un circuito en serie, esta opción hace que los costes por regulación del sistema aumenten considerablemente, sin saber con mucha certeza si hay una mejora cuantitativa del rendimiento apreciable.

En la figura 16 podemos observar la forma correcta de conexionar tres depósitos en paralelo para conseguir así un buen equilibrio hidráulico.

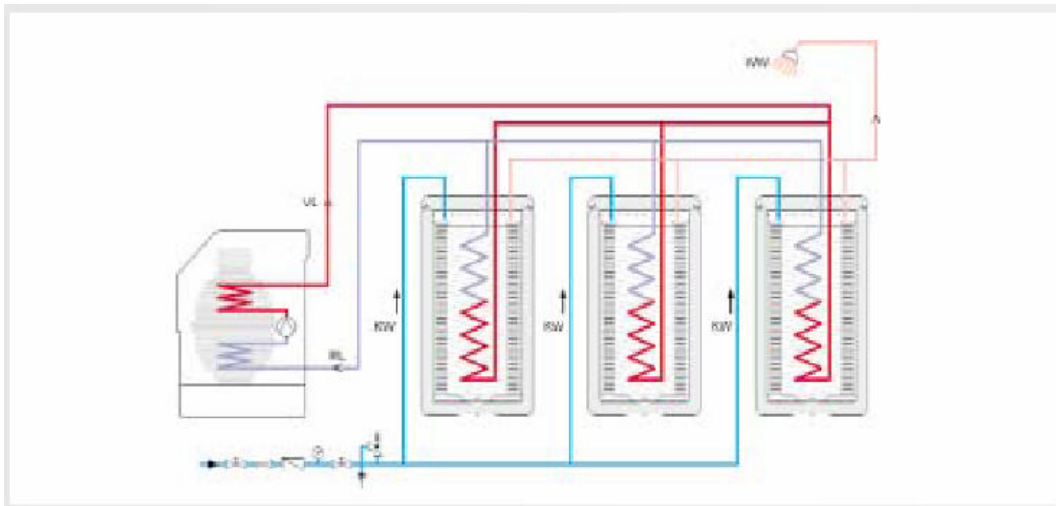


Fig. 18.- Conexión en paralelo de 3 acumuladores

2.7.1.7.3.- SUBCONJUNTO DE TERMO TRANSFERENCIA

2.7.1.7.3.A.-Intercambiador

Al decantarnos por un sistema de termo transferencia indirecta es obvia la necesidad de un intercambiador de calor, que transfiera la energía almacenada en el líquido del circuito primario al líquido del secundario.

Por su posición en la instalación, los intercambiadores pueden ser interiores o exteriores. Y por su construcción se clasifican en: de serpentín (helicoidal o haz tubular), de doble envolvente o de placas.

Si bien pueden utilizarse en sistemas por termosifón, es en la circulación forzada cuando se aprovecha al máximo la superficie de intercambio e incluso permite reducir las dimensiones del intercambiador.

Los parámetros que definen a un intercambiador son básicamente el rendimiento y la eficacia de intercambio.

Se entiende por rendimiento la relación entre energía obtenida a la salida y la introducida en el intercambiador. Ésta no debe ser inferior a 95%.

La eficacia se define como la relación entre la potencia calorífica realmente intercambiada y la máxima que podría intercambiarse teóricamente. Su valor no debe ser inferior a 0,7.

Para intercambiadores interiores, se puede hallar el valor de la eficacia mediante la siguiente expresión:

$$\varepsilon = (t_{oe} - t_{os}) / (t_{oe} - t_{om})$$

Donde:

t_{oe} es la temperatura de entrada del fluido calo portador
 t_{os} es la temperatura de salida del fluido calo portador
 t_m es la temperatura del agua acumulada

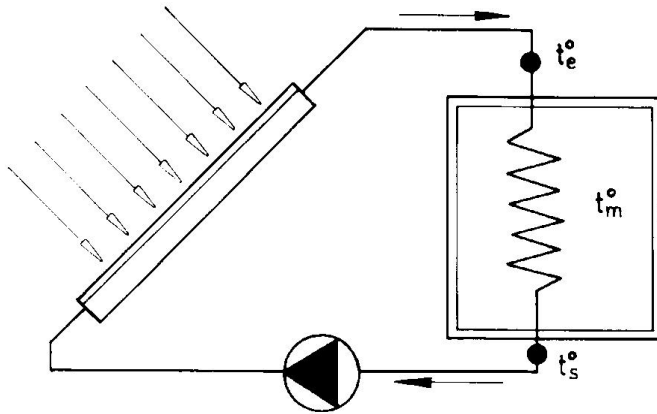


Fig. 19.- Intercambiador interno

Los intercambiadores de serpentín pueden ser de dos tipos: helicoidales, estando los tubos arrollados en espiral y situado en la parte inferior del acumulador, o de haz tubular. En el interior del serpentín el líquido calo portador está en circulación forzada, mientras que en el exterior el movimiento se realiza por convección natural.

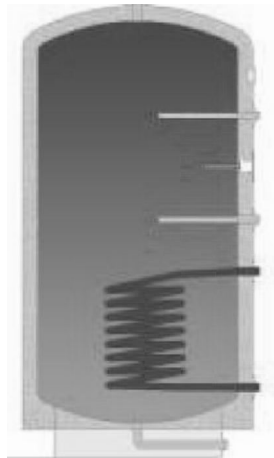


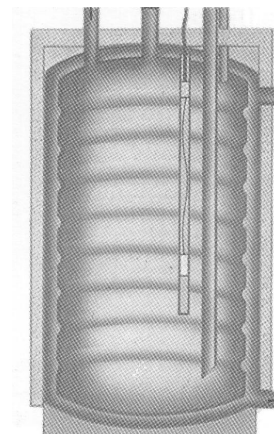
Fig. 20.- Acumulador con intercambiador helicoidal de haz tubular



Fig. 21.- Acumulador con intercambiador de placas

En los intercambiadores de doble envolvente el circuito primario envuelve al secundario, de modo que se produce la transferencia energética a través de toda la superficie en contacto con el líquido acumulado. Para instalaciones con acumulaciones elevadas, superiores a 3000 l, puede ser ya más interesante el uso de intercambiadores externos. Los dos tipos que existen en el mercado son: de haz tubular o de placas de acero.

Fig. 22.- Acumulador con intercambiador de doble envolvente



En nuestra instalación hemos seleccionado un acumulador que incorpora un intercambiador desmontable de haces tubulares, el cual posee según el fabricante una capacidad de intercambio de 244 Kw.

Al ser tres el número de depósitos que hemos instalado, la capacidad de intercambio será entonces triple, 732 Kw.

2.7.1.7.3.B.- Fluido calo portador

Es el encargado de pasar a través de los colectores y absorber la energía térmica de estos para luego transferirla en el intercambiador al circuito secundario. Habitualmente son cuatro los tipos de fluidos que podemos utilizar.

Agua natural

Se puede usar en circuito abierto, de modo que el agua sanitaria pasa directamente

por los colectores, si bien hay que usar en todo momento materiales aptos para el transporte de agua potable. En muchos casos está prohibido por la ley. También se puede utilizar en circuito cerrado, si bien puede presentar problemas de congelación, por lo que es preciso recurrir al uso de anticongelantes.

Agua con adición de anticongelante

Es la solución más generalizada, si bien hay que tener en cuenta ciertas características de la mezcla como son su toxicidad, aumento de viscosidad, aumento de dilatación, disminución de la estabilidad, disminución del calor específico o aumento de su temperatura de ebullición.

Fluidos orgánicos

Hay que mantener las mismas precauciones que en el caso de agua con adición de anticongelante en cuanto toxicidad, viscosidad o dilatación.

Además estos fluidos orgánicos, sean sintéticos o derivados del petróleo, presentan riesgo de incendio al ser combustibles, aunque son estables a altas temperaturas.

Aceites de silicona

Si bien son una buena posibilidad por sus óptimas características técnicas, su elevado coste no los hace una opción atractiva en la mayoría de los casos.

El fluido calo portador que vamos a utilizar es agua con la adición de un anticongelante, el anticongelante suele ser a base de propilenglicol o de etilenglicol, fundamentalmente. Hay que tener en cuenta las diferencias de las propiedades físicas que va a haber entre el agua normal y nuestro fluido calo portador, como ya dijimos, de viscosidad, dilatación, estabilidad, calor específico o temperatura de ebullición.

En cualquier caso hay que recordar que debido a la toxicidad del anticongelante es preciso asegurar la imposibilidad de mezcla entre el fluido calo portador y el agua de consumo. La forma más usual de conseguir este propósito es haciendo que la presión del circuito primario sea inferior a la del secundario, de modo que un contacto entre ambos fluidos por rotura en el punto de intercambio provoque el paso del agua hacia el circuito primario pero no al revés. Además la válvula de seguridad del circuito primario deberá estar tarada a una presión inferior a la del agua de red, para proteger a los colectores de la elevada presión del agua de red. Los cálculos realizados nos dan un fluido calo portador formado por un 27% (en peso) de propilenglicol y un 73% de agua. O, si lo preferimos, de un 23 % de etilenglicol y un 77% en agua.

2.7.1.7.3.C.- Conducciones

TRAMO	Número	Longitud	Caudal	Diámetro exterior
1	120	15	10800	63
2	30	15	2700	35
3	90	6	8100	54
4	30	15	2700	35
5	60	6	5400	42
6	30	15	2700	35
7	30	6	2700	35
8	30	15	2700	35

La pérdida de carga lineal deberá ser menor de 40 mm de columna de agua por metro, en caso contrario habría que elegir el diámetro inmediatamente superior. Tampoco se deben admitir unas pérdidas mayores de 7 m.c.a en el primario y en el secundario.

2.7.1.7.3.D.- Bombas de circulación

Es el responsable de vencer la resistencia que opone el fluido a su paso por el circuito. Entre los diferentes tipos de circuladores (alternativos, rotativos y centrífugos) se ha optado por los centrífugos.

Entre los diversos modelos de cada marca hemos de seleccionar aquél que mejor se adapte a los valores que hemos calculado, es decir debe de ser capaz de suministrar una altura de 16,9 m c.a en funcionamiento normal.

Para poder vencer esta altura conectaremos 2 bombas en serie para que así se sumen las presiones se conectarán una al principio y la otra a la mitad de la instalación para así vencer las diferentes pérdidas de carga.



Fig. 23.- Electrocirculador

Se han seleccionado 2 bombas que van trabajar en serie y modelo seleccionado es el UPSD 50-180 F de grunfus , capaz de alcanzar 10 m.c.a , con un caudal de 15 m3/h. sus características son:

Modelo:	UPSD 50-180 F
Código:	96408913
Número EAN:	5700390424602
Líquido:	
Temperatura min. del líquido:	-10 °C
Temperatura max. del líquido:	120 °C
Datos técnicos:	
Certificados en placa:	CE,B,VDE
Materiales:	
Material, cuerpo hidráulico:	Fundición EN-JL1040 DIN W.-Nr. 35 B - 40 B ASTM
Material, impulsor:	Acero inoxidable 1.4301 DIN W.-Nr. 304 AISI
Instalación:	
Temperatura ambiente min.:	0 °C
Temperatura ambiente max.:	40 °C
Presión max. de trabajo:	10 bar
Conexión de tubería, estándar:	DIN
Dimensión de conexión de tubería:	DN 50

Presión, conexión de tubería:	PN 6 / PN 10
Longitud entrada/salida:	280 mm
Potencia de entrada velocidad 1-2-3:	
P1 velocidad 3:	990-1070-1200 W
Frecuencia red:	50 Hz
Corriente en velocidad 1-2-3:	
I velocidad 3:	4.4-4.8-5 A
Corriente de arranque en velocidad 1-2-3:	
Cos phi en vel. 1-2-3:	0,9-0,93-0,94
Condensador - trabajo:	30 µF/400 V
Grado de protección (IEC 34-5):	IP44
Clase de aislamiento (IEC 85):	H
Otros:	
Peso neto:	60 kg

En instalaciones de un ya considerable tamaño, como es nuestro caso es recomendable la instalación de otra bomba idéntica y en paralelo con ésta para evitar la parada de la instalación por avería o mal funcionamiento de la bomba.

2.7.1.7.3.E.- Vaso de expansión

Su finalidad es la de absorber las dilataciones del fluido calo portador, por lo que todas las instalaciones de agua caliente sanitaria deben equiparse con depósitos de expansión.

Fig. 24.-

Depósitos de expansión cerrados

Se clasifican en depósitos de expansión abiertos o cerrados, y en cualquier caso la capacidad del mismo debe ser suficiente para admitir la expansión del líquido calo portador. Tampoco debe existir ninguna válvula en los tubos que comunican al circuito con el depósito.

Nos hemos decantado por un depósito de expansión cerrado por sus ventajas: fácil montaje en cualquier lugar de la instalación, no requerimiento de aislamiento, no absorbe oxígeno del aire y no elimina las pérdidas por evaporación del fluido.



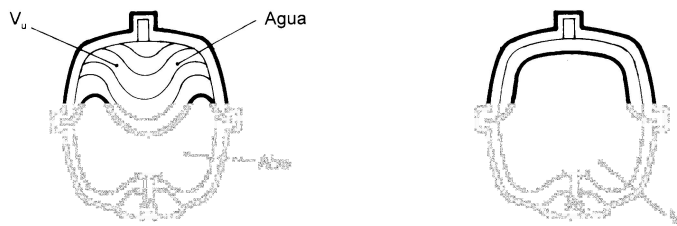


Fig. 25.- Funcionamiento en caliente (izquierda) y fría (derecha) de un depósito de expansión cerrado

El volumen mínimo del depósito de expansión necesario para nuestra instalación es de 65,19 , por lo que se ha elegido el modelo 80 AMR-P-SO de STIVEL ELECTRÓN de 80 litros.

2.7.1.7.4 SUBCONJUNTO DE REGULACIÓN Y CONTROL

El modelo utilizado es el SOM 7/2 de la marca STIEBEL ELTRON, cuyas funciones fundamentales son las siguientes:

- Ser la central de cómputo y almacenamiento de información
- Generar y enviar las órdenes a los elementos eléctricos externos
- Visualizar en pantalla la temperatura de los puntos vitales de la instalación
- Realizar el control diferencial de las temperaturas de los colectores, y de los depósitos

El regulador viene con tres sondas térmicas incluidas, donde dos de ellas se utilizarán para medir la temperatura en los colectores y los acumuladores, dejando una tercera para medir la temperatura en otro punto cualquiera.



SOM 7/2

Fig. 26.- Regulador diferencial

2.7.1.7.5.- SUBCONJUNTO DE ENERGÍA AUXILIAR

Este subconjunto esta formado por 2 tanques de 4000 de iguales características a los solares y una caldera .

2.7.1.7.5.1.- TANQUES AUXILIARES

Están formado por 2 tanques BVSX 4000 litros conexiados en paralelo. Sus características principales son:

producción y acumulación de agua caliente, vertical y horizontal.

Capacidad 4.000 litros.

Condiciones de proyecto: Circuito primario: Temp. 99°C, presión 12 bares

Circuito secundario: Temp. 60°C, presión 6/8 bar

Tratamiento: esmaltado orgánico (SMALTIFLON).

Intercambiador: extraíble inox. AISI 316L.

Aislamiento: Mods. 200 a 1000 lts: poliuretano rígido de 30 mm de espesor (PUR 30) y acabado en SKAI color aragosta RAL 2002.Mods. 1500 a 5000 lts:

poliuretano flexible de 50 mm de espesor(PUF 50), exterior de SKAI. Modelos de 3.000 a 5.000 litros, se suministra separado.

Protección catódica: ánodo de magnesio (AM)con tester de control de desgaste (AT1).

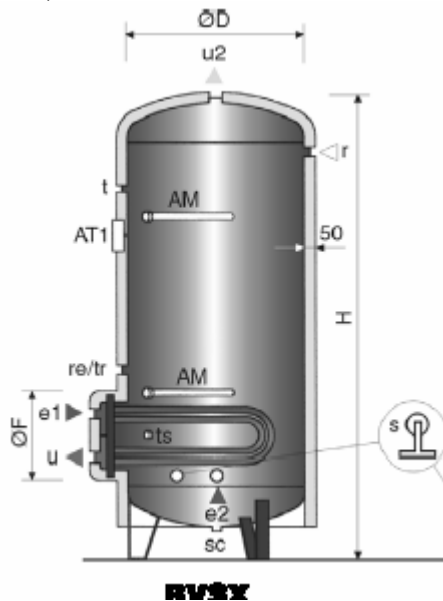
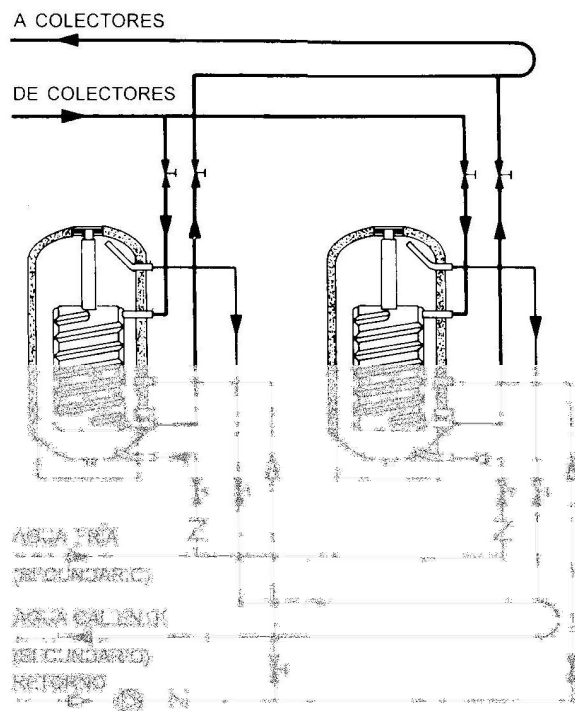


Tabla se superficie del intercambiador en función de la capacidad

Capac. Lts.	Intercambio térmico		Producción A.C.S. (l)			DIMENSIONES (mm)							Peso Kg	Conexiones		Ánodos	
	Kw	Kcal/h	continuo lts/h	10 min lts	1ª hora lts	ØD 6 bar	ØD 8 bar	ØF	H 6 bar	H 8 bar	H1	L		e1-u1	e2-u2	nº	Ø x L
200	12	10.320	300	278	528	450	450	300	1400	1400	610	1430	60	1"	1-1/4"	1	33 x 320
300	18	15.480	450	418	793	550	550	300	1425	1425	715	1480	70	1"	1-1/4"	1	33 x 320
500	24	20.640	600	671	1171	650	650	300	1710	1710	825	1760	105	1"	1-1/4"	1	33 x 520
750	36	30.960	900	1007	1757	750	750	300	1855	1855	910	1900	130	1"	1-1/2"	1	33 x 520
1000	48	41.280	1200	1343	2343	800	800	380	2170	2170	955	2205	170	1-1/2"	1-1/2"	1	33 x 520
1500	73	62.780	1800	2014	3514	950	950	380	2400	2400	1155	2380	250	1-1/2"	2"	2	33 x 520
2000	97	83.420	2400	2686	4686	1100	1100	380	2450	2540	1285	2450	295	1-1/2"	2"	2	33 x 520
2500	122	104.920	3000	3357	5857	1200	—	380	2540	—	1375	2560	340	1-1/2"	2"	2	33 x 520
3000	146	125.560	3600	4029	7029	1300	1250	380	2570	2900	1460	2600	385	1-1/2"	2"	2	33 x 700
4000	195	167.700	4800	5371	9371	1400	1450	430	2855	3010	1565	2895	575	2"	2-1/2"	2	33 x 700
5000	244	209.840	6000	6714	11714	1600	1450	430	2895	3510	1780	2955	680	2"	2-1/2"	2	33 x 700

La forma de conexionar 2 tanques correctamente con un buen equilibrio hidráulico es la siguiente:



2.7.1.7.5.2.-CALDERA AUXILIAR

La caldera auxiliar es un elemento básico de de la instalación ya que nos aporta la falta parcial o total de energía ya que en todos los meses la energía solar cubrirá el 100% de la energía demandada.

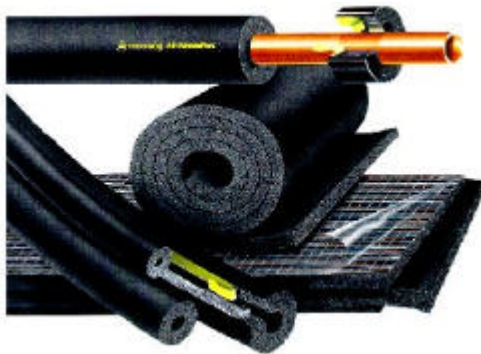
Hemos escogido para este uso una caldera de gas de hierro fundido de la marca FER cuyo modelo es GGN4 N 09 cuyas características son las siguientes:

- Potencia útil: 300 Kw.
- Potencia nominal:324 Kw.
- Generador de alto rendimiento con combustible líquido o gaseoso, con tres giros de humo, para producción de agua caliente adaptada para funcionar tanto con conexión a la instalación tradicional, como con conexión a la instalación de calefacción a baja temperatura, con temperaturas mínimas de regreso de 35 oC.
- Cuerpo de hierro fundido G20.
- Carcasa de acero pintada de color gris por anaforesis con polvos epóxicos.
- Altos rendimientos.
- Predisposición para quemador dos etapas.
- Cuenta horas funcionamiento 1a y 2a etapa del quemador.



2.7.1.7.6- AISLAMIENTO

Consiste en un elemento fundamental en la instalación cuya finalidad es la disminuir las posibles pérdidas caloríficas tanto en los colectores, el acumulador y las conducciones.



Los valores más importantes para la elección apropiada del aislamiento son: el coeficiente de conductividad, la gama de temperaturas, su resistencia, su fácil colocación y el coste.

Fig. 27.- Distintos tipos de aislamiento

El espesor del aislamiento debe de al menos cumplir las normas indicadas en el RITE, en la ITE 03.13.

En nuestro caso hemos escogido como tipo de aislamiento el SH/Armaflex. Consiste en un aislamiento flexible de espuma elastomérica para sistemas de calefacción e hidrosanitaria, con un coeficiente de conducción de $0,037 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

Los espesores para las conducciones internas serán de 19 mm y de 27 mm para las exteriores, como hemos calculado en el apartado correspondiente.

El íter acumulador también debe de estar protegidos mediante aislamiento, según la ITE 03.12 éste debe de tener un espesor mínimo de 30 mm para aquellos con superficie menor de 2 m^2 y de 50 mm para el resto.

En nuestro caso ambos depósitos ya vienen con el aislamiento de fábrica,

cumpliendo así la norma exigida.

2.7.1.7.7.-ESTRUCTURA SOPORTE

Su función simple a la vez de vital es sujetar los colectores con la inclinación y orientación calculada en el proyecto. Las características de una buena estructura soporte son las de rapidez de montaje, coste bajo y seguridad en el anclaje y sujeción.

El tipo de anclaje dependerá de la ubicación de los colectores según estén en cubierta o terraza, y dependiendo de las fuerzas que actúen sobre él como consecuencia de la presión del viento a la que se ve sometido. Especialmente debemos de tener cuidado a los esfuerzos de tracción que se producen sobre los anclajes y originado por los vientos que vienen del Norte, debido a que nuestro campo de colectores se halla orientado hacia el Sur.

Junto con la estructura soporte en sí se debe de haber realizado previamente la construcción de los muretes sobre los que se va a apoyar la estructura metálica. Estos deben de ser de hormigón armado con varillas metálicas, y con una sección mínima de 200 x 200 mm.

También es importante dotar a la estructura de una protección contra la corrosión, en el caso generalizado en que esta sea de hierro. Igualmente los materiales de sujeción de los colectores a la estructura deben de ser protegidos de la corrosión o se de acero inoxidable.

2.7.1.7.8.-OTROS ELEMENTOS

2.7.1.7.8.a.-Purgador y desaireador

El purgador tiene como función evacuar los gases contenidos en el fluido calo portador, los cuales pueden dar lugar a la formación de bolsas que impiden la correcta circulación del fluido, además de provocar corrosiones. Para su correcto funcionamiento hay que colocar el purgador en el punto más alto de la instalación.

El desaireador asegura que los gases disueltos en el líquido sean evacuados hacia el exterior por el purgador. La forma más sencilla de lograrlo es haciendo que la fuerza centrífuga lance el agua hacia las paredes, mientras que el aire al ser más ligero se acumula en el centro y asciendo a través del mismo, siendo evacuado por el purgador que está situado en la parte superior.

Fig. 28.- Desaireador con purgador incorporado



El modelo elegido de desaireador funciona como se acaba de describir y es el modelo flexair 32k de Roca, el cual incluye el purgador flexvent, también de Roca.

Son los encargados de darnos el valor de la presión en el circuito, en kg/cm^2 o en metros de columna de agua. En este último caso se hidrómetros.

La escala de los mismos suele estar comprendida entre 0 y 6 kg/cm^2 , si bien no debe llegarse a tales presiones debido a que elementos del circuito, como puedan ser los colectores o el depósito de expansión, no suelen soportar presiones mayores de los 4 kg/cm^2 .

2.7.1.7.8.b.-Termómetros y termostatos

Los termómetros son los encargados de calcular la temperatura del fluido. Los termostatos a su vez son los encargados de transformar una lectura de temperatura en una señal eléctrica que ponga en funcionamiento un determinado mecanismo.

Ambos se pueden clasificar en dos tipos: de contacto e inmersión. Entre los primeros encontramos los de abrazadera los cuales se colocan en contacto con la tubería a través de la citada pieza. Los de inmersión en cambio van introducidos en una vaina que se coloca en el interior de la tubería, con lo que su fiabilidad es mucho mayor al ser el contacto con el fluido mucho más directo.



2.7.1.7.8.c.-Válvulas de paso

Son los elementos encargados de interrumpir total o parcialmente el paso del fluido a través de las conducciones. Los diferentes tipos de las válvulas son de asiento, compuerta, de bola o esfera y de mariposa:

Las válvulas de asiento poseen como elemento obturador un disco que se cierra sobre su asiento. Produce pérdidas de carga importantes, y se utilizan para regular el caudal.

Las válvulas de compuerta tienen un elemento obturador formado por una cuña. Este tipo de válvulas se utiliza como órgano de cierre y nunca como elemento de regulación.



Fig. 29.- Válvula de compuerta

Las válvulas de mariposa constan de un disco que hace de obturador, y provocan una pequeña pérdida de carga.

Las válvulas de bola o esfera se basan en un elemento obturador formado por una bola de acero inoxidable, la cual posee un orificio del mismo diámetro que la tubería en la que se coloca, por lo que la pérdida de carga es mínima cuando están abiertas.



Fig. 30.- Válvula de bola

2.7.1.7.8.d.-Válvula de seguridad

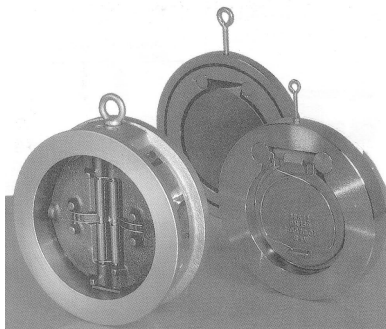
Su función es la de limitar la presión en el circuito y así proteger los componentes del mismo. En nuestro caso los puntos más delicados son el campo de colectores y el vaso de expansión, por lo que se debe de marcar a una presión inferior a la máxima soportada por los citados elementos.



Fig. 31.- Válvula de seguridad

Su colocación está obligada por la legislación para todos aquellos circuitos sometidos a presión y a variaciones de temperatura.

2.7.1.7.8.e.-Válvulas antirretorno



Son las encargadas de permitir el paso del fluido en un sentido e impedirlo en el contrario. Fundamentalmente las hay de dos tipos, de clapeta y de obús, siendo estas últimas poco aconsejables para el circuito primario debido a su elevada pérdida de carga.

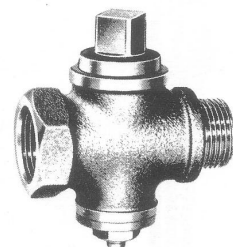
Fig. 32.- Válvulas de clapeta

5.7.7.- Válvulas de tres vías

Se usan para regular la circulación por distintas conducciones según el momento, suelen estar controladas por una señal eléctrica procedente del regulador diferencial o de un termostato.

2.7.1.7.8.f.- Grifo de vaciado

Su uso se pone de manifiesto cuando es



necesario vaciar el circuito, ya sea el primario o el secundario por labores de mantenimiento o reposición del algún elemento del circuito. Para conseguirlo con rapidez y comodidad se debe de colocar en la parte inferior de los circuitos.

Fig. 33.- Grifo de vaciado

2.7.2.8. INSTALACIÓN DE ALTA Tensión

2.7.2..8.1.- CARACTERÍSTICAS DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

SUMINISTRO NORMAL

Siendo la previsión de cargas de la instalación objeto del presente proyecto de 1714 kVA., tal y como consta en la Memoria de Calculo, y de acuerdo con el real decreto 1955/2000 , se reserva un local destinado al montaje de un centro de transformación . Dadas las características del complejo, y por recomendación de la empresa suministradora de energía, se opta por un centro de transformación de obra civil situado en la planta subterránea del edificio tal como se informa en el plano adjunto.

El suministro de energía eléctrica se efectuara a una tensión de servicio de 25 kV y a una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía eléctrica suministradora FECSA-ENHER. El centro de transformación se alimentara en derivación de la red subterránea de media tensión, mediante tres conductores unipolares de Al 1 x 240 mm² 18/30 kV fabricados en triple extrusión simultanea. Se dispondrán de dos transformadores de 1000 kVA de relación 25/0.38 kV, definido en el apartado dedicado al centro de transformación.

SUMINISTRO DE RESERVA

Para mantener un servicio restringido de los elementos de funcionamiento indispensables de la instalación, hasta la potencia mínima del 50 por 100 de la potencia total contratada para el suministro normal, se ha previsto un suministro de reserva a traves de un Grupo Electrónico propiedad del hotel. Este suministro es obligatorio según RBT ITC-BT-28 INSTALACIONES EN LOCALES DE Pública CONCURRENCIA.

El Grupo Electrónico tendrá un cuadro eléctrico preparado para la puesta en marcha automática en los siguientes casos:

- Falta de suministro eléctrico por parte de la Compañía.
- Descenso de la tensión de suministro por debajo de un 70% de la tensión nominal
- Fallo de una fase.

Al ocurrir alguno de los casos anteriores de desconectar la red de consumo del suministro, arrancara el grupo-electrónico y se reanudara el suministro al consumo alimentado por el grupo. Al normalizarse el suministro de la compañía se desconectara el grupo y se reanudara el suministro

normal.

Todas estas operaciones anteriormente descritas se realizara de forma automática en un tiempo de 5 segundos aproximadamente.

2.7.2.8.2.-POTENCIA INSTALADA. POTENCIA CONTRATADA.

SUMINISTRO NORMAL

Sumando las potencias totales instaladas en el Hotel, el resultado es de 1714 kW. Estudiando las diferentes utilizaciones de las potencias instaladas, aplicando los correspondientes coeficientes de simultaneidad reflejados en la Memoria de Calculo, la potencia total a suministrar por parte de la Compañía es de 1714 kW. La potencia autorizada será la misma que la contratada. Se ha previsto que la contratación de dicha potencia se realice en Media Tensión, tal como se demuestra su viabilidad en el apartado de cálculos.

SUMINISTRO DE RESERVA

La potencia prevista para el suministro de reserva es de 605 kW. Tal potencia debe satisfacer los servicios básicos del Hotel, tales como:

1. Alumbrado:

Pasillos de todas las plantas y escaleras., Alumbrado de emergencia y señalización, Alumbrado permanente del parking.

2. Otros:

Ascensores, Neveras y cámaras frigoríficas, puertas de entrada., grupos de presión, central CI, telefónica y megáfono, tomas de corriente , aire acondicionado zonas comunes.

2.7.2.8.3.-DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

2.7.2.8.3.1.A.-DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

JUSTIFICACIÓN DE LA POTENCIA DE LOS TRANSFORMADORES

La demanda prevista de energía será de 1714 kW, por tanto se instalaran dos transformadores en baño de aceite de silicona.

Se instalaran los transformadores de dicho tipo debido a que esta instalación esta en la planta del parking de dicho hotel con el peligro de incendio y explosión que eso supone tener transformadores en baño de aceite.

La potencia de cada uno de los transformadores será de 1000 kVA según normas de la compañía no se pueden instalar transformadores con potencia superior a 1000 kVA.

También al instalar 2 transformadores en paralelo de las mismas características para mejorar la garantía de suministro.

REGIMEN DE NEUTRO

El esquema de puesta a tierra del neutro es muy influyente en la seguridad del conjunto de la instalación. Tiene influencia sobre la disponibilidad y sobre la facilidad de mantenimiento por el hecho del corte o no del circuito al primer defecto (en el caso de los regímenes TN y TT).

Existen tres tipos de esquemas de conexión del neutro: TT, TN e IT. Los dos primeros, realizan una puesta fuera de tensión inmediatamente después del primer defecto gracias a la presencia de los interruptores diferenciales, hecho que permite una mayor prevención contra los contactos directos e indirectos y contra los incendios si su sensibilidad es menor de 300 mA. Ambos regímenes no requieren una vigilancia permanente.

La diferencia entre ambos está en que la corriente de defecto es de kiloamperios en el Esquema TN y de algunas decenas de amperios en el TT. Esta corriente tiene gran importancia ya que condiciona los daños de la instalación.

El régimen de neutro más adiente en nuestro caso es el régimen TT con el neutro y las masas de los aparatos de utilización conectados a tierra.

Ya que es el régimen que nos ofrece más seguridad de las personas a nuestra instalación, es el más utilizado en edificación.

Además, con este régimen, la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra tiene un valor lo suficientemente reducido (algunas decenas de miliamperios) como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

Este régimen consiste en instalar el neutro conectado a tierra directamente y las masas conectadas a una toma de tierra separada por un conductor de protección

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltorio metálica según norma UNE-20.099.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 25 kV y una frecuencia de 50 Hz y con una distribución en antena, siendo la Compañía Eléctrica suministradora Fuerzas Eléctricas de Cataluña (FECSA-ENHER).

- **CARACTERÍSTICAS CELDAS SM6 36KV**

La maniobra y protección de la red de alta tensión, se realiza mediante cabinas prefabricadas de Merlin Gerin del tipo SM6-36, que incluyen los circuitos de potencia, medición y protección adecuados, tanto locales como remotos.

Las cabinas de entrada, interconexión y protección de los trafos, llevan seccionador SF6 en carga, motorizado, seccionador de puesta a tierra para descargar líneas, pilotos de presencia de tensión y limitadores de sobretensión.

Las cabinas de entrada y salida a primario de los transformadores, están equipados con relés SEPAM 2000 B03, con los trafos de protección (3TT y 3TI) para las protecciones siguientes:

- Disparo por sobreintensidad de fase (50).
- Disparo por sobreintensidad del neutro (51).
- Protección homopolar (50-51N).

Las celdas de la serie SM6 de Merlin Gerin, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

Obra Civil.

Local.

El centro de transformación objeto de este proyecto estará ubicado en el interior de un edificio destinado a otros usos.

Será de las dimensiones necesarias para alojar las celdas correspondientes y

transformadores de potencia, respetándose en todo caso las distancias mínimas entre los elementos que se detallan en el vigente reglamento de alta tensión.

Las dimensiones del local, accesos, así como la ubicación de las celdas se indican en los planos correspondientes.

Características del local.

Se detallan a continuación las condiciones mínimas que debe cumplir el local para poder albergar el C.T.:

- Acceso de personas: El acceso al C.T. estará restringido al personal de la Cía Eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Cía Eléctrica. La(s) puerta(s) se abrirá(n) hacia el exterior y tendrán como mínimo 2400 mm. de altura y 1250 mm. de anchura.

- Acceso de materiales: las vías para el acceso de materiales deberá permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos pesados hasta el local. Las puertas se abrirán hacia el exterior y tendrán una luz mínima de 2400 mm. de altura y de 1400 mm. de anchura.

- Dimensiones interiores y disposición de los diferentes elementos: ver planos correspondientes.

- Paso de cables A.T.: para el paso de cables de A.T. (acometida a las celdas de entrada y salida) se preveerá una canalización cuyo trazado figura en los planos correspondientes y que en su paso por las celdas estará constituida por zócalos metálicos que se situarán debajo de las celdas constituyendo un conjunto rígido y homogéneo con las mismas. Dichos zócalos tendrán una altura adecuada que permita darle la correcta curvatura a los cables de A.T.

Se deberá dejar una distancia mínima de 100 mm. entre las celdas y la pared posterior a fin de permitir la salida de gas SF₆ (en caso de sobrepresión demasiado elevada) por la parte debilitada de las celdas sin poner en peligro al operador.

- Se dispondrá un foso de recogida de aceite por transformador para evitar posibles derrames de líquido al exterior. Su capacidad mínima se indica en el capítulo de Cálculos.

- Acceso a transformadores: una malla de protección impedirá el acceso directo de personas a la zona de transformador. Dicha malla de protección irá enclavada mecánicamente por cerradura con el seccionador de puesta tierra de la celda de protección correspondiente, de tal manera que no se pueda acceder al transformador sin haber cerrado antes el seccionador de puesta a tierra de la celda de protección.

- Piso: se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0.30 x 0.30 m. Este mallazo se conectará al sistema de tierras a fin de evitar diferencias de tensión peligrosas en el interior del C.T. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

- Ventilación: se dispondrá un sistema de ventilación forzada mediante extractor debido a la imposibilidad de refrigerar el local por ventilación natural. El caudal de aire mínimo necesario se indica en el Capítulo de Cálculos.

El C.T. no contendrá otras canalizaciones ajenas al mismo y deberá cumplir las exigencias que se indican en el pliego de condiciones respecto a resistencia al fuego, condiciones acústicas, etc.

Instalación Eléctrica.

Características de la Red de Alimentación.

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 25 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

Características de la Aparamenta de Alta Tensión.

*** CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS SM6 36KV**

- Tensión asignada: 36 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
 - a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 70 kV ef.
 - a impulso tipo rayo: 170 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400 A.
- Intensidad asignada en interrup. automat. 400 A.
- Intensidad asignada en ruptofusibles. 200 A.
- Intensidad nominal admisible de corta duración:
 - durante un segundo 16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible:
40 kA cresta, es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.
- Grado de protección de la envolvente: IP3X.
- Puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE 20.099, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.

- Embarrado.

El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

*** CELDA DE REMONTE.**

Celda Merlin Gerin de remonte de cables gama SM6-36, modelo GAMEI3616, de dimensiones: 750 mm. de anchura, 1.500 mm. de profundidad, 2.250 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras interior tripolar de 400 A, tensión de 36 kV y 16 kA.
- Remonte de barras de 400 A para conexión superior con otra celda.

- Preparación para conexión inferior con cable seco unipolar.
- Indicador de presencia de tensión con lámparas.

* CELDA DE PROTECCIÓN DE INTERRUPTOR AUTOMATICO.

Celda Merlin Gerin de protección con interruptor automático gama SM6-36, modelo DM1DF3616, de dimensiones: 1.100 mm. de anchura, 1.632 mm. de profundidad, 2.250 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior e inferior con celdas adyacentes.
- Seccionador en SF6 de 400 A, tensión de 36 kV y 16 kA.
- Mando CS1 manual.
- Interruptor automático de corte en SF6 (hexafluoruro de azufre) tipo Fluarc SF1, tensión de 36 kV, intensidad de 400 A y poder de corte de 16 kA, con bobina de disparo a emisión de tensión 220 V c.a., 50 Hz.
- Mando RI manual.
- Relé Mayvasa tipo RS3000S, protección digital de sobreintensidad (50-51/50N-51N) 2 fases + neutro para la detección de faltas entre fases y neutro, con señalización y disparo temporizados e instantáneos, para fases y neutro.
- Fuente de intensidad de Mayvasa tipo FI/S.
- Seccionador de puesta a tierra.
- Conexión inferior por barras a derechas.
- 3 transformadores de intensidad
- Embarrado de puesta a tierra.

* CELDA DE MEDIDA DE TENSIÓN E INTENSIDAD.

Celda Merlin Gerin de medida de tensión e intensidad gama SM6-36, modelo GBCEA333616, de dimensiones: 1.100 mm de anchura, 1.518 mm. de profundidad, 2.250 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A, tensión de 36 kV y 16 kA.
- Entrada lateral inferior izquierda y salida lateral superior derecha por barras.

- 3 Transformadores de intensidad de relación 75/5A, 15VA CL0.5S, Ith=80In y aislamiento 36kV.
- 3 Transformadores de tensión unipolares, de relación 27.500:V3/110:V3, 50VA, CL0.5, Ft= 1.9 Un y aislamiento 36kV.
- Conjunto de medida preparado para albergar hasta 6 transformadores de tensión y 6 de intensidad.

* CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR-FUSIBLES COMBINADOS.

Celda Merlin Gerin de protección con interruptor y fusibles combinados gama SM6-36, modelo QM3616, de dimensiones: 750 mm. de anchura, 1.500 mm. de profundidad y 2.250 mm. de profundidad, conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A.
- Interruptor-seccionador en SF6 de 400 A, tensión de 36 kV y 16 kA.
- Mando CI1 manual.
- Tres cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura con baja disipación térmica tipo MESA CF, de 36kV, y calibre 63 A.
- Seccionador de puesta a tierra de doble brazo (aguas arriba y aguas abajo de los fusibles).
- Señalización mecánica fusión fusible.
- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Preparada para conexión inferior de cable unipolar seco.
- Embarrado de puesta a tierra.
- No contiene relé de protección.

* CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR-FUSIBLES COMBINADOS.

Celda Merlin Gerin de protección con interruptor y fusibles combinados gama SM6-36, modelo QM3616, de dimensiones: 750 mm. de anchura, 1.500 mm. de profundidad y 2.250 mm. de profundidad, conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A.
- Interruptor-seccionador en SF6 de 400 A, tensión de 36 kV y 16 kA.
- Mando CI1 manual.

- Tres cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura con baja disipación térmica tipo MESA CF, de 36kV, y calibre 63 A.

- Seccionador de puesta a tierra de doble brazo (aguas arriba y aguas abajo de los fusibles).

- Señalización mecánica fusión fusible.

- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.

- Preparada para conexión inferior de cable unipolar seco.

- Embarrado de puesta a tierra.

- No contiene relé de protección.

* TRANSFORMADOR 1.

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 25 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 242V entre fases y neutro(*).

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (ONAN), marca Merlin Gerin, en baño de aceite de silicona.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21428 y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes:

- Potencia nominal:	1000 kVA.
- Tensión nominal primaria:	25.000 V.
- Regulación en el primario:	+2,5% +5% +7,5% +10%.
- Tensión nominal secundaria en vacío:	420 V.
- Tensión de cortocircuito:	6 %.
- Grupo de conexión:	Dyn11.
- Nivel de aislamiento:	
Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s	170 kV.
Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min	70 kV.
- Protección de gas-presión-temperatura por relé DGPT2.	

(*)Tensiones según:

- UNE 21301:1991 (CEI 38:1983 modificada)(HD 472:1989)
- UNE 21428 (96)(HD 428.1 S1)

CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 18/30 kV, de 95 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 4x240mm² Al para las fases y de 3x240mm² Al para el neutro.

* TRANSFORMADOR 2 (igual al anterior)

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 25 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 242V entre fases y neutro(*).

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (ONAN), marca Merlin Gerin, en baño de aceite de silicona.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21428 y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 1000 kVA.
- Tensión nominal primaria: 25.000 V.
- Regulación en el primario: +2,5% +5% +7,5% +10%.
- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V.
- Tensión de cortocircuito: 6 %.
- Grupo de conexión: Dyn11.
- Nivel de aislamiento:
 - Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 170 kV.
 - Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min 70 kV.
- Protección de gas-presión-temperatura por relé DGPT2.

(*)Tensiones según:

- UNE 21301:1991 (CEI 38:1983 modificada)(HD 472:1989)
- UNE 21428 (96)(HD 428.1 S1)

CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 18/30 kV, de 95 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 4x240mm² Al para las fases y de 3x240mm² Al para el neutro.

Características material vario de Alta Tensión.

*** EMBARRADO GENERAL CELDAS SM6 36 KV.**

El embarrado general de las celdas SM6 se construye con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo.

PIEZAS DE CONEXIÓN CELDAS SM6 36 KV.

La conexión del embarrado se efectúa sobre los bornes superiores de la envolvente del interruptor-seccionador con la ayuda de repartidores de campo con tornillos imperdibles integrados de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 5 m.da.N.

Características de la aparamenta de Baja Tensión.

Los aparatos de protección en las salidas de Baja Tensión del Centro de Transformación no forman parte de este proyecto sino del proyecto de las instalaciones eléctricas de Baja Tensión.

Medida de la Energía Eléctrica.

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de HIMEL modelo PL-75T/AT-EN de dimensiones 540mm. de alto x 540mm de largo y 200mm de fondo., equipado de los siguientes elementos:

- Regleta de verificación normalizada por la Compañía Suministradora.
- Contador de Energía Activa de simple tarifa CL 1 con emisor de impulsos.
- Contador de Energía Reactiva con emisor de impulsos, de simple tarifa, CL 3.
- Módulo electrónico de tarificación.

- Puesta a Tierra.

Se opta por un sistema de puesta a tierra de protección y de servicio independientes entre sí, e independientes respecto a las tierras de Baja Tensión. De este modo se evita que aparezcan tensiones peligrosas en el sistema de Baja Tensión, provocadas por faltas en la red de alta Tensión.

Los dos sistemas de tierra (de protección y de servicio) estarán separados entre sí de una distancia mínima de 16 m, de forma que la tensión de defecto sea inferior a 1000 V.

Tal y como se indica en la Instrucción MIE RAT 13, las líneas de tierra no deberán tener Insertados fusibles ni interruptores. Los empalmes y uniones deben realizarse con medios

de uniones apropiados, que aseguren su permanencia y no experimenten calentamientos superiores a los del conductor en el paso de la corriente, y estarán protegidos contra la corrosión galvánica.

Dado el emplazamiento de nuestro hotel, podemos considerar que la naturaleza del terreno es de calizas blandas, adoptando por ello una resistividad de 200 Ω m. Para el apartado de cálculos, se ha tenido en cuenta que la resistividad del hormigón es de 3000 Ω m

En la instalación de puesta a tierra se distinguirá dos partes totalmente separadas:

Tierra de Protección

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estarán en tensión Normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

La conexión a tierra se realizará mediante un circuito independiente que comprende las tierras de los herrajes, envolventes de los conjuntos de armarios metálicos, tuberías y conductos metálicos, carcasas y partes metálicas de los transformadores y mallas equipotenciales, de la zona de celdas y local.

El mallazo se unirá a una pletina de hierro de 50x3 mm mediante soldadura eléctrica u Oxiacetileno.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

Se efectuará mediante cuatro (4) picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro clavadas y unidas

Eléctricamente entre ellas con un conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección m grapa de conexión. El diseño preliminar se ha realizado según las configuraciones del modo de cálculo UNESA para centros de transformación de tercera categoría.

La configuración seleccionada ha sido la 5/62

Tierra de Servicio.

Se conectará a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los Transformadores del equipo de medida, según se indica en el apartado de cálculo de la instalación de puesta a tierra" del capítulo correspondiente de Memoria de Cálculo de este proyecto.

Se efectuará mediante cinco (5) picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro clavadas y unidas eléctricamente entre ellas con un conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección. La conexión desde el centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV, en el interior de un tubo de PVC protegido contra cortes metálicos.

El diseño preliminar se ha realizado según las configuraciones del modo de cálculo UNESA para

Centros de transformación de tercera categoría.

La configuración seleccionada ha sido la 5/62:

Tierras interiores.

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

Instalaciones Secundarias.

Alumbrado.

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalizará los accesos al centro de transformación.

Protección contra Incendios.

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B.

Ventilación.

El local deberá estar dotado de un sistema mecánico adecuado para proporcionar un

caudal de ventilación equivalente al que se indica en el capítulo de cálculos, y dispondrá de cierre automático en caso de incendio.

Los conductos de ventilación forzada del centro deberán ser totalmente independientes de otros conductos de ventilación del edificio.

Las rejillas de admisión y expulsión de aire se instalarán de forma que un normal funcionamiento de la ventilación no pueda producir molestias a vecinos y viandantes.

Medidas de Seguridad.

* SEGURIDAD EN CELDAS SM6

Las celdas tipo SM6 dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE 20.099, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en anteriores apartados.

.2.7.8.3.B.-BAJA TENSIÓN

2.7.2.8.3.B.1.-CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

SELECTIVIDAD.

El escalonamiento selectivo de los diferentes niveles de protección contra sobrecargas y Cortocircuitos de esta instalación, así como de los niveles de protección diferencial contra contactos indirectos se ha considerado bajo el criterio general de provocar la interrupción de los circuitos cercanos al lugar del defecto.

Las instalaciones se subdividirán de tal forma que las perturbaciones que se originen por averías, que se puedan producir en algún punto de ellas, afecten solamente a determinadas partes de las mismas, para lo cual las protecciones de cada circuito estarán adecuadamente coordinadas con los dispositivos generales de protección que se hallan instalados ‘aguas arriba’. Además esta subdivisión permitir la localización de averías, as como el control del aislamiento en los conductores de la instalación por sectores.

Las curvas de selectividad serán las siguientes:

Nivel 1.- Cuadro General de Baja Tensión curva D entre 10 y 20 In

Nivel 2.- Subcuadros de plantas curvas C entre 5 y 10 In

Nivel 3.- Subcuadro de mando y protección de cada habitación o servicio curvas B entre 3 y 5 In

Así aseguramos que en caso de un posible defecto la protección que saltara será la más cercana al fallo.

TRAZADO.

Preferentemente, las líneas principales se han diseñado con un trazado lo mas corto posible hasta los subcuadros, y buscando los ejes de cada ala del edificio.

COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.

Para las características funcionales de la instalación sean adecuadas y los recargos en la facturación sean cero, se ha previsto que una compensación centralizada dividida en 2 apartados el suministro de reserva y el suministro normal. Dicho estudio se demuestra En el apartado de cálculos y se amplía en el apartado de la memoria 2.7.2.8.3.C .

REPARTO DE CARGAS.

Con el fin de mantener el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de la instalación, se procurara que repartir la potencia entre las fases polares para los suministros monofasicos

NIVELES DE LA INSTALACIÓN.

La instalación eléctrica estar estructurada en tres niveles principales, partiendo del Cuadro General de Baja Tensión finalizando en los subcuadros de consumo final, todos estos cuadros y subcuadros estarán formados por la parte de suministro normal y reserva. Atendiendo a la subdivisión la instalación han previsto los siguientes niveles de maniobra y protección

Nivel 1.- Cuadro General de Baja Tensión situado en la planta Sótano.

Nivel 2.- Subcuadros de plantas.

Nivel 3.- Subcuadro de mando y protección de cada habitación o servició.

Las habitaciones se alimentaran derivaciones desde el cuadro de planta a la que pertenezcan, existiendo una salida para cada habitación.

2.7.2.8.3.B.2.-ACOMETIDA PRINCIPAL

Se dispone de acometida individual.

El papel de la acometida principal es actuar como nexo entre el Centro de Transformación y el

Cuadro General de Baja Tensión.

La acometida se realiza mediante 12 conductores por fase y 12 por neutro, 12x(3x240) + 12x(1x120) mm² Cu flexible 0.6/1 kV aislado en polietileno reticulado (XLPE). Con cubierta de PVC color negro, su temperatura mínima en servicio es de 90°C.

2.7.2.8.3.B.3.-ACOMETIDA DE RESERVA

El papel de la acometida de reserva es actuar como nexo entre el cuadro del Grupo Electrónico y

el Cuadro General de Baja Tensión.

La acometida se realiza mediante 4 conductores por fase de 240 y 2 por neutro de 240 mm² de

sección 5x(3x240)+2(240) Cu Retensa flexible 0.6/1 kV aislado en polietileno reticulado (Pb.)

2.7.2.8.3.B.4.-CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN

Esa situado en la planta sótano, en un local fácilmente accesible y cerrado. Su ubicación se ha dispuesto de tal modo que la distancia hasta el centro de transformación sea la mínima.

El cuadro esta formado por 2 embarrados uno correspondiente al suministro normal y el otro al suministro de reserva.

El embarrado correspondiente al grupo electrógeno estará conectado en caso de suministro normal

y también en caso de suministro de emergencia. En caso de suministro de emergencia su conexionado se realizara de forma automática, dicho suministro no puede ser a la vez con el suministro normal ya que se instalara el correspondiente enclavamiento mecánico y eléctrico. Todas las alimentaciones generales en este cuadro dispondrán de interruptores automáticos i diferenciales correspondientes a la intensidad de los cables.

2.7.2.8.3.B.5.-CUADROS DE DISTRIBUCIÓN Y PROTECCIÓN

Al igual que el cuadro anterior todos los cuadros secundarios estarán en un lugar inaccesible para el público no autorizado, tendrán un interruptor de cabecera ,igual que interruptores automáticos para los diferentes circuitos así como diferenciales. Todos los interruptores serán de corte omipolar.

LÍNEAS PRINCIPALES

Para la instalación de las líneas principales de distribución del edificio se ha proyectado una canalización con bandeja metálica perforada o de tipo rejilla que partiendo del Cuadro General de Baja Tensión se realizara por el falso techo o por los sitios adecuados para ello. Los cables que forman estas líneas serán del tipo RV 0.6/1 kV de Cu, con aislamiento de PVC. Sus correspondientes secciones indicadas en la Memoria de Calculo del presente proyecto, así como en los esquemas unifilares de cada cuadro.

LÍNEAS INTERIORES

Las líneas de alimentación, que parten de los diferentes subcuadros instalados en las diferentes áreas del hotel, estar formadas por cables del tipo RV 0.6/1 kV, colocados sobre bandeja metálica en el interior de tubos de PVC flexible de doble capa, o en tubo empotrado.

TUBOS PROTECTORES I CANALIZACIONES

La instalación de tubo se harán preferentemente con tubo rígido para canalizaciones fijas de superficie sus características mínimas estarán de acuerdo con la tabla 1 del RBT ITC-BT 21.

En el caso en tubos en canalizaciones empotradas preferentemente flexibles o curvables sus características mínimas serán las de la tabla 3,4 y 5 de l RBT ITC-BT 21.

En cuanto el diámetro mínimo exterior se describe en la tabla de a continuación.

diámetros exteriores mínimos de tubos en función del número y sección de los conductores.

Sección nominal de los conductores unipolares en Milímetros	diámetro exterior de los tubos (milímetros)				
	Numero de conductores				
	1	2	3	4	5
1.5	12	12	16	16	20
2.5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	-
150	50	63	75	-	-
185	50	75	-	-	-
240	63	75	-	-	-

En el caso de las bandejas el número de cables a transportar será en función de la bandeja metálica.

El uso de bandejas metálicas se aplicara en los tramos que haya falso techo o otro elemento de protección.

Las bandejas metálicas deben conectar-se a la red de tierra quedando su continuidad eléctrica garantizada.

Se establecerá una distancia mínima entre bandejas de 5 cm.

En el caso que estas estén cerca de canalizaciones de calefacción se pondrán a una distancia prudente para que la calor no afecte a los conductores.

Estas bandejas los conductores habrán debidamente identificados con el nombre del circuito.

CONDUCTORES

Identificación

Conductores de fase : marrón negro y gris
Conductor neutro: azul
Conductor de protección: verde-amarillo

Conductores activos.

Se consideran como conductores activos los destinados a transmitir energía eléctrica.

Los conductores serán de cobre tipo RV 0.6/1 kV aislados Pb..

La sección de los conductores se describe en la memoria de cálculos, en todo caso entre el origen de la instalación y el final la caída máxima de tensión no será superior 4,5% en el caso de alumbrado y del 6.5% en el caso de fuerza.

En el caso del conductor del neutro su sección será $\frac{1}{2}$ de la nominal para secciones superiores a 16 mm².

Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos directos.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección Sp (mm ²)
S menor o igual a 16 S mayor a 16 y menor o igual a 35 S mayor a 35	$S_p = S$ $S_p = 16$ $S_p = S/2$

Se utilizarán valores de sección normalizados.

En todos los casos los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

2,5 mm² , si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.

4 mm² , si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

conductores en los cables multiconductores, o conductores aislados o desnudos que posean una envoltura común con los conductores activos, o conductores separados desnudos o aislados.

Cuando la instalación consta de partes de envolventes de conjuntos montadas en fábrica o de canalizaciones prefabricadas con envolvente metálica, estas envolventes pueden ser utilizadas como conductores de protección si satisfacen, simultáneamente, las tres condiciones siguientes:

- a) Su continuidad eléctrica debe ser tal que no resulte afectada por deterioros mecánicos, químicos o electroquímicos.
- b) Su conductibilidad debe ser, como mínimo, igual a la que resulta por la aplicación del presente apartado.
- c) Deben permitir la conexión de otros conductores de protección en toda derivación predeterminada.

La cubierta exterior de los cables con aislamiento mineral, puede utilizarse como conductor de protección de los circuitos correspondientes, si satisfacen simultáneamente las condiciones a) y b) anteriores. Otros conductos (agua, gas u otros tipos) o estructuras metálicas, no pueden utilizarse como conductores de protección (CPó CPN).

Los conductores de protección deben estar convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos. Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán utilizarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección, con excepción de las envolventes montadas en fábrica o canalizaciones prefabricadas mencionadas anteriormente.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Protección contra sobre intensidades: sobrecargas-cortocircuitos.

Todo circuito estará protegido contra sobre intensidades mediante alguno de los siguientes elementos

Interruptor automático, relee térmico-contactador omnipolar.

Protección contra contactos directos.

La instalaciones se harán de forma que no sean accesibles a las personas por el fin de evitar contactos entre las personas y las partes activas de la instalación.

Protección contra contactos indirectos.

Se instalarán diferenciales en todos los circuitos de la instalación con una sensibilidad adecuada de para le tipo de instalación.

ICPM.

SERVICIO NORMAL

El interruptor general automático estará situado en el Cuadro General de Baja Tensión como

encabezamiento. Protege todos los circuitos interiores, tanto de los del embarrado suministro normal

Cumplir con las siguientes características típicas:

Intensidad nominal: 5200 A

Regulación: 5100 A

Nº polos: Tetrapolar

Poder de corte: 380 V 500kA

El interruptor automático escogido es de la marca ABB en caja moldeada modelo Dotado de protección eléctrica, con una regulación para sobrecargas 1.5 In, y con una regulación para cortocircuito 208 Ir.

SERVICIO RESERVA

Este interruptor automático debe proteger a los circuitos que deriven del embarrado de emergencia.

Cumplir , con las siguientes características:

Intensidad nominal: 2000 A

Regulación: 1880 A

Nº polos: Tetrapolar

Poder de corte: 380 V 100 ka

El interruptor automático escogido es de la marca ABB en caja moldeada modelo.

Interruptores automáticos.

EN EL CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN

Utilizaremos interruptores automáticos como medida de protección de todos los circuitos que parten de este cuadro hasta los diferentes cuadros distribuidos en todo el complejo.

Los interruptores a instalar ser de la marca ABB serie LIMITOR en caja moldeada, con relee de

protección magneto térmicos. Su rango de corrientes oscila entre 32 y 800 A.

EN LOS CUADROS DE SEGUNDO Y TERCER NIVEL

Para los cuadros de segundo y tercer nivel utilizaremos como protección de las diferentes líneas de

alimentación a los circuitos de fuerza y alumbrado interruptores automáticos (PIAS).

Estos se han escogido de la marca ABB serie System Pro M, modelos S280, S290, dependiendo de la corriente nominal escogida para ellos. Con un poder de cortocircuito que oscila entre 10 y 25 kA

Seccionadores

Instalados en el encabezamiento de cada sub-cuadro, nos permiten actuar sobre los circuitos que derivan exclusivamente de el

Se han escogido interruptores-seccionadores modulares de la marca ABB, serie SwitchLine OT y OETL segun el rango de corriente adecuado en cada caso. El montaje se harán sobre perfil DIN.

Interruptores diferenciales

Se han colocado protecciones diferenciales en los diferentes subcuadros como medida de protección contra contactos indirectos para los diferentes circuitos de fuerza y alumbrado. Para esta tarea se han seleccionado interruptores diferenciales de la marca ABB , serie System pro M, modelo F660 y F670, dependiendo de su intensidad nominal.

Reles térmicos

La colocación de relees térmicos se llevaran a cabo directamente en el caso de que el consumidor a alimentar sea un motor.

El rango de corriente escogido oscilaran entre 1.2...1.7 y 24...32 A, siendo AB.

2.7.2.8.3.A.6.-CUADROS ELÉCTRICOS

A continuación se enumeran todos los cuadros y subcuadros eléctricos de que dispondrá la instalación, especificando en cada uno de ellos todos los elementos de mando y protección. La disposición y función de estos elementos, descritos anteriormente, esté reflejada en los correspondientes esquemas unifilares adjuntos.

Cuadro General de Baja Tensión

Servicio normal

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBTERRÁNEO

Protección térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 47 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 47 A.
Protección diferencial en Principio de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO SUBTERRÁNEO

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUB PARKING

Protección térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.
Protección diferencial en Principio de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: ALUM I

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: ALUM II

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: VENT Extracción

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: VENT IMPU

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: VENT ESCALER

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: T.C

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: ALUM ESCALE ALMA

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: PLANTA BAJA

Protección térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 308 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 308 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

SUBCUADRO

PLANTA BAJA

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBQ BAR

Protección térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 16 A. Térmico reg. Int.Reg.: 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBQ HALL

Protección térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 73 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 73 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

SUBCUADRO

SUBQ HALL

Cálculo de la Línea: ALUM 1

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: ALUM 2

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: ALUM 3

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: ALUM 4

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: HILO MUSICAL

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: T.C 1

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

Cálculo de la Línea: T.C 2

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBQUA TIENDAS

Protección térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO

SUBQUA TIENDAS

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: T.C 1

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: T.C 2

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBQ BAÑOS

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.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO

SUBQ BAÑOS

Cálculo de la Línea: T.C

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: FAN-OILS

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBQ COCINA

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.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO

SUBQ COCINA

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: T.C

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBQ COMEDOR 1.2

Protección térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 38 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 38 A.
Protección diferencial en Principio de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUBQ COMEDOR 1,2

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: T.C TRI

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

Cálculo de la Línea: T.C 1

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: T.C 2

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: T.C 3

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUQ PERSONAL ADMIN

Protección térmica en Principio de Línea
I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 133 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 133 A.
Protección diferencial en Principio de Línea
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUQ PERSONAL ADMIN
Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 30 A.

Cálculo de la Línea: T.C TRI

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: T.C 1

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 47 A.

Cálculo de la Línea: T.C 2

.

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 47 A.

Cálculo de la Línea: T.C 3

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 47 A.

Cálculo de la Línea: T.C 4

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 47 A.

Cálculo de la Línea: T.C 5

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 47 A.

Cálculo de la Línea: T.C 6

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 47 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUB FANC-OILS

Protección térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBQ SALA CONF

Protección térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUBQ SALA CONF

Cálculo de la Línea: RESERVA

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: T.C 1

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: T.C 2

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: PLANTA 1º

Protección térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 650 A. Térmico reg. Int.Reg.: 600 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 650 A. Térmico reg. Int.Reg.: 600 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

SUBCUADRO
PLANTA 1º

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBQ HABITACIONORM

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 Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUBQ HABITACIONORM

Cálculo de la Línea: T.C

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: TELEVISIÓN

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: FAN-OLILS

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: NEVERA

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBQ HABITACIÓN SU

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 Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUBQ HABITACIÓN SUITE

Cálculo de la Línea: NEVERA

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: FAN-OILS

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: PASILLO SALA ESTAR

Prot. Térmica:
I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 65 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: TC 1

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 38 A.

Cálculo de la Línea: TC 2

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 38 A.

Cálculo de la Línea: TC 3

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 38 A.

Cálculo de la Línea: TC 4

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 38 A.

Cálculo de la Línea: TC 5

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 38 A.

Cálculo de la Línea: TC 6

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 38 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: ESCALERAS

Prot. Térmica:
I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 84 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Cálculo de la Línea: T.C

Prot. Térmica:
I. Aut./Bip. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 84 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBQ SALA REUNIONES 1

Protección térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.
Protección diferencial en Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBQ SALA REUNIO 2

Protección térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.
Protección diferencial en Principio de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.
Protección diferencial en Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBQ SALA REUNIO3

Protección térmica en Principio de Línea
I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 85 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 85 A.
Protección diferencial en Final de Línea
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBQ SALA REUNIO4

Protección térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.
Protección diferencial en Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBQ SALA REUNIO5

Protección térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.
Protección diferencial en Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBQ GIMNASIO

Protección térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.
Protección diferencial en Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUBQ GIMNASIO

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: T.C

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Cálculo de la Línea: FAN-OILS

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBQ SALA CONF

Protección térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO

SUBQ SALA CONF

Cálculo de la Línea: RESERVA

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: T.C 1

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: T.C 2

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBQ BAÑOS

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.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUBQ BAÑOS

Cálculo de la Línea: T.C

- Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: FAN-OILS

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: PLANTA 2º,3 4

Protección térmica en Principio de Línea
I. Aut./Tet. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 380 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Aut./Tet. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 380 A.
Protección diferencial en Principio de Línea
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

SUBCUADRO
PLANTA 2º

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBQ HABITACIÓN NORMAL

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 Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUBQ HABITACIONORM

Cálculo de la Línea: T.C

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: TELEVISIÓN

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: FAN-OLILS

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: NEVERA

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBQ HABITACIÓN SUITE

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 Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUBQ HABITACIÓN SU

Cálculo de la Línea: NEVERA

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: FAN-OILS

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea:

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: AL OFFICE

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: AL PASILLO

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: AL ESCALERA

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: T.C

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.13

e(parcial)=35x8400/48x400x2.5=6.12 V.=1.53 %

e(total)=2.55% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: ASCENSOR 1

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 47 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: ASCENSOR 2

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 47 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: AIREACONDICIONAT I

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 530 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: AIRE II

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 530 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: RESERVA

Prot. Térmica:

I. Aut./Bip. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 221 A.

LÍNEAS CON GRUPO ELECTROGENO

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBTERRÁNEO

Protección térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 38 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 38 A.

SUBCUADRO

subterráneo

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: BOMBAS AGUA

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBQ PARKING

Protección térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUBQ PARKING

Cálculo de la Línea:

Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: AL EMERGENCIA

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea:

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: VENT EXTRACCIÓN

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

Cálculo de la Línea: VENT IMPUL

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

Cálculo de la Línea: VENT ESCALERAS

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

Cálculo de la Línea: MOTOR PUERTA

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

CÁLCULO DE LA LÍNEA: PLANTA BAJA

Protección térmica en Principio de Línea
I. Aut./Tet. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 307 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Aut./Tet. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 307 A.

SUBCUADRO

PLANTA BAJA

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBQ BAR

Protección térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.
Protección diferencial en Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUBQ BAR

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: T.C TRI

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

Cálculo de la Línea: T.C

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 30 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUQ HALL RECEPCIÓN

Protección térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.
Protección diferencial en Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUQ HALL RECEP

Cálculo de la Línea: AL 1

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 30 A.

Cálculo de la Línea: AL 2

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 30 A.

Cálculo de la Línea: TC1 TRI

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

Cálculo de la Línea: TC2 TRI

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

Cálculo de la Línea: T.C1

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: T.C2

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

$$I_{adm} = 270 \text{ A}$$

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBQ TIENDAS

Protección térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 47 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 47 A.
Protección diferencial en Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUBQ TIENDAS

Cálculo de la Línea: T.C

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 47 A.

Cálculo de la Línea: AL

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUQA BAÑOS

Protección térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.
Protección diferencial en Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUQA BAÑOS

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUQ COCINA

Protección térmica en Principio de Línea
I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 100 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 100 A.
Protección diferencial en Final de Línea
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea:

Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: CÁMARAS 1 Y 2

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

Cálculo de la Línea: CÁMARAS 3Y 4

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

Cálculo de la Línea:

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: T.C1 TRI

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: T.C2 TRI

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: T.C3 TRI

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: T.C4 TRI

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea:

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: T.C1

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: T.C2

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: T.C3

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: T.C4

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: T.C5

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUQ COMEDORES

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 Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUQ COMEDORES

Cálculo de la Línea: T.C

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

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: TC1

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUQ ADMINISTRACIÓN

Protección térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.
Protección diferencial en Principio de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUQ ADMINISTRA

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: T.C TRI

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

Cálculo de la Línea: TC1

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: TC2

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: FAN-OILS

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUQ SALA CONFERENCIAS

Protección térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 47 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 47 A.
Protección diferencial en Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUQ SALA CONFERENCIAS

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Cálculo de la Línea: T.C

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 47 A.

Cálculo de la Línea: FANOLIS

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: PLANTA 1ª

Protección térmica en Principio de Línea
I. Aut./Tet. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 290 A.

Protección Térmica en Final de Línea
I. Aut./Tet. Int.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.:290 A.

SUBCUADRO

PLANTA 1ª

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUQ NORMAL

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 Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUQ NORMAL

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: TC1

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUQUADRO SUITE

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 Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUQA SUITE

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: T.C

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: TELEVISIÓN

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: ESCALERAS

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: PASILLO

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUSQ SALA REUNINONES 1

Protección térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.
Protección diferencial en Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUSQ SALA REUNI 1

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Cálculo de la Línea: T.C

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Cálculo de la Línea: FANOLIS

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBQ SALA REUNIONES 2

Protección térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.
Protección diferencial en Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUBQ SALA REUNI2

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: T.C

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: FANOLIS

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUQ SALA REUNIONES 3

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 Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUQ SALA REUNI3

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: T.C

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: FANOILS

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUBQ SALA REUINI4

Protección térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.
Protección diferencial en Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUBQ SALA REUINI4

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: T.C

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 30 A.

Cálculo de la Línea: FAN OILS

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUQ SAL REUNIONES 5

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 Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUQ SAL REUNIONES 5

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: T.C

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: FANOLIS

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUQ GIMNASIO

Protección térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.
Protección diferencial en Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUQ GIMNASIO

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: T.C

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUQ SALA CONFERENCIAS

Protección térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 47 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 47 A.
Protección diferencial en Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUQ SALA CONFERENCIAS

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Cálculo de la Línea: T.C

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 47 A.

Cálculo de la Línea: FANOLIS

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUQA BAÑOS

Protección térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.
Protección diferencial en Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUQA BAÑOS

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: PLANTA 2,3, 4

Protección térmica en Principio de Línea
I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 125 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.:125 A.

SUBCUADRO
PLANTA 2

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUQ NORMAL

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 Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUQ NORMAL

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: TC1

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: SUQ SUITE

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 Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO
SUQA SUITE

Cálculo de la Línea: ALUM

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: T.C

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: TELEVISIÓN

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea:

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: PASILLO

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: ESCALERAS

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$756 \times 1.8 = 1360.8 \text{ W}$.

$I = 1360.8 / 230 \times 1 = 5.92 \text{ A}$.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: AIRE ACONDICIONADO

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 530 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: ASCENSOR 1

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 47 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: ASCENSOR 2

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 47 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: ASCENSOR 3

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 47 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: ASCENSOR 4

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 47 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

CÁLCULO DE LA LÍNEA: BOMBAS ACS

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

2.7.1.8.3.B.7.-APARATOS ELEVADORES

El hotel dispondrá de 6 ascensores, ha estos se les ha calculado las derivaciones individuales con los datos del fabricante.

La construcción y montaje de estos aparatos esta fuera del alcance de dicho proyecto.

2.7.2.8.3.C.-GRUPO ELECTROGENO

La finalidad del grupo electrógeno es suministrar la energía eléctrica necesaria a las instalaciones indispensables del hotel.

Se pondrá en marcha de forma automática en los siguientes casos :

Fallo total del suministro eléctrico

Descenso de un 25% de tensión nominal

Fallo de una fases

La puesta en funcionamiento y la desconexión ser relazara de forma automática.

El grupo electrógeno escogido es de Electra molins la seria cumbre cuyo modelo es EMR

800 de 800 kva de potencia. Se ha escogido este grupo por su potencia ya que se acerca mucho a la demanda por la calidad

El grupo electrógeno se encuentra situado en la planta -2 en una habitación destinada para el.

características de grupo

UN GRUPO ELECTROGENO “ELECTRA MOLINS” tipo EMR-800, Construcción AUTOMATICO, de 800 Kva., 640 Kw. de potencia máxima en servicio de emergencia por fallo de red según ISO 8528-1. La potencia activa (Kw.) está sujeta a una tolerancia de + 2%. Formado por:

MOTOR DIESEL “PERKINS” tipo 3012TAG2A, de 674 Kw. a 1.500 r.p.m., refrigerado por agua con radiador, arranque eléctrico.

ALTERNADOR TRIFASICO “LEROY SOMER” de 800 Kva., tensión 400/230 V, frecuencia 50 Hz, sin escobillas, con regulación electrónica de tensión tipo AREP R-448.

CUADRO AUTOMATICO tipo AUT-MP10E que realiza la puesta en marcha del grupo electrógeno al fallar el suministro eléctrico de la red y da la señal al cuadro de conmutación para que se conecte la carga al grupo. Al normalizarse el suministro eléctrico de la red, transfiere la carga a la red y detiene el grupo. Todas las funciones están controladas por un módulo programable con MICROPROCESADOR que simplifica los circuitos y disminuye los contactos mecánicos, lográndose una gran fiabilidad de funcionamiento.

CARGADOR ELECTRÓNICO de baterías además del alternador de carga de baterías propio del motor diesel.

DOS BATERÍAS de 12 V, 230 Ah, con cables, terminales y DESCONECTADOR.

DEPOSITO DE COMBUSTIBLE de 990 l, con indicador de nivel.

RESISTENCIA CALEFACTORA con termostato del líquido refrigerante para asegurar el arranque del motor diesel en cualquier momento y permitir la conexión rápida de la carga.

Todos estos elementos montados sobre bancada metálica con antivibratorios de soporte de las máquinas y debidamente conectados entre sí.

PINTURA final de acabado color azul.

El grupo se suministra con líquido refrigerante al 50% de anticongelante, de acuerdo con la especificación del fabricante del motor diesel, para protección contra la corrosión y cavitación. Se suministra asimismo con el cárter lleno de aceite.

Incluye protecciones de los elementos móviles (correas, ventilador, etc.) y elementos muy

calientes (colector de escape, etc.), cumpliendo con las directivas de la Unión Europea de seguridad de máquinas 98/37/CE, baja tensión 73/23/CEE y compatibilidad electromagnética 89/336/CEE.

El grupo lleva el marcado “CE” y se facilita el certificado de conformidad correspondiente.

Grupo electrógeno.

Marca del grupo ELECTRA MOLINS
Modelo EMR-800
Construcción AUTOMÁTICO
Tipo de cuadro de control AUT-MP10E

Potencia máxima en servicio de emergencia por fallo de red 800 Kva. 640 Kw.
(Potencia LTP “Limited Time Power” de la norma ISO 8528-1)
Potencia en servicio principal 720 Kva. 576 Kw.
(Potencia PRP “Prime Power” de la norma ISO 8528-1)
Tolerancia de la potencia activa máxima (Kw.) + 2%
Intensidad en servicio de emergencia por fallo de red 1.155 A
Intensidad en servicio principal 1.039 A
Tensión 400 V
Nº de fases 3 + neutro
Precisión de la tensión en régimen permanente ± 1%
Margen de ajuste de la tensión ± 5%
Factor de potencia de 0,8 a 1
Velocidad de giro 1.500 r.p.m.
Frecuencia 50 Hz
Variación de la frecuencia en régimen permanente +4%/-1%
Nivel sonoro medio a 1 m 105 dBA

Medidas:

Largo 4.040 mm
Ancho 1.570 mm
Alto 2.220 mm

Peso sin combustible 5.700 kg
Capacidad del depósito de combustible 990 litros

Datos de instalación del grupo electrógeno.

Dimensiones de la caseta para instalaciones no insonorizadas:

Mínimo recomendado: Largo x Ancho x Alto 5,6 x 3,6 x 3,1 m

Ventilación:

Entrada de aire mínima recomendada	4,2 m ²
Salida de aire (dimensiones del panel del radiador)	1,29 x 1,26 m
Caudal de aire del ventilador en salida libre	54.800 m ³ /h

Escape:

Caudal de gases de escape	7.600 m ³ /h
Diámetro tubería de escape para recorridos cortos (6 m)	2 x 200 mm

2.7.2.8.3.C MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA

Cualquier máquina, para poder ofrecer un trabajo mecánico, calor, luz, etc., absorbe de la Red eléctrica una clase de potencia que se denomina energía activa y que se expresa en kW.

Los receptores que absorben únicamente este tipo de energía se denominan resistivos-

Ciertas máquinas que precisan campos magnéticos para su funcionamiento (motores, transformadores...), consumen otro tipo de energía denominada reactiva, expresada en kVAr y que no produce potencia útil.

Durante la creación de los campos magnéticos, este tipo de máquinas (denominadas Inductivas) absorben energía de la red y la entregan durante la destrucción de los mismos.

Este trasiego de energía entre los receptores y la fuente, provoca pérdidas en los Conductores, caídas de tensión en los mismos, y un consumo de energía suplementario que No es aprovechable directamente por los receptores.

De la suma geométrica de las dos (activa y reactiva), resulta la potencia total emitida, Expresada en kVA y denominada aparente.

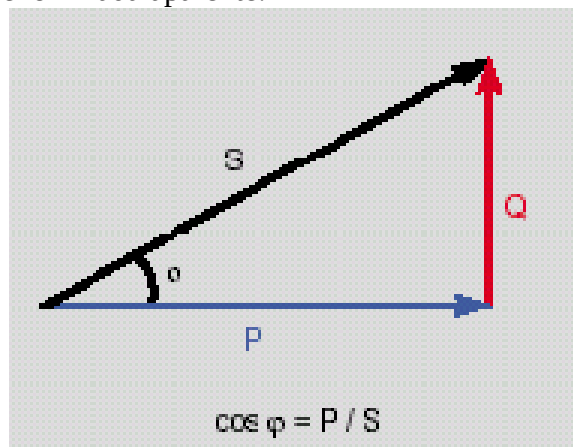


Fig. 9: Relación entre potencia activa, reactiva y aparente

El coeficiente Potencia activa / Potencia aparente, geométricamente equivale a coseno del Ángulo de desfase (ϕ) o factor de potencia. El $\cos \phi$. Indicará por tanto el “rendimiento Eléctrico de una instalación”.

Si multiplicamos la potencia aparente (kVA) por el factor de potencia ($\cos \phi$), obtendremos la potencia activa (kW) disponible para trabajo útil.

La potencia útil que se puede disponer en una instalación aumenta conforme se mejora el $\cos \phi$ (más próximo a 1).

Para compensar la potencia reactiva y por lo tanto mejorar el factor de potencia o $\cos \phi$, se utilizan condensadores estáticos conectados en paralelo con la red, que proporcionan la potencia reactiva necesaria para establecer los campos magnéticos de los receptores, quedando descargada la línea de corrientes reactivas y circulando únicamente corrientes activas.

Las corrientes reactivas circulan por las instalaciones del usuario, y por las líneas de transporte de la compañía suministradora proporcionando:

- Menor rendimiento de la instalación.
- Menor capacidad de transporte de las líneas y aparataje.
- Menor duración y vida de la aparataje.
- Menor seguridad
- Menor provecho de transformadores, cables, interruptores, etc.
- Mayor sección de los conductores.
- Mayores pérdidas de calor.
- Mayores caídas de tensión.
- Mayores gastos de mantenimiento.
- Mayores gastos de inversión por sobredimensionado de transformadores, cables automáticos, etc.
- Mayores recargos por parte de las Compañías eléctricas hasta un recargo máximo de un 47% por encima de los términos de potencia y energía.

Elección de las baterías de condensadores

Se puede simplificar que tenemos dos tipos de receptores, los resistivos y los inductivos.

Por sus características, los resistivos únicamente absorben energía activa, ya que no necesitan campos magnéticos para su funcionamiento, y por lo tanto no necesitarán condensadores para mejorar el factor de potencia, que será de 1.
Otros necesitan de campos magnéticos como por ejemplo los motores del ascensor.

Por lo tanto, nosotros tendremos que suministrar esa energía reactiva mediante condensadores para evitar que la red nos la suministre, con todos los problemas que ello supone.

La compensación la llevaremos acabo mediante una compensación global instalando dos baterías de condensadores, una para cada embarrado de BT, situados en el cuadro general de protección.

Las ventajas de este sistema son que Suprime las penalizaciones por un consumo excesivo de energía reactiva, ajusta la potencia aparente (S en kVA) a la necesidad real de la instalación y descarga el centro de transformación (potencia disponible en kW).

La compensación de energía reactiva será variable, es decir, suministramos la potencia reactiva según las necesidades de la instalación, ya que la demanda de reactiva en nuestra instalación es variable.

Para realizar esta compensación, se utilizan las baterías automáticas de condensadores. El funcionamiento de estas baterías se realiza mediante un regulador que detecta las variaciones en la demanda de reactiva, y en función de estas fluctuaciones actúa sobre los los tiristores permitiendo la entrada o salida de los condensadores necesarios, y de este modo evitando una sobre compensación o una infra compensación.

En el momento de la conexión de los condensadores se pueden producir corrientes transitorias de elevada intensidad ($>180 \text{ In}$) y de frecuencias elevadas. Por eso utilizamos tiristores por que su vida es más elevada.

La conexión interna de los condensadores de las dos baterías está realizada en triángulo. En la memoria de cálculos, se ha demostrado que la instalación de una batería de condensadores para es corregir el factor de potencia, permite un ahorro de la tarifa y una menor intensidad en la instalación interior.

La baterías de condensadores a instalar, será de la marca CIRCUITOR EMK-6-330-400 y EMK-4-200-400 similar.

Características principales de la batería de condensadores:

Potencia Reactiva	330 kvar/ 200 kvar
Peldaños de potencia	$40 + (2 \times 80) / 30 + (5 \times 60)$
Tensión	400 V
Tolerancia de la tensión	+10 / -15 %
Frecuencia	50 Hz
Temperatura ambiente	-10 / +45 °C
Escalones de la batería de condensadores	
Batería de 200 kVAr	

ESCALON	POTENCIA
1	40
2	120

3	200

Batería de 330 kVAr

ESCALON	POTENCIA
1	30
2	90
3	150
4	210
5	270
6	330

2.7.2.8.3.D INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

La función de la puesta a tierra (p.a.t.) de una instalación eléctrica es la de forzar la derivación al terreno de las intensidades de corriente de cualquier naturaleza que se puedan originar, ya se trate de corrientes de defecto, a frecuencia industrial, o debidas a descargas atmosféricas.

Con ello, se logra:

Limitar la diferencia de potencial que, en un momento dado, puede presentarse entre estructuras metálicas y tierra.

Posibilitar la detección de defectos a tierra y asegurar la actuación y coordinación de las protecciones, eliminando o disminuyendo así el riesgo que supone una avería para el material utilizado y las personas.

Limitar las sobre tensiones internas (de maniobra, transitorias y temporales) que puedan aparecer en la red eléctrica, en determinadas condiciones de explotación.

Evitar que las tensiones de frente escarpado que originan las descargas de los rayos provoquen "cebados inversos", en el caso de instalaciones de exterior y, particularmente, en líneas aéreas.

La circulación de las intensidades mencionadas por la instalación de puesta a tierra puede originar la aparición de diferencias de potencial entre ciertos puntos, por ejemplo, entre la instalación de p.a.t. y el terreno que la rodea o entre dos puntos del mismo, por cuya razón debe concebirse la instalación de puesta a tierra para que, incluso con la aparición de las diferencias de potencial aludidas se cubran los siguientes objetivos:

Seguridad de las personas.

Protección de las instalaciones.

Mejora de la calidad de servicio.

Establecimiento y permanencia de un potencial de referencia.

La Red de Tierras en el Centro de Medida constará de la puesta a tierra de protección y la de servicio.

Tierra de Protección:

Se conectarán a la tierra de protección los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo por causa de averías o

circunstancias externas.

En la tierra de protección se conectarán:

Masas de MT y BT (envolventes de las celdas y cuadros de Baja Tensión)

Envolturas o pantallas metálicas de los cables.

Cuba del transformador.

Pantallas o enrejados de protección contra contactos directos.

Bornes de tierra de los detectores de tensión

No se unirán, por el contrario a la tierra de protección las rejillas y puertas metálicas del Centro, si son accesibles al exterior.

Las celdas dispondrán de una platina de tierra que las interconectarán, constituyendo el colector de tierras de protección que también irá conectado a la tierra de protección. En el colector de tierras de las celdas también irán conectadas las pantallas de los cables de alta tensión.

El electrodo que compone el tierra de protección estará formado por cuatro picas alineadas a 3 m de separación entre ellas, a 0,5 m de profundidad, unidas con conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección. Esta configuración corresponde al electrodo tipo UNESA 5/42.

Las picas serán de cobre o acero recubierto de cobre, con un diámetro de 14,8 mm i una longitud de 2 m.

El piso de los centros de transformación dispondrá de un mallazo electro soldado con redondos de 4 mm de diámetro, formando una retícula de 15x30 cm. Este mallazo se conectará en dos puntos opuestos a la puesta a tierra de protección del centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte pueda quedar en tensión eventualmente, al encontrarse sobre una superficie equipotencial, evitando los posibles riesgos producidos por las tensiones de contacto y de paso en el interior del Centro. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor.

Todos los elementos metálicos del Centro de Transformación quedarán unidos entre sí mediante un cable de cobre desnudo de una sección de 50 mm², grapado a la pared. Éste a su vez, se conectará a los electrodos de puesta a tierra, provistos tales como el mallazo electro soldado y las picas de puesta a tierra.

Todos los conductores que conforman la red de tierra de Protección convergerán en un punto común de puesta a tierra. Este punto de confluencia será una pletina de cobre con unas dimensiones apropiadas y con un número suficiente de taladros roscados de acuerdo con los conductores de tierra de protección.

Tierra de Servicio:

Se conectará en la tierra de servicio el borne del neutro del secundario del transformador, la tierra del secundario del transformador de tensión e intensidad de la celda de medida y los neutros de las instalaciones de servicios propios del local (alumbrado, etc.) El electrodo que compone el tierra de servicio se encontrará alejado del electrodo de tierra de protección 10 metros.

El electrodo del tierra de servicio estará constituido por dos picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección. Esta configuración corresponde al electrodo tipo UNESA 5/42.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. La separación entre una pica y la siguiente será

de 3 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 9 m, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

El valor de la resistencia de puesta a tierra del electrodo, deberá ser inferior a 37Ω . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios ($=37 \times 0,650$).

El neutro del sistema de Baja Tensión se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de Alta Tensión para evitar tensiones peligrosas en Baja Tensión debido a faltas en la red de Alta Tensión.

La conexión desde la caja succionadora, en el C.M., hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1 metro.

2.7.2.8.3.E.-ELECCIÓN DEL SUMINISTRO Y TARIFA ELÉCTRICA

Suministro en Baja Tensión:

En el mes de marzo del presente año, se realizó una solicitud de 1.714.35 Kw. en la compañía eléctrica FECSA-Endesa. Tras recibir el presupuesto y mantener charla con los técnicos de la zona, nos comunican que para el suministro de la potencia solicitada, se requiere la construcción de 3 Líneas Subterráneas de Baja Tensión en paralelo. El solar a construir el Hotel está dentro de una zona urbanizada con unos C.T. y red de B.T. existente. La compañía nos comunica que no existe la posibilidad de realizar el suministro en Baja Tensión, ya sea por saturación de los transformadores existentes o bien, por la imposibilidad de realizar tres nuevas salidas de Baja Tensión.

La solución que nos proponen es la construcción de un nuevo Centro de Transformación dentro del solar del hotel, siendo la propiedad y explotación del C.T. a cargo de la compañía, construyendo una nueva Línea Subterránea de Alta Tensión para el suministro del C.T. y tres Líneas Subterráneas de Baja Tensión a conectar a la CGP 9/630A para realizar el suministro del hotel.

Todos estos trabajos representan una elevada inversión y van a cargo del solicitante. Antes de realizar dicha inversión, se realiza un estudio económico de la contratación en Baja Tensión y en Alta Tensión, para elegir la más rentable para el abonado. Este estudio se realiza en el presente proyecto en el apartado de la elección de la tarifa eléctrica.

Suministro en Alta Tensión:

Para contratar la energía en Alta Tensión, el abonado debe instalar su propio Centro de Transformación "C.T." y realizar su explotación y mantenimiento. La medida de la energía se realiza en Alta Tensión, por este motivo el C.T. de abonado tiene el esquema eléctrico más complejo que un C.T. de red pública. El C.T. de abonado se denomina Centro de Medida "C.M.".

Al ser el precio de la energía en A.T. mas bajo que en B.T., resulta más favorable contratar el suministro en A.T., aún teniendo en cuenta el coste del C.T. y su mantenimiento (ambos a cargo del abonado).

Las ventajas de un C.M. respecto a una contratación en Baja Tensión son;

Independización respecto de otros abonados de B.T. Un gran número de abonados conectados al mismo C.T. puede significar puntas de carga importantes en el C.T., o accidentes en la red de B.T., ocasionando la actuación de las protecciones y tener continuos cortes de suministro.

Poder elegir el régimen de neutro de B.T. más conveniente, aspecto importante para ciertas industrias, por ejemplo las de proceso continuo, en las que la continuidad de servicio puede ser prioritaria.

Poder construir el C.M. ya previsto para futuras ampliaciones. Si realizamos el suministro en B.T. de red pública y en un futuro se requiere más potencia, se corre el riesgo que el C.T. tenga muchos abonados y no pueda suministra la nueva potencia requerida.

El principal inconveniente de realizar el suministro en Alta Tensión es el elevado coste de ejecución, ya que se requiere la construcción de un Centro de Medida y Transformación.

Para el suministro en Baja Tensión, hemos visto que se requiere la construcción de un nuevo C.T. Esto significa que en este caso la construcción del C.M. no es tan costosa respecto a realizar el suministro en Baja Tensión, ya que para ambos se requiere la construcción de un C.T.

El Centro de Medida es más caro que un Centro de Transformación ya que el esquema eléctrico es más complejo, entre otros motivos por el hecho de tener el equipo de contaje en el propio C.T. y en el lado de Alta Tensión.

Estudio de las Tarifas Eléctricas.

Una vez calculada la previsión total de carga del hotel, realizamos un estudio para demostrar cual es el mejor tipo de contratación de la energía. De las tarifas en Baja Tensión estudiaremos las 3.0 y 4.0 ya que las otras no se pueden aplicar a la potencia que requerimos y las tarifas en Alta Tensión con tensión inferior a 36 kV posibles a contratar son 1.1, 2.1 y 3.1.

La discriminación horaria consiste en un recargo o descuento sobre el consumo de energía, descontando en períodos de demanda baja (horas valle) y penalizando el consumo en períodos de alta demanda de energía (horas punta). Este complemento es obligatorio para todas las tarifas de A.T. y parta las tarifas 3.0, 4.0 y R.0 de B.T..

La discriminación horaria será con contador de triple tarifa tipo 4 debido a que, dicha discriminación considera los fines de semana y festivos como horas valle, aplicando un descuento, por lo que este tipo 4 es adecuado para los abonados que tienen un fuerte consumo los fines de semana y festivos, como el caso de un hotel.

La curva de carga nos indica que consumo tiene el hotel en cada hora del día. Esta curva es el resultado de aplicar un coeficiente de utilización a la potencia total en cada hora del día, según el número de instalaciones que consideramos que estarán en uso. Al tratarse de un hotel, consideramos más consumo los fines de semana.

A partir de la curva de carga del hotel podremos conocer cuando tendremos el máximo consumo de potencia y así saber la potencia que debemos contratar y además la curva de

carga nos permitirá seleccionar la tarifa del recibo de la energía eléctrica que sea más conveniente para el hotel, con lo que podemos observar que esta gráfica es muy útil a la hora de realizar el proyecto de la instalación eléctrica.

Así pues la curva de carga es la que sigue a continuación:

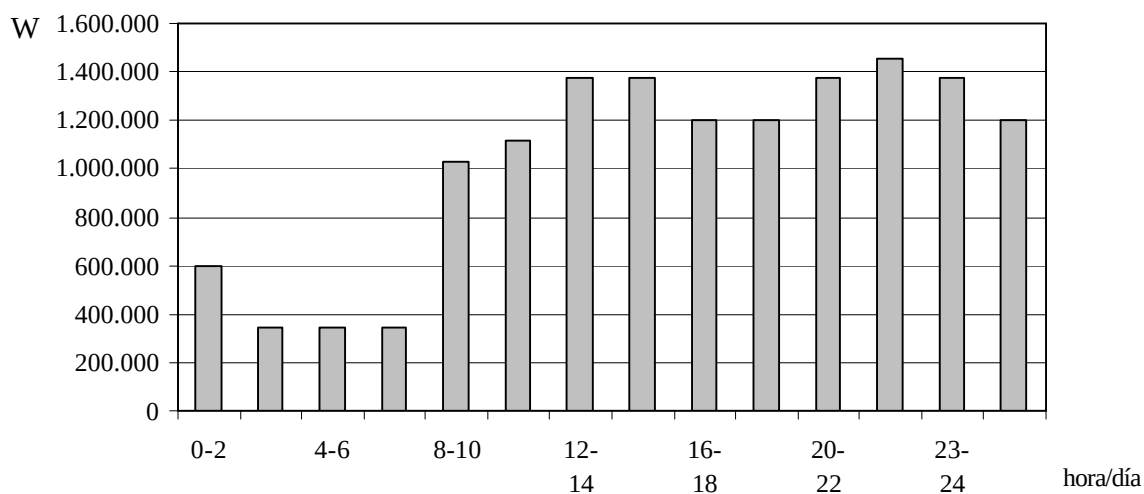
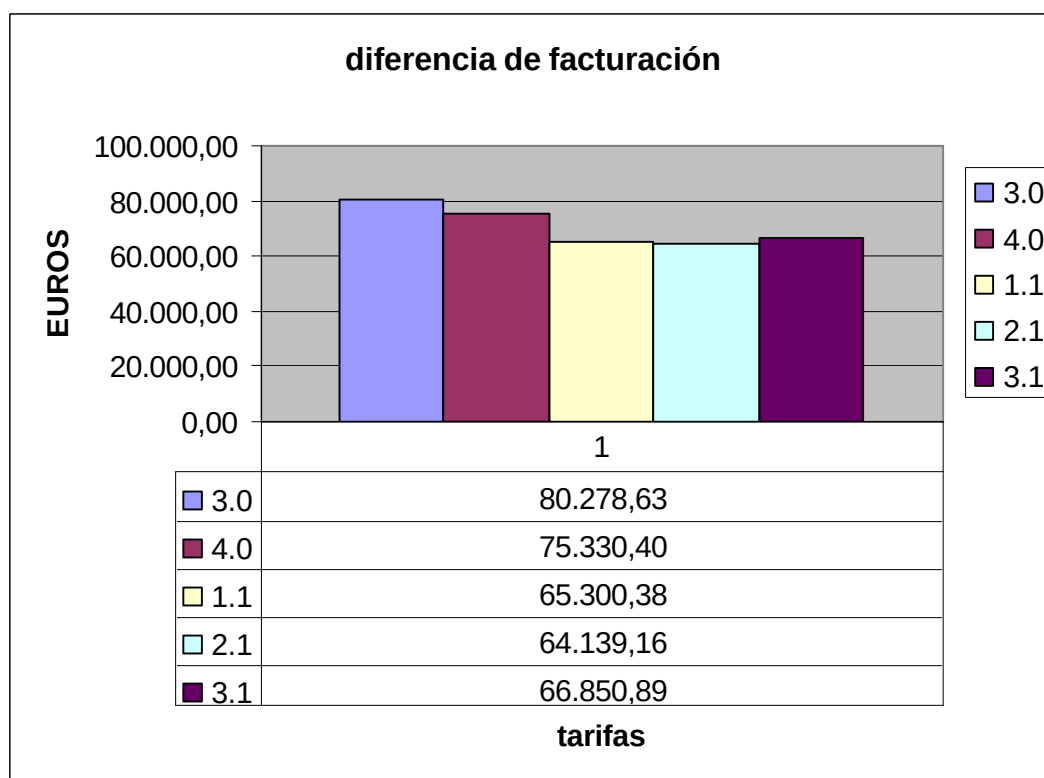


Figura 1.1: Curva de carga diaria.

Como se puede observar, las horas en que el consumo de potencia será mayor, es en los intervalos horarios de 10-14 y de 18-21. En estos instantes la potencia consumida es de 1.371.486 W y 1.457.203 W respectivamente.

En la Memoria de Cálculo del presente proyecto, se a realizado un estudio detallado de cada tarifa, a partir de esta curva de carga, siendo la más rentable la tarifa 2.1 en Alta Tensión, la cual nos proporciona un importante ahorro mensual respecto a las tarifas en Baja Tensión. Tal como se en el siguiente grafico



Para contratar la tarifa en Media Tensión, el abonado debe instalar su propio Centro de Transformación y realizar su explotación y mantenimiento. Se habla pues de un C.T. de abonado, también dicho Centro de Medida (C.M.). En el Centro de Medida se realizara la lectura eléctrica en Alta Tensión, mediante transformadores de tensión y de intensidad de relación 10/5 A, además de contadores de energía activa de doble tarifa y maxímetro, contador de reactiva y interruptor horario.

Al ser el precio de la energía en MT más bajo que en BT, para la potencia a contratar resulta más favorable contratar el suministro en MT, aún teniendo en cuenta el coste del CT y su mantenimiento (ambos a cargo del abonado).

Además la instalación constará de una batería de condensadores para corregir el Factor de Potencia, lo cual permite una reducción de la factura eléctrica, ya que se puede suprimir el recargo por consumo de energía reactiva.

Otras ventajas de la instalación de un equipo de compensación (batería de condensadores) es la descarga de la potencia aparente (Kva.) del transformador, lo que representa un aumento de la potencia activa disponible (Kw.).

Según cálculos realizados en la memoria de cálculo, para obtener un factor de potencia ($\cos \phi$) de 0,95, se requiere una batería de condensadores que proporcione una potencia de 330 kvar y otra de 200 KVA_r, con lo que se ha optado por unos equipos de compensación de la casa circuitor con interruptores estáticos de modelos EMK-6-330-400 y EMK-4-200-400

Amortización del centro de transformación.

Para la elección del suministro en Alta tensión o en Baja Tensión se debe considerar, el coste del consumo eléctrico y el coste de las instalaciones requeridas.

Consumo eléctrico:

En la memoria de cálculo se ha realizado un estudio mensual de cada tarifa posible de contratación. Las más económicas son las tarifas 4.0 y 2.1 en B.T. y M.T. respectivamente. La diferencia mensual entre una y otra es de 11.191 euros, lo que equivale a un ahorro anual de 134.295 euros.

Coste de la construcción de las instalaciones para el suministro en B.T. y A.T.:

Según estudio de la compañía eléctrica FECSA-Endesa, para realizar el suministro en B.T. se requiere la construcción de un C.T. El presupuesto incluyendo la Red de Alta tensión, el Centro de Transformación y la Red de Baja Tensión asciende a 61.663,24 euros.

El presupuesto para la construcción de un Centro de Medida y Transformación, incluyendo la red de Alta tensión para la alimentación, asciende a 74.156,84 euros.

Conclusiones:

La diferencia del coste de la construcción de las instalaciones requeridas para el suministro en B.T. y A.T. es de 13.577,30 euros a favor del suministro en B.T.

El ahorro mensual del consumo eléctrico de A.T. a B.T. es de 2.191,60 euros a favor de la tarifa en A.T.

La amortización será el resultado de dividir el sobre coste de la construcción del C.M. requerido para el suministro en Alta Tensión, por el ahorro mensual que este representa:

$$\text{Amortización C.M.} = \frac{\text{Sobre coste}}{\text{Ahorro}} = 1,11 \text{ meses}$$

El suministro en Alta Tensión representa 12.493 euros más caro respecto al suministro en Baja Tensión, pero el elevado ahorro que representa la contratación en Alta Tensión, nos permite amortizar dicha diferencia en 1,1 meses, a partir de los cuales, el C.M. representará un importante ahorro en el consumo eléctrico.

ÍNDICE DE CÁLCULOS:

3.1. CALCULO DE LA INSTALACIÓN SOLAR	2
3.1.1.- DEMANDA ENERGÉTICA.....	2
3.1.-INCLINACIÓN DEL CAMPO DE COLECTORES	3
3.1.3.- CRITERIO DE SELECCIÓN.....	12
3.1.4.-SUBCONJUNTO DE CAPTACIÓN.....	16
3.1.4.-ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	30
3.1.5.-SUBCONJUNTO DE ALMACENAMIENTO	32
3.1.6.- SUBCONJUNTO DE TERMO TRANSFERENCIA.....	33
3.2.-PREVISIÓN DE CARGAS.....	52
3.3.CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	66
3.3.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.....	66
3.3.2.- INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.....	66
3.3.3. CORTOCIRCUITOS.....	67
3.3.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.....	69
3.3.5.- SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.....	71
3.3.6.-DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.	72
3.3.7.-DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.....	72
3.3.8.- CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.....	72
3.4.CALCULO DE SECCIONES :.....	80
3.5.-POTENCIA DE LA BATERÍA DE CONDENSADORES	112
3.6.-RED DE PUESTA A TIERRA.....	114
3.7.-ESTUDIO DEL LA CONTRATACIÓN DE LA ELÉCTRICA.....	116

3. MEMORIA DE CÁLCULOS

3.1. CALCULO DE LA INSTALACIÓN SOLAR

3.1.1.- DEMANDA ENERGÉTICA

Lo primero que debemos realizar es calcular la demanda energética a la que deberá hacer frente la instalación, para ello hemos estimado la ocupación del hotel en los diferentes meses.

Nuestro hotel consta de una ocupación máxima de 284 personas con un consumo estimado de 100 litros por persona que hará un consumo máximo diario de 28.400 litros de agua.

Siendo la ocupación al largo del, año la siguiente:

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
% de ocupación:	95	95	95	96	97	80	85	70	80	85	90	95	89

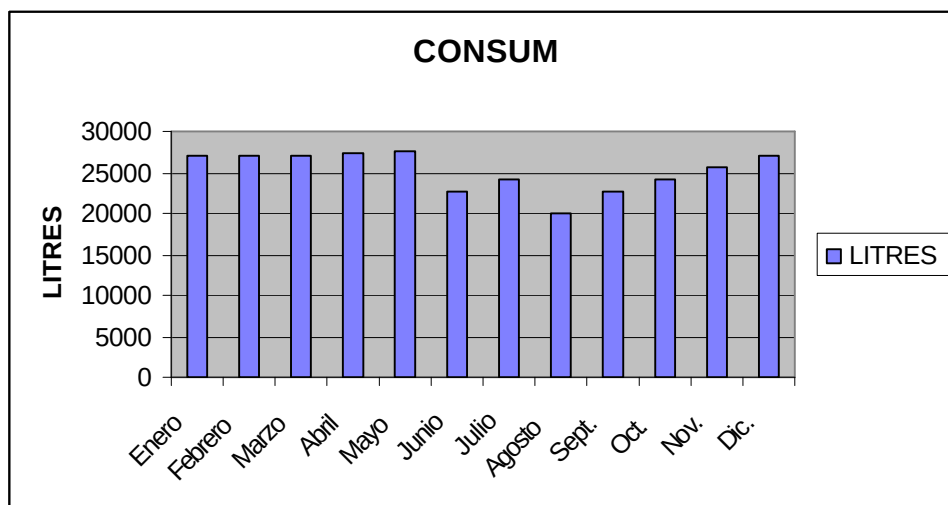


Fig 1 CONSUMO DE ACS

Observando los datos se puede apreciar como en los meses de invierno es cuando tenemos una máxima demanda debido a los meses de máxima ocupación.

Por lo tanto vamos a estudiar varias posibilidades y ver cual es la mejor de ellas. Para ello vamos a partir de una instalación básica e ir aumentando su capacidad para ver hasta que punto que maximicemos el beneficio.

Pero para calcular la demanda energética también hemos de determinar una serie de parámetros como son la temperatura de diseño, a temperatura de agua de la red. De modo que la demanda se calculará mensualmente mediante la expresión:

$$Q = m \cdot c_e \cdot \Delta T$$

Donde:

m es la masa de agua consumida

c_e es el calor específico del agua

ΔT es la diferencia entre la temperatura de diseño y la temperatura del agua de red ($T_{\text{diseño}} - T_{\text{red}}$)

Como temperatura de diseño para A.C.S se toma 45 °C. La temperatura de red viene tabulada mensualmente para cada provincia:

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
T ^a . media ambiente [°C]:	9,40	9,90	12,30	14,60	17,70	21,60	24,40	24,20
T ^a . media agua red [°C]:	12,0	13,2	14,4	15,6	16,8	18,0	19,2	18,0
Rad. horiz. [kJ/m ² /día]:	6.196	10.006	13.606	18.170	21.272	22.734	22.358	18.966
Rad. inclin. [kJ/m ² /día]:	11.317	15.677	17.096	18.460	18.701	18.693	18.870	17.967

Meses	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
T ^a . media ambiente [°C]:	21,70	17,50	13,50	10,20	16,42
T ^a . media agua red [°C]:	16,8	15,6	14,4	13,2	15,6
Rad. horiz. [kJ/m ² /día]:	15.196	11.764	6.906	5.862	14.420
Rad. inclin. [kJ/m ² /día]:	17.396	14.334	11.984	11.603	16.008

Figura 2 tabla de datos de temperatura, radiación, tc para viladecans (Barcelona)

El agua consumida se calcula a partir del número de personas que utiliza mensualmente las instalaciones por el consumo de cada una de ellas. Para calcular éste último parámetro se han seguido las indicaciones del anexo sobre captación solar térmica de la ordenanza general del medio ambiente del ayuntamiento de Barcelona, en el que sugiere tomar como volumen de agua por usuario la cantidad de 100 l para hoteles de 4 estrellas.

3.1.-INCLINACIÓN DEL CAMPO DE COLECTORES

La orientación de los colectores ya indicamos que debe ser Sur, el siguiente parámetro a determinar es la inclinación de los mismos, para ello se pueden tomar diversos criterios, como el de dar una inclinación igual a la latitud, o de 10° mayor, etc, en este proyecto vamos a realizar el cálculo de la energía neta al mes en MJ/m² que proporcionaría una instalación según una inclinación de 45° ya que esta es la recomendada para demandas del tipo anual.

Para no alargar excesivamente el cálculo lo hemos realizado para una instalación para consumo directo de ACS a 45°C, es decir sin precalentamiento del agua.

Hemos hecho cálculos para diferentes colectores que son los siguientes:

wolf

isofoton

kaisun

cromagen

Los datos de partida son los siguientes:

Provincia:	Barcelona
Latitud de cálculo:	41,40
Latitud [°/min.]:	41,24
Altitud [m]:	95,00
Humedad relativa media [%]:	68,00
Velocidad media del viento [Km/h]:	8,00
Temperatura máxima en verano [°C]:	31,00
Temperatura mínima en invierno [°C]:	2,00
Variación diurna:	8,00
Grados-día. Temperatura base 15/15 (UNE 24046) :	623
Grados-día. Temperatura base 15/15 (UNE 24046) :	656

La demanda energética en todos los casos es la misma y es la que calcularemos a continuación.

Es preciso indicar que se ha aplicado un factor de aporte del 50 % para los meses de invierno y del 75% para los meses de verano. Ello es práctica habitual puesto que no es recomendable diseñar la instalación solar para un aporte del 100 % salvo en casos muy excepcionales ya que si se cubren el 100% podríamos tener problemas de sobrecalentamiento en las placas.

Empezamos expresando por columnas cada una de las variables que necesitaremos en el desarrollo del cálculo (*tabla 3 columnas 1 a 5*)

	días por mes	personas / día	Consumo mensual (m ³)	Temperatura del agua de la red (°C)	Salto térmico (°C)
Enero	31	270	836,4	12	33
Febrero	28	270	755,4	13,2	31,8
Marzo	31	270	836,4	14,4	30,6
Abril	30	273	817,9	15,6	29,4
Mayo	31	275	854,0	16,8	28,2
Junio	30	227	681,6	18	27
Julio	31	241	748,3	19,2	25,8
Agosto	31	199	616,3	18	27
Septiembre	30	227	681,6	16,8	28,2
Octubre	31	241	748,3	15,6	29,4
Noviembre	30	256	766,8	14,4	30,6
Diciembre	31	270	836,4	13,2	31,8

Tabla 3

Para el desarrollo de este cálculo, de acuerdo a la tabla 4 y siguiendo las indicaciones del apartado anterior, obtenemos finalmente como resultado una demanda anual de 36.070 MJ, (tabla 4,columna 7) de los que deberemos aportar 22.264 siguiendo el criterio del 50% y 75% (tabla 4, columna 9)

	Necesidad energética mensual (termias)	Necesidad energética mensual (MJ)	criterio del 50% y 75%	Necesidad energética mensual (MJ)	Necesidad energética diaria (MJ)
Enero	27.601	115.481	0,50	57.740	1.863
Febrero	24.023	100.512	0,50	50.256	1.795
Marzo	25.593	107.082	0,50	53.541	1.727
Abril	24.047	100.612	0,75	75.459	2.515
Mayo	24.082	100.761	0,75	75.571	2.438
Junio	18.403	76.999	0,75	57.749	1.925
Julio	19.307	80.781	0,75	60.586	1.954
Agosto	16.640	69.620	0,75	52.215	1.684
Septiembre	19.221	80.421	0,75	60.316	2.011
Octubre	22.001	92.053	0,50	46.027	1.485
Noviembre	23.464	98.174	0,50	49.087	1.636
Diciembre	26.597	111.281	0,50	55.641	1.795

Tabla 4

Para el cálculo ahora de la aportación de nuestro sistema solar térmico, lo primero es tomar de la tabla correspondiente, incluida en el apartado de anexos, la energía recibida del sol en una superficie horizontal o irradiación horizontal media, H , en MJ/m^2 , para cada mes en la provincia de BARCELONA. (*tabla 5, columna 11*)

Al estar situada el hotel en el pueblo de viladecans sabemos que los niveles de polución son bajos, y al no advertirse obstáculo alguno que proyecte sombras sobre los colectores, no haremos corrección alguna del valor de H ya expresado. En caso de situarse en zonas de montaña o con atmósfera muy limpia se puede aplicar un coeficiente de corrección de 1,05 o de lo contrario disminuir el valor de H en zonas muy polucionadas con un coeficiente de 0,95. Además tampoco se observan otros factores como microclimas, nieblas o reflexión de superficies cercanas que puedan aumentar o disminuir la irradiación horizontal media calculada (*tabla 5, columna 12*). Para calcular el valor de la energía neta incidente, E , es necesario antes hallar el factor de corrección por inclinación, k . Con el valor de la latitud y la inclinación de los colectores buscamos en las tablas el valor de la corrección. Para la latitud del lugar, 41° . (*tabla 5, columna 13*)

Así una vez hallados los valores de k para cada mes, obtendremos E simplemente multiplicando k por H . Este es el valor de la energía total teórica que cabe esperar por metro cuadrado de colector. Debido a que no toda la radiación solar es aprovechada hay que afectar a dicho valor de una coeficiente corrector, vinculado a unas pérdidas que se han evaluado empíricamente aproximadamente en 6%, por lo tanto el valor de la energía neta incidente por metro cuadrado valdrá $0.94 \cdot k \cdot H$. (*tabla 5, columna 14*)

La energía útil que aportará nuestro colector será $\eta \cdot E$, a partir de ella se calcula el rendimiento de nuestros colectores, hay que recordar que el valor de rendimiento se puede aproximar por una recta, que nos suministrará el fabricante, y que es función de la temperatura de la placa absolvedora (t_m°), de la temperatura ambiente (t_a°), y de la intensidad incidente (I).

$$\eta = b - m \cdot (t_m^\circ - t_a^\circ) / I$$

Pero también debemos hacer unas correcciones a este valor, ya que primero se ha supuesto que los rayos inciden perpendicularmente al colector, cosa que no ocurre en la realidad, y además hay efectos adversos debidos a la suciedad y envejecimiento de la cubierta. El conjunto de estas correcciones se engloba en un coeficiente de valor 0.94, de modo que el rendimiento que hay que considerar es:

$$\eta = 0.94 \cdot b - m \cdot (t_m^\circ - t_a^\circ) / I$$

Una vez corregido η , y hallado $\eta \cdot E$ (*tabla 5, columnas 19 y 20*) debemos notar que el acumulador tiene unas pérdidas de calor. Se recomienda estimar unas pérdidas globales del 10% al estar situado éste en un recinto cerrado y calefactado. (*tabla 5, columna 21*)

Finalmente, podemos hallar el valor de la energía neta disponible al mes por metro cuadrado sin más que multiplicar la energía neta diaria por el número de días correspondientes a cada mes. (*tabla 5, columna 22*)

Los resultados para cada caso estudiado los podemos ver a continuación:

colector wolf datos de partida :

Tª de uso (°C)	latitud Barcelona	l agua/persona	colector 'b'	colector 'm'
45	41,4	100	0,797	2,833

Cálculos de energía:

	11	12	13	14	15	16
	Energía sobre superficie horizontal, H (MJ/m ²)	H corregida (MJ/m ²)	Factor de corrección, k para i = 45°	Energía neta incidente, E (MJ/m ²)	Nº horas de sol útiles	Intensidad neta incidente, I (W/m ²)
Enero	6,196	6,196	1,42	8,3	8	287,2
Febrero	10,006	10,006	1,3	12,2	9	377,4
Marzo	13,606	13,606	1,16	14,8	9	457,9
Abril	18,17	18,17	1,03	17,6	9,5	514,4
Mayo	21,272	21,272	0,93	18,6	9,5	543,7
Junio	22,734	22,734	0,89	19,0	9,5	556,1
Julio	22,358	22,358	0,93	19,5	9,5	571,5
Agosto	18,966	18,966	1,04	18,5	9,5	542,1
Septiembre	15,196	15,196	1,21	17,3	9	533,5
Octubre	11,764	11,764	1,41	15,6	9	481,2
Noviembre	6,906	6,906	1,55	10,1	8	349,4
Diciembre	5,862	5,862	1,52	8,4	7,5	310,2

	17	19	20	21	22
	Temperatura ambiente (°C)	Rendimiento colector(%)	Aportación solar (MJ/m ²)	Energía neta disponible al día (MJ/m ²)	Energía neta disponible al mes (MJ/m ²)
Enero	9,4	44,6	3,7	3,3	102,9
Febrero	9,9	53,4	6,5	5,9	164,4
Marzo	12,3	59,5	8,8	7,9	246,2
Abril	14,6	63,0	11,1	10,0	299,0
Mayo	17,7	65,5	12,2	11,0	339,7
Junio	21,6	67,8	12,9	11,6	348,1
Julio	24,4	69,5	13,6	12,2	378,9
Agosto	24,2	68,8	12,8	11,5	356,1
Septiembre	21,7	67,3	11,6	10,5	314,2
Octubre	17,5	63,5	9,9	8,9	276,3
Noviembre	13,5	54,2	5,4	2,0	60,0
Diciembre	10,2	47,9	4,0	0,8	24,8
					2910,5

Tabla 5a
colector isofoton
datos de partida :

T ^a de uso (°C)	latitud Barcelona	l agua/persona	colector 'b'	colector 'm'
45	41,4	100	0,844	8,3

Cálculos de energía:

	11	12	13	14	15	16
	Energía sobre superficie horizontal, H (MJ/m ²)	H corregida (MJ/m ²)	Factor de corrección, k para i = 45°	Energía neta incidente, E (MJ/m ²)	Nº horas de sol útiles	Intensidad neta incidente, I (W/m ²)
Enero	6,196	6,196	1,42	8,3	8	287,2
Febrero	10,006	10,006	1,3	12,2	9	377,4
Marzo	13,606	13,606	1,16	14,8	9	457,9
Abril	18,17	18,17	1,03	17,6	9,5	514,4
Mayo	21,272	21,272	0,93	18,6	9,5	543,7
Junio	22,734	22,734	0,89	19,0	9,5	556,1
Julio	22,358	22,358	0,93	19,5	9,5	571,5
Agosto	18,966	18,966	1,04	18,5	9,5	542,1
Septiembre	15,196	15,196	1,21	17,3	9	533,5
Octubre	11,764	11,764	1,41	15,6	9	481,2
Noviembre	6,906	6,906	1,55	10,1	8	349,4
Diciembre	5,862	5,862	1,52	8,4	7,5	310,2

	17	19	20	21	22
	Temperatura ambiente (°C)	Rendimiento colector(%)	Aportación solar (MJ/m ²)	Energía neta disponible al día (MJ/m ²)	Energía neta disponible al mes (MJ/m ²)
Enero	9,4	-18,4938687	0	0,0	0
Febrero	9,9	7,20395684	0,88085172	0,8	22,1974633
Marzo	12,3	25,1277967	3,72795549	3,4	104,009958
Abril	14,6	35,348273	6,21853677	5,6	167,900493
Mayo	17,7	42,7280096	7,94569314	7,2	221,684839
Junio	21,6	49,4760896	9,40998829	8,5	254,069684
Julio	24,4	54,4825764	10,6488177	9,6	297,102013
Agosto	24,2	52,5560363	9,74449962	8,8	271,87154
Septiembre	21,7	48,1479108	8,32185138	7,5	224,689987
Octubre	17,5	36,9703041	5,76441189	5,2	160,827092
Noviembre	13,5	9,56727954	0,96266369	2,0	60
Diciembre	10,2	-8,71086698	0	0,8	24,8

1809,15307

Tabla 5b colector kaisun

	11	12	13	14	15	16
	Energía sobre superficie horizontal, H (MJ/m ²)	H corregida (MJ/m ²)	Factor de corrección, k para i = 45°	Energía neta incidente, E (MJ/m ²)	Nº horas de sol útiles	Intensidad neta incidente, I (W/m ²)
Enero	6,196	6,196	1,42	8,2704208	8	287,169686
Febrero	10,006	10,006	1,3	12,227332	9	377,389809
Marzo	13,606	13,606	1,16	14,8359824	9	457,904355
Abril	18,17	18,17	1,03	17,592194	9,5	514,395753
Mayo	21,272	21,272	0,93	18,5959824	9,5	543,746525
Junio	22,734	22,734	0,89	19,0192644	9,5	556,123291
Julio	22,358	22,358	0,93	19,5453636	9,5	571,506432
Agosto	18,966	18,966	1,04	18,5411616	9,5	542,143565
Septiembre	15,196	15,196	1,21	17,2839304	9	533,45891
Octubre	11,764	11,764	1,41	15,5920056	9	481,238591
Noviembre	6,906	6,906	1,55	10,062042	8	349,379253
Diciembre	5,862	5,862	1,52	8,3756256	7,5	310,210837

	17	19	20	21	22
	Temperatura ambiente (°C)	Rendimiento colector(%)	Aportación solar (MJ/m ²)	Energía neta disponible al día (MJ/m ²)	Energía neta disponible al mes (MJ/m ²)
Enero	9,4	18,3	1,5	1,4	42,3
Febrero	9,9	31,5	3,8	3,5	97,0
Marzo	12,3	40,6	6,0	5,4	168,3
Abril	14,6	45,9	8,1	7,3	217,9
Mayo	17,7	49,7	9,2	8,3	257,7
Junio	21,6	53,1	10,1	9,1	272,8
Julio	24,4	55,7	10,9	9,8	303,6
Agosto	24,2	54,7	10,1	9,1	282,9
Septiembre	21,7	52,4	9,1	8,2	244,7
Octubre	17,5	46,7	7,3	6,6	203,2
Noviembre	13,5	32,7	3,3	2,0	60,0
Diciembre	10,2	23,3	2,0	0,8	24,8

2175,1

Tabla 5c
colector cromagen

	11	12	13	14	15	16
	Energía sobre superficie horizontal, H (MJ/m ²)	H corregida (MJ/m ²)	Factor de corrección, k para i = 45°	Energía neta incidente, E (MJ/m ²)	Nº horas de sol útiles	Intensidad neta incidente, I (W/m ²)
Enero	6,196	6,196	1,42	8,2704208	8	287,169686
Febrero	10,006	10,006	1,3	12,227332	9	377,389809
Marzo	13,606	13,606	1,16	14,8359824	9	457,904355
Abril	18,17	18,17	1,03	17,592194	9,5	514,395753
Mayo	21,272	21,272	0,93	18,5959824	9,5	543,746525
Junio	22,734	22,734	0,89	19,0192644	9,5	556,123291
Julio	22,358	22,358	0,93	19,5453636	9,5	571,506432
Agosto	18,966	18,966	1,04	18,5411616	9,5	542,143565
Septiembre	15,196	15,196	1,21	17,2839304	9	533,45891
Octubre	11,764	11,764	1,41	15,5920056	9	481,238591
Noviembre	6,906	6,906	1,55	10,062042	8	349,379253
Diciembre	5,862	5,862	1,52	8,3756256	7,5	310,210837

	17	19	20	21	22
	Temperatura ambiente (°C)	Rendimiento colector(%)	Aportación solar (MJ/m ²)	Energía neta disponible al día (MJ/m ²)	Energía neta disponible al mes (MJ/m ²)
Enero	9,4	15,5	1,3	1,2	35,8
Febrero	9,9	31,4	3,8	3,5	96,7
Marzo	12,3	42,4	6,3	5,7	175,7
Abril	14,6	48,7	8,6	7,7	231,5
Mayo	17,7	53,3	9,9	8,9	276,5
Junio	21,6	57,5	10,9	9,8	295,1
Julio	24,4	60,5	11,8	10,7	330,2
Agosto	24,2	59,4	11,0	9,9	307,1
Septiembre	21,7	56,6	9,8	8,8	264,3
Octubre	17,5	49,7	7,8	7,0	216,4
Noviembre	13,5	32,8	3,3	2,0	60,0
Diciembre	10,2	21,6	1,8	0,8	24,8
					2314,0

Tabla 5d

De los resultados obtenidos se obtiene que el colector con mayor energía aporta por metro cuadrado es la de wolf ,se escoge este colector para nuestra instalación.

Con una inclinación, se debe a la facilidad y rapidez para construir una estructura soporte con una inclinación de exactamente 45°,por eso se escoge esta.

3.1.3.- CRITERIO DE SELECCIÓN

Una vez hallados los datos y variables que gobernarán nuestra instalación debemos de estudiar cada una de las posibles instalaciones anteriormente señaladas para determinar la mejor de ellas.

La pregunta ‘a priori’ es clara, ¿cómo comparar tan diversas instalaciones de una manera eficiente? Para ello debemos seguir un criterio de selección objetivo, a partir de la superficie óptima de captación en cada una de ellas y en base a esa superficie valoraremos económicamente la instalación, con parámetros tales como la tasa interna de rentabilidad o el tiempo de amortización.

El primer paso que debemos seguir es por tanto el cálculo de la superficie óptima para cada instalación. Para ello utilizaremos un criterio económico consistente en determinar el valor de la superficie que proporcione el máximo ahorro durante la vida útil de la instalación. Esta afirmación no engloba solamente al propio ahorro que se produce por evitar el uso de la energía convencional, sino que se refiere también a otros factores que a su vez condicionan el dimensionamiento óptimo de la instalación.

Así, las variables que van a dirigir nuestro criterio son:

La inversión de la instalación solar, I. En general la inversión se reparte de la siguiente forma:

- Ingeniería, gestión y control de obra 12%
- Suministros y equipos comerciales 55%
- Montaje mecánico e instalación eléctrica 20%
- Obra Civil 3%
- Otros gastos: viajes y dietas, gastos financieros
- Beneficio Industrial 6%

De forma aproximada se puede calcular el valor de la inversión en función de la superficie de captación. La relación entre coste y superficie varía también con la dimensión de la instalación de modo que, a medida que la instalación es mayor, la relación entre ambos es menor debido a que una parte de la instalación apenas varía en función del tamaño final de la instalación.

Así pues, de las diversas curvas indicadas en los textos y calculadas de diversos presupuestos e instalaciones, hemos llegado a establecer la relación entre inversión I y superficie S mediante la siguiente expresión:

$$I (\text{€}) = 277 * S (\text{m}^2) + 2325$$

Mantenimiento de la instalación solar, M. Para garantizar un correcto funcionamiento de la instalación es necesario la revisión y mantenimiento de la misma. De igual modo a la inversión inicial es fácilmente comprensible la relación entre el coste de mantenimiento y la superficie de la misma, y si bien el coste estará condicionado por la intensidad con el que el usuario lo efectúe, un valor que suele tomarse como aproximado es:

$$M (S) = 1 \% \cdot I (S)$$

Donde:

M (S) es el coste de mantenimiento anual, en función de la superficie de la instalación S.
I (S) es el coste de la inversión, en función de la superficie de la instalación.

El propio ahorro de combustible, o en su caso el coste anual de combustible convencional utilizado de forma auxiliar, L.

De igual modo vamos a relacionar este costo anual de combustible con la superficie de captación, de tal forma que L es igual:

$$L (S) = P \cdot Q \cdot (1 - F(S)/100) \cdot 100 / R$$

Donde:

P es el precio de combustible en € / MJ (o € / kW·h)

Q es la demanda en MJ / año (o kW·h / año)

F(S) es el factor de aporte solar en %

R es el rendimiento de la instalación convencional en %

El factor de aporte solar puede calcularse mediante gráficas que posee el INTA o calcularlo mediante una hoja de cálculo de modo que aunque más trabajoso, el resultado sea más preciso. Debemos para ello calcular el cociente entre la energía aportada y la energía demandada, en porcentaje, para cada valor de superficie, de modo que para una superficie de 0 m², el factor de aporte sería cero, y para una superficie lo suficientemente grande el mismo valdría cien. Así pues, una vez halladas todas estas variables podremos definir el coste total anual, como:

$$Ct (S) = I (S) / n + M (S) + L (S)$$

Donde:

Ct (S) es el coste total anual en euros

I (S) es la inversión inicial en la instalación solar

n es la vida útil de la instalación solar en años

M (S) es el coste anual de mantenimiento de la instalación solar

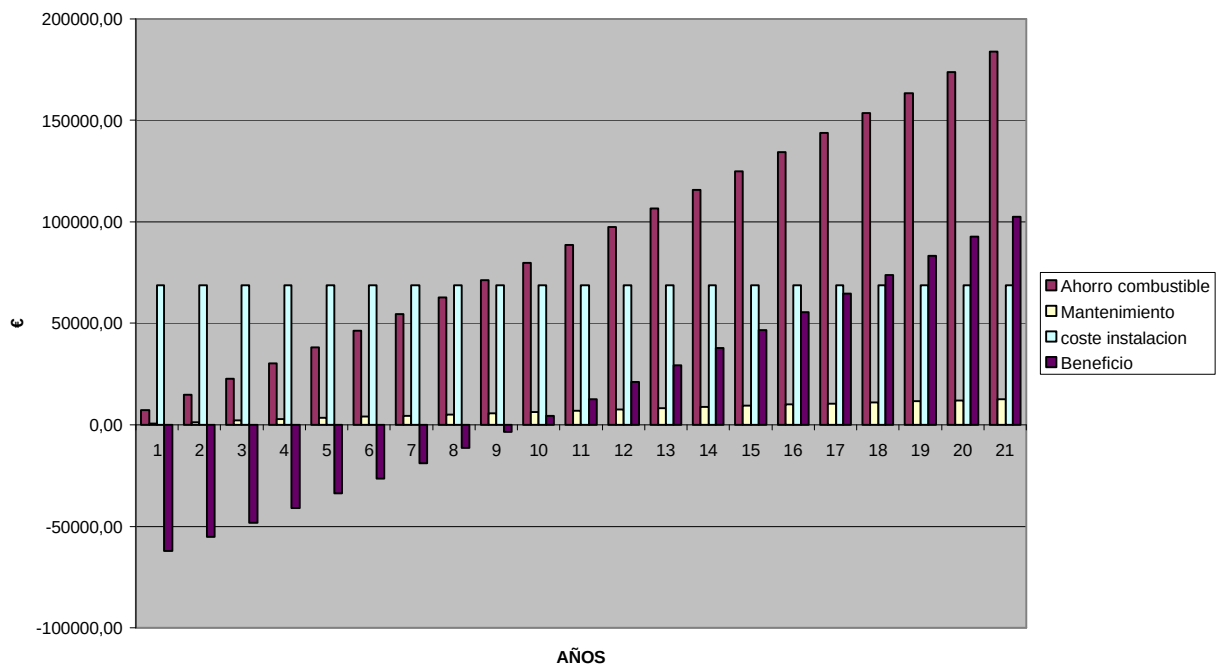
L (S) es el coste anual del combustible convencional utilizado de forma auxiliar

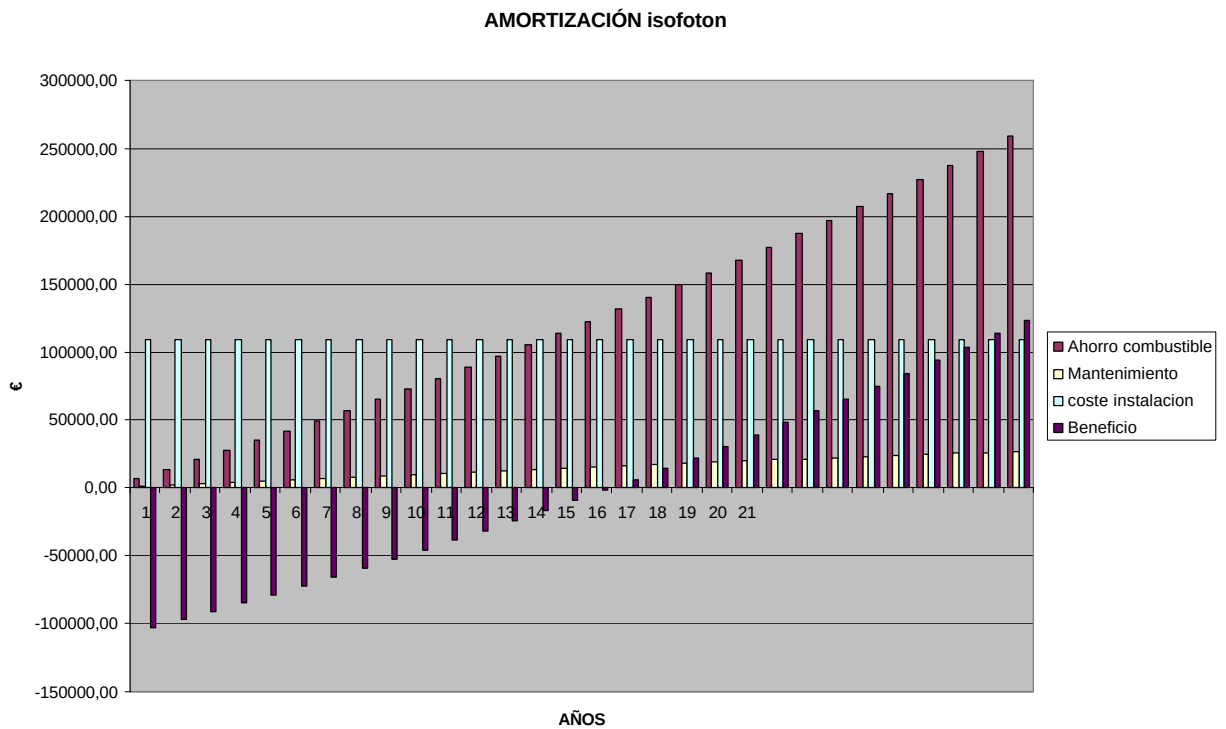
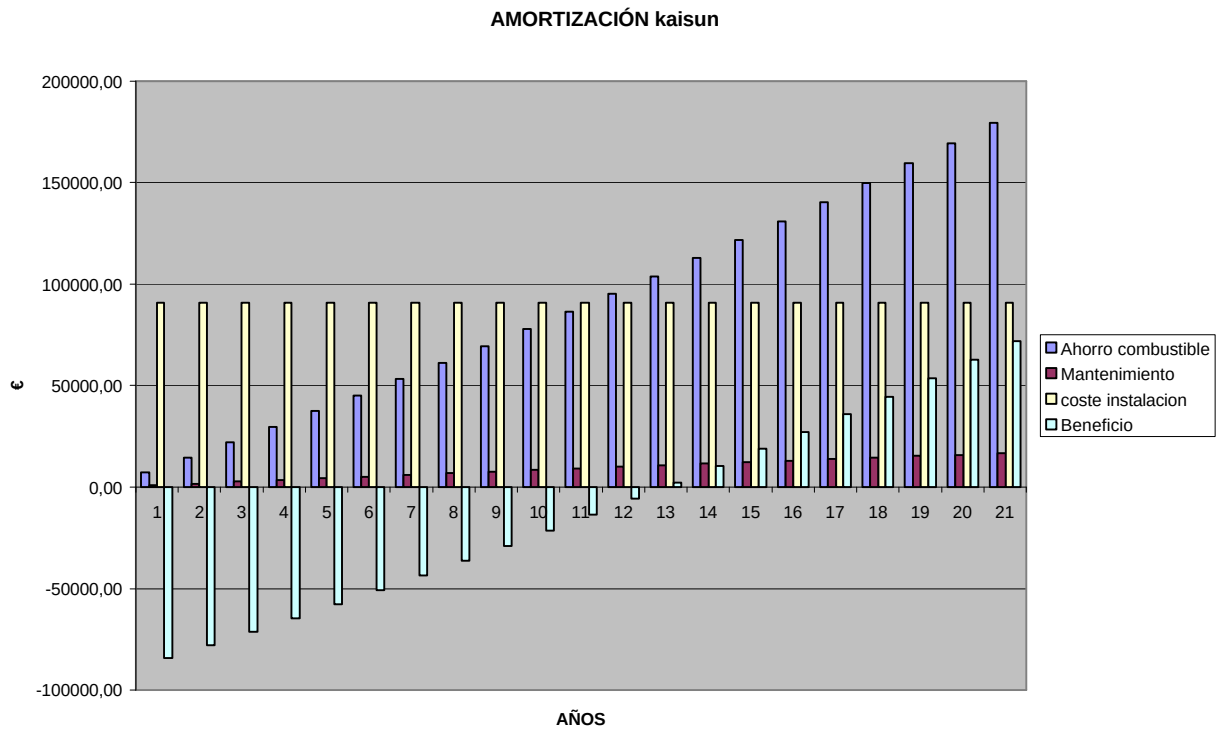
Por lo tanto la superficie, desde el punto de vista económico, óptima será aquélla que haga mínima el coste total anual de todos los conceptos, es decir de Ct.

Si bien hay otros factores que influyen en el coste total de la instalación y que no se han introducido u otros que beneficiarían a la energía solar como es el incremento de la vida útil de la instalación y que harían que la superficie óptima variase ligeramente de la calculada, la expresión Ct(S) indicada sí es un criterio objetivo y suficiente preciso para poder comparar las distintas instalaciones entorno a sus puntos de máxima eficiencia, dados por la superficie de captación de las mismas.

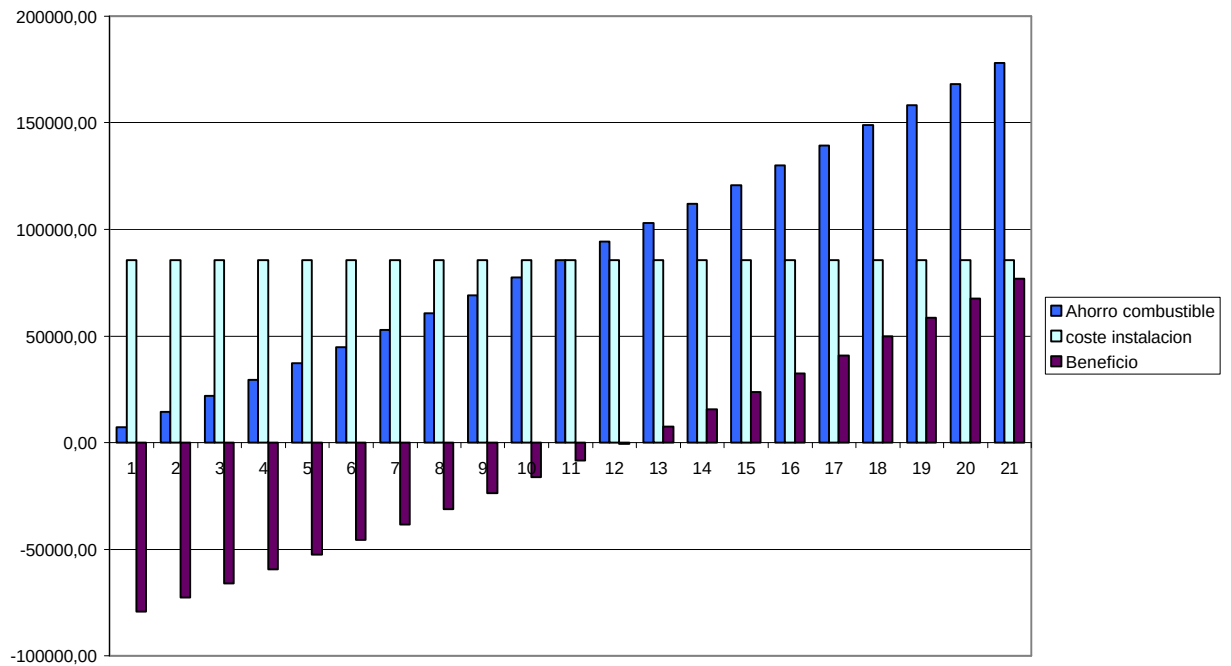
Una vez calculada la superficie colectora y con lo explicado en el apartado de estudio de rentabilidad, podremos obtener de forma sencilla el tiempo de amortización y la tasa interna de rentabilidad.

AMORTIZACIÓN wolf

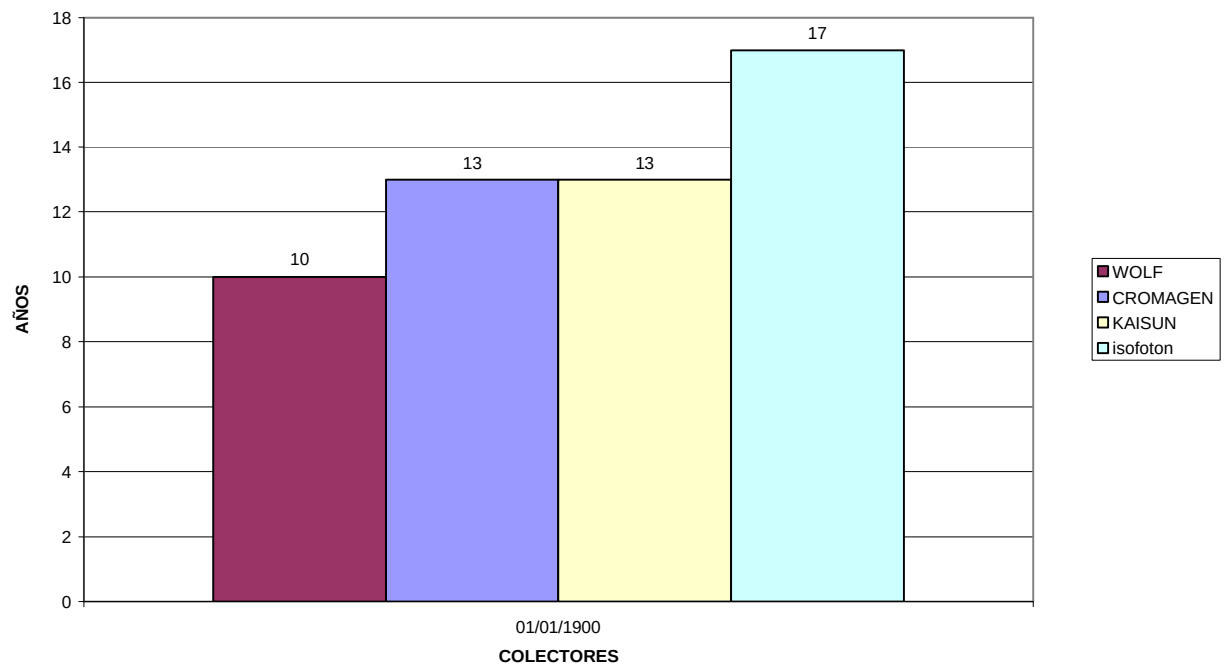




AMORTIZACIÓN CROMAGEN



AÑOS DE AMORTIZACIÓN



3.1.4.-SUBCONJUNTO DE CAPTACIÓN

Vamos a comenzar calculando la superficie óptima en cada una de las instalaciones, para ello, y siguiendo el criterio anteriormente explicado, debemos hallar el valor de la inversión solar I, el mantenimiento de la instalación M, y el coste anual del combustible auxiliar L, en función de la superficie.

Para este cálculo se hace uso de una hoja de cálculo en la que iremos anotando el valor de cada una de las variables anteriormente nombradas para cada valor de la superficie de captación.

Las expresiones que vamos a utilizar son las ya conocidas:

$$C_t(S) = I(S) / n + M(S) + L(S)$$

Donde:

$$I(S) = 277 \cdot S + 2325$$

$$M(S) = 1 \% \cdot I(S)$$

$$L(S) = P \cdot Q \cdot (1 - F(S)/100) \cdot 100 / R$$

Donde:

n es la vida útil de la instalación y que tomaremos igual a 20 años.

P es el precio de combustible auxiliar, en nuestro caso la instalación auxiliar es de gas natural, cuya tarifa corresponde a la del grupo 3 ($P < 4\text{bar}$), y viene dado por un término fijo de 5,22 €/cliente y un término variable de 0,033758 €/kWh.

Q es la demanda energética anual.

R es el rendimiento de la instalación convencional en %. En la instalación actual corresponde a un 90% de una caldera de gas natural modelo GGN4 N 09 de la marca FER

F(s) es el factor de aporte solar en %.

La valoración de la mayoría de estas variables no suponen dificultad alguna su valoración. No es el caso del factor aporte solar, puesto que para determinarlo debemos hallar el cociente de la energía neta aportada por el sistema solar y la demanda energética, en MJ/m², a lo largo del año.

Para realizar el cálculo de la demanda energética recurriremos al sistema anteriormente, expuesto en el apartado correspondiente a la demanda energética, mediante el cálculo mensual y total de:

$$\text{Demanda} = m_1 \cdot C_e \cdot (45^\circ - t_{\text{red}})$$

En cambio para realizar el cálculo de la energía neta aportada por el sistema solar vamos a realizar un desarrollo más exhaustivo. Esto se debe a que nuestra instalación solar, como ya dijimos, no va a aportar la totalidad de la energía necesaria para calentar el agua hasta los 45 °C, sino que va a realizar una función de precalentamiento hasta una temperatura inferior a la de diseño, siendo el sistema convencional o auxiliar el que se ocupe de alcanzar la temperatura de diseño en aquellas épocas en que el sistema solar no alcance dicha temperatura.

De este modo, al estar trabajando nuestro campo de colectores a una temperatura inferior a la de 45°C, su rendimiento será mayor que en el caso habitual en que obligamos a aportar toda la energía al sistema solar.

La aportación solar mensual vendrá dada por la expresión:

$$Asolar(MJ) = E \cdot \eta \cdot S \cdot n$$

Donde

E es la aportación solar diaria en MJ/m²

η es el rendimiento de los colectores

S es la superficie de captación en m²

n es el número de días

Sustituyendo el rendimiento por el valor de su expresión tenemos:

$$\text{Aportación solar mensual (MJ)} = E \cdot [.94 \cdot b - m \cdot (T + 6 - t_{a^0}) / I] \cdot S$$

Donde:

E es la aportación solar en MJ/m²

b y m son parámetros del colector dados por el fabricante

T es la temperatura del agua del acumulador. Notar que T+ 6 es la temperatura correspondiente al colector. El regulador se coloca de modo que impida el funcionamiento del sistema para una diferencia de temperaturas entre colector y acumulador inferior a 6 °C.

t_{a^0} es la temperatura ambiente (°C)

I es la intensidad de radiación incidente (W/m²)

S es la superficie de captación. En nuestro caso al hacer el estudio por metro cuadrado tomaremos su valor igual a uno.

Por lo tanto toda la energía aportada por la instalación solar precalentará el agua consumida. Esto es, la energía solar consumida seguirá la expresión ya conocida:

$$\text{Consumo mensual de energía solar (termias)} = m_1 \cdot Ce \cdot (T - t_{red})$$

Donde:

m_1 es la cantidad de agua precalentada, que será igual a la cantidad de agua demandada a lo largo del mes (tn) o lo que es lo mismo en volumen (m³).

Ce es el calor específico del agua (= 1 cal/g·°C = 1 termia/tn·°C)

T es la temperatura del agua del acumulador (°C)

t_{red} es la temperatura del agua de red (°C)

Como tanto la energía aportada por la instalación solar como la energía consumida de la energía solar en concepto de aumento de temperatura, deben ser iguales, podemos también igualar sus expresiones, así pues:

$$E \cdot S \cdot [.94 \cdot b - m \cdot (T + 6 - t_{a^0}) / I] = m_1 \cdot Ce \cdot k \cdot (45^\circ - t_{red})$$

Donde:

k = 4,184 para pasar de termias a MJ

Al despejar T resulta:

$$E \cdot S \cdot [.94 \cdot b - m \cdot (6 - t_{a^0}) / I] - E \cdot S \cdot m \cdot T / I = m_1 \cdot Ce \cdot k \cdot (T - t_{red})$$

$$E \cdot S \cdot [.94 \cdot b - m \cdot (6 - t_a^0) / I] = E \cdot S \cdot m \cdot T / I + m_1 \cdot Ce \cdot k \cdot (T - t_{red})$$

$$E \cdot S \cdot [.94 \cdot b - m \cdot (6 - t_a^0) / I] = E \cdot S \cdot m \cdot T / I + m_1 \cdot Ce \cdot k \cdot T - m_1 \cdot Ce \cdot k \cdot t_{red}$$

$$E \cdot S \cdot [.94 \cdot b - m \cdot (6 - t_a^0) / I] + m_1 \cdot Ce \cdot k \cdot t_{red} = [(E \cdot S \cdot m / I) + m_1 \cdot Ce \cdot k] \cdot T$$

Y finalmente:

$$T = E \cdot S \cdot [.94 \cdot b - m \cdot (6 - t_a^0) / I] + m_1 \cdot Ce \cdot k \cdot t_{red} / [(E \cdot S \cdot m / I) + m_1 \cdot Ce \cdot k]$$

Conocida ahora la temperatura media del acumulador para cada mes y , por tanto, también la del colector podemos calcular la energía neta aportada por la instalación solar (en MJ/m²) para así determinar, finalmente, el factor de aporte solar correspondiente a cada tamaño de superficie colectora.

Al tener determinados cada uno de los factores, inversión, mantenimiento y coste de energía auxiliar para cada superficie, no tenemos más que buscar aquella que tenga el valor mínimo del coste total anual. Esa será nuestra superficie óptima para la instalación que estemos analizando. Una vez hallada la superficie óptima podemos calcular el ahorro energético total anual que produce nuestra instalación, y con las fórmulas correspondientes al apartado de estudio de rentabilidad calcular la tasa de rentabilidad interna TIR y el tiempo de amortización, para cada una de las instalaciones.

Los resultados obtenidos para cada una de las instalaciones estudiadas son los expuestos a continuación:

COLECTORES WOLF

	16	17	19	20	21
	Intensidad neta incidente, I (W/m ²)	Temperatura ambiente (°C)	Rendimiento colector(%)	Aportación solar (MJ/m ²)	Energía neta disponible al día (MJ/m ²)
Enero	287,2	9,4	44,6	3,7	3,3
Febrero	377,4	9,9	53,4	6,5	5,9
Marzo	457,9	12,3	59,5	8,8	7,9
Abril	514,4	14,6	63,0	11,1	10,0
Mayo	543,7	17,7	65,5	12,2	11,0
Junio	556,1	21,6	67,8	12,9	11,6
Julio	571,5	24,4	69,5	13,6	12,2
Agosto	542,1	24,2	68,8	12,8	11,5
Septiembre	533,5	21,7	67,3	11,6	10,5
Octubre	481,2	17,5	63,5	9,9	8,9
Noviembre	349,4	13,5	54,2	5,4	2,0
Diciembre	310,2	10,2	47,9	4,0	0,8

Tabla 7.- Cálculo de energía neta disponible al mes por m² de superficie colectora.

SUPER	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260
I(s) idea	81.770	86.580	91.390	96.200	94.500	99.000	103.500	108.000	112.500	117.000
L(s)	6.561	6.400	6.239	6.087	5.948	5.825	5.728	5.633	5.539	5.452
I(s) maxi	49415	52185	54955	57725	60495	63265	66035	68805	71575	74345
I'(s) / n	2.471	2.609	2.748	2.886	3.025	3.163	3.302	3.440	3.579	3.717
M(s)	494	522	550	577	605	633	660	688	716	743
F(s)	29,45	31,18	32,92	34,54	36,04	37,37	38,41	39,43	40,44	41,38
L(s)	7.207	7.030	6.853	6.686	6.534	6.398	6.291	6.188	6.084	5.989
Ct	10.172	10.161	10.150	10.150	10.163	10.194	10.254	10.316	10.378	10.449

Tabla 8.- Cálculo del coste total anual en función de la superficie colectora en m².

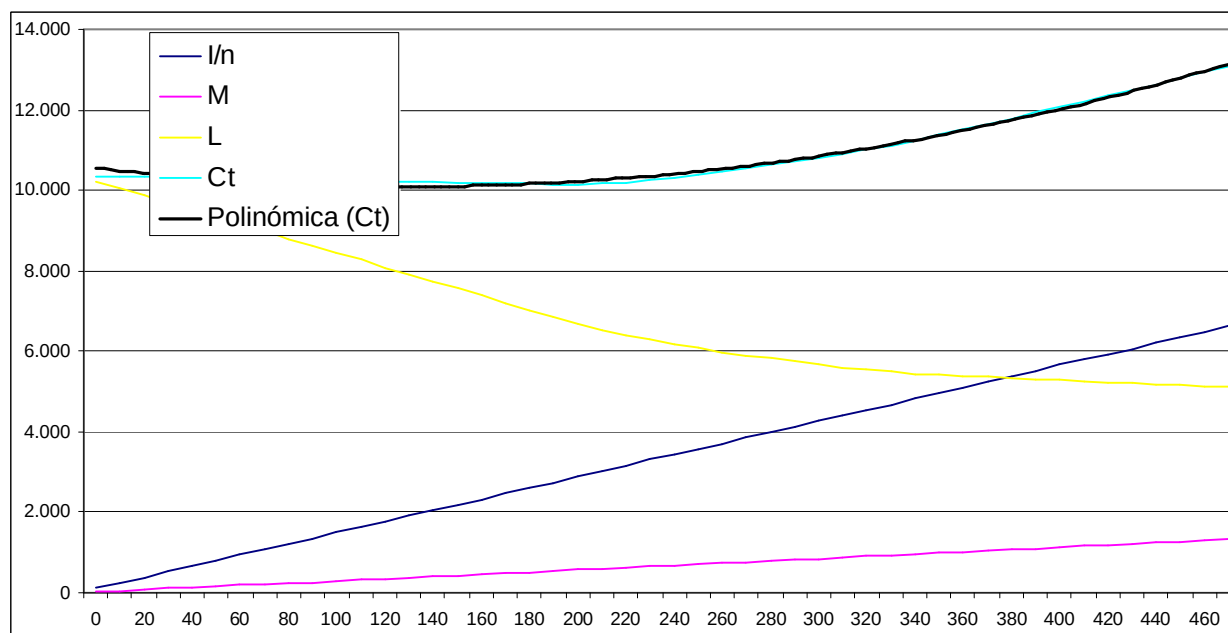


Fig 2.- Curvas del coste anual de inversión, mantenimiento, combustible auxiliar y total, en función de la superficie de la instalación.

	22	23	24	24	25
	Energía neta disponible al mes (MJ/m ²)	Energía neta total (MJ)	Energía neta total <= que demanda (MJ)	% de sustitución	Déficit energético (MJ)
Enero	102,9	24.535	24.535	42,5	33.206
Febrero	164,4	39.209	39.209	78,0	11.047
Marzo	246,2	58.711	58.711	100,0	0
Abril	299,0	71.325	71.325	94,5	4.134
Mayo	339,7	81.025	81.025	100,0	0
Junio	348,1	83.017	76.999	100,0	0
Julio	378,9	90.380	80.781	100,0	0
Agosto	356,1	84.925	69.620	100,0	0
Septiembre	314,2	74.938	74.938	100,0	0
Octubre	276,3	65.897	65.897	100,0	0
Noviembre	60,0	14.311	14.311	29,2	34.776
Diciembre	24,8	5.915	5.915	10,6	49.726
	2.910	694.187	663.266		132.889

Tabla 9.- Energía neta total y déficit energético.

El ahorro energético anual será:

$$694.187 - 132.889 = 561.298 \text{ MJ} = 155.916,1 \text{ kW}\cdot\text{h}$$

que si se considera el rendimiento de la instalación, se tiene el valor:

$$155.916,1 \text{ kW}\cdot\text{h} / 0,90 = 173.240,12 \text{ kW}\cdot\text{h}$$

y, en términos económicos 7384 € / año.

Siguiendo las expresiones del apartado estudio de la rentabilidad podemos ya determinar la tasa de rentabilidad y el tiempo de amortización sin más que valorar cada una de las variables que entran en juego:

$$\begin{aligned} \text{Coste de la instalación solar: } & 68805 \text{ €} \\ & = 277 \text{ €/m}^2 \cdot 240 \text{ m}^2 + 2325 \text{ €} \end{aligned}$$

Mantenimiento de la instalación solar: 675,2 €

Ahorro energía convencional: 7384€ / año

Aumento de precios previsto para el combustible: 6.2 %

Inflación: 3.2 %

Interés bancario: 4.5 %

- Tasa interna de rentabilidad de 11 %. ¹

- Tiempo de amortización de 10 años.

1. COLECTORES ISOFOTON

	16	17	19	20	21
	Intensidad neta incidente, I (W/m ²)	Temperatura ambiente (°C)	Rendimiento colector(%)	Aportación solar (MJ/m ²)	Energía neta disponible al día (MJ/m ²)
Enero	287,169686	9,4	18,4938687	0,0	0
Febrero	377,389809	9,9	7,20395684	0,9	0,79276655
Marzo	457,904355	12,3	25,1277967	3,7	3,35515995
Abril	514,395753	14,6	35,348273	6,2	5,59668309
Mayo	543,746525	17,7	42,7280096	7,9	7,15112383
Junio	556,123291	21,6	49,4760896	9,4	8,46898946
Julio	571,506432	24,4	54,4825764	10,6	9,58393589
Agosto	542,143565	24,2	52,5560363	9,7	8,77004966
Septiembre	533,45891	21,7	48,1479108	8,3	7,48966625
Octubre	481,238591	17,5	36,9703041	5,8	5,1879707
Noviembre	349,379253	13,5	9,56727954	1,0	2
Diciembre	310,210837	10,2	8,71086698	0,0	0,8

¹ Para una vida útil de 20 años.

Tabla 11.- Cálculo de energía neta disponible al mes por m² de superficie colectora.

SUPER	220	230	240	250	260	270	280	290	300
I(s) idea	99.000	103.500	108.000	112.500	117.000	121.500	126.000	130500	135000
L(s)	7.019	6.916	6.812	6.708	6.611	6.524	6.452	6383,31	6314,635
I(s) maxi	63265	66035	68805	71575	74345	77115	79885	82655	85425
I'(s) / n	3.163	3.302	3.440	3.579	3.717	3.856	3.994	4.133	4.271
M(s)	633	660	688	716	743	771	799	827	854
F(s)	24,53	25,64	26,75	27,87	28,91	29,85	30,62	31,3626	32,10098
L(s)	7709,9	7596	7482,2	7368,3	7261,6	7166,1	7086,9	7.011	6.936
Ct	11506	11558	11610,5	11662,8	11722,3	11793,0	11880,0	11.971	12.062

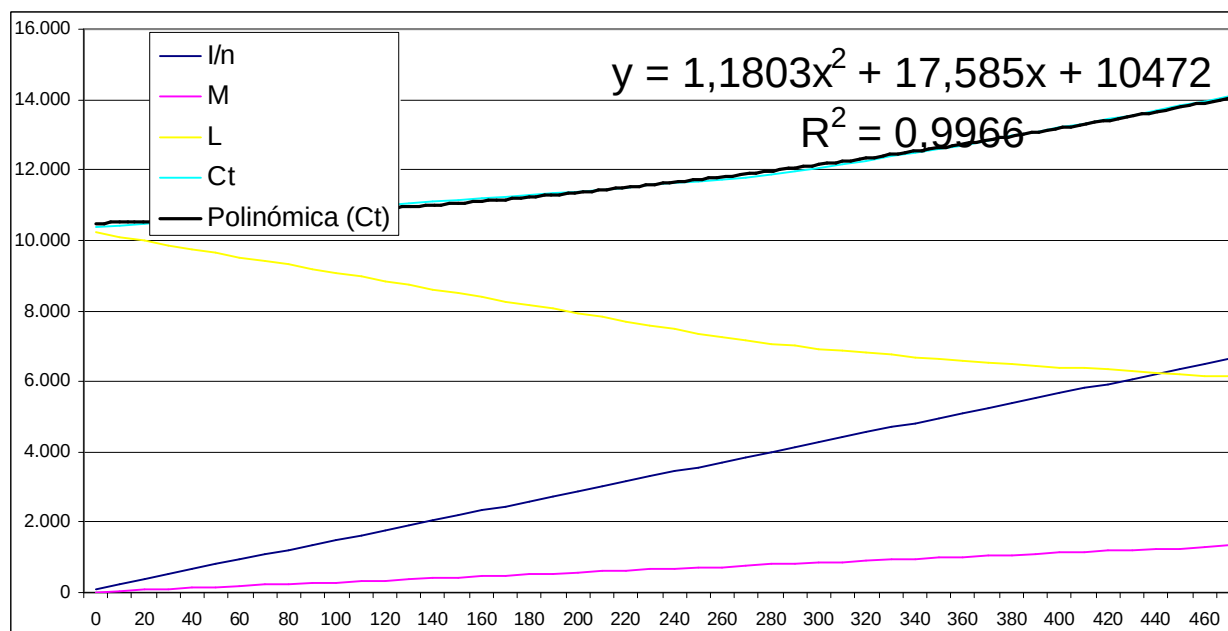
Tabla 12.- Cálculo del coste total anual en función de la superficie colectora en m².

Fig 38.- Curvas del coste anual de inversión, mantenimiento, combustible auxiliar y total, en función de la superficie de la instalación.

	22	23	24	24	25
	Energía neta disponible al mes (MJ/m ²)	Energía neta total (MJ)	Energía neta total <= que demanda (MJ)	% de sustitución	Déficit energético (MJ)
Enero	0,0	0	0	0,0	57.740
Febrero	22,2	8.517	8.517	16,9	41.739
Marzo	104,0	39.909	39.909	74,5	13.632
Abril	167,9	64.425	64.425	85,4	11.034
Mayo	221,7	85.062	85.062	100,0	0
Junio	254,1	97.489	76.999	100,0	0
Julio	297,1	114.001	80.781	100,0	0
Agosto	271,9	104.319	69.620	100,0	0
Septiembre	224,7	86.215	80.421	100,0	0
Octubre	160,8	61.711	61.711	100,0	0
Noviembre	60,0	23.023	23.023	46,9	26.064
Diciembre	24,8	9.516	9.516	17,1	46.125
	1809,2	694.187	599.984		196.334

Tabla 13.- Energía neta total y déficit energético.

El ahorro energético anual será:

$$694.187 - 196334 = 497853 = 138.292,5 \text{ kW}\cdot\text{h}$$

que si se considera el rendimiento de la instalación, se tiene el valor:

$$138298, \text{ kW}\cdot\text{h} / 0,90 = 124463 \text{ kW}\cdot\text{h}$$

y en términos económicos equivale a 5745 € / año.

Siguiendo las expresiones del apartado estudio de la rentabilidad podemos ya determinar la tasa de rentabilidad y el tiempo de amortización sin más que valorar cada una de las variables que entran en juego:

$$\begin{aligned} \text{Coste de la instalación solar: } & 108.612 \text{ €} \\ & = 277 \text{ €/m}^2 \cdot 383 \text{ m}^2 + 2325 \text{ €} \end{aligned}$$

Mantenimiento de la instalación solar: 1086 €

Ahorro energético convencional: 5745€ / año

Aumento de precios previsto para el combustible: 6.2 %

Inflación: 3.2 %

Interés bancario: 4.5 %

- Tasa interna de rentabilidad de 7 %.²
- Tiempo de amortización de 17 años.

2. COLECTORES KAISUN

	16	17	19	20	21
	Intensidad neta incidente, I (W/m ²)	Temperatura ambiente (°C)	Rendimiento colector(%)	Aportación solar (MJ/m ²)	Energía neta disponible al día (MJ/m ²)
Enero	287,2	9,4	18,3	1,5	1,4
Febrero	377,4	9,9	31,5	3,8	3,5
Marzo	457,9	12,3	40,6	6,0	5,4
Abril	514,4	14,6	45,9	8,1	7,3
Mayo	543,7	17,7	49,7	9,2	8,3
Junio	556,1	21,6	53,1	10,1	9,1
Julio	571,5	24,4	55,7	10,9	9,8
Agosto	542,1	24,2	54,7	10,1	9,1
Septiembre	533,5	21,7	52,4	9,1	8,2
Octubre	481,2	17,5	46,7	7,3	6,6
Noviembre	349,4	13,5	32,7	3,3	2,0
Diciembre	310,2	10,2	23,3	2,0	0,8

Tabla 15.- Cálculo de energía neta disponible al mes por m² de superficie colectora.

SUPER	270	280	290	300	310	320	330	340	350
I(s) idea	121.500	126.000	130.500	135.000	139.500	144.000	148.500	153.000	157.500
L(s)	6.066	5.980	5.908	5.839	5.770	5.701	5.635	5.581	5.527
I(s) maxi	77115	79885	82655	85425	88195	90965	93735	96505	99275
I'(s) / n	3.856	3.994	4.133	4.271	4.410	4.548	4.687	4.825	4.964
M(s)	771	799	827	854	882	910	937	965	993
F(s)	34,78	35,70	36,48	37,22	37,95	38,69	39,41	39,99	40,57
L(s)	6.663	6.569	6.489	6.414	6.338	6.263	6.189	6.130	6.071
Ct	11.290	11.362	11.448	11.539	11.630	11.720	11.813	11.921	12.028

Tabla 16.- Cálculo del coste total anual en función de la superficie colectora en m².

² Para una vida útil de 20 años.

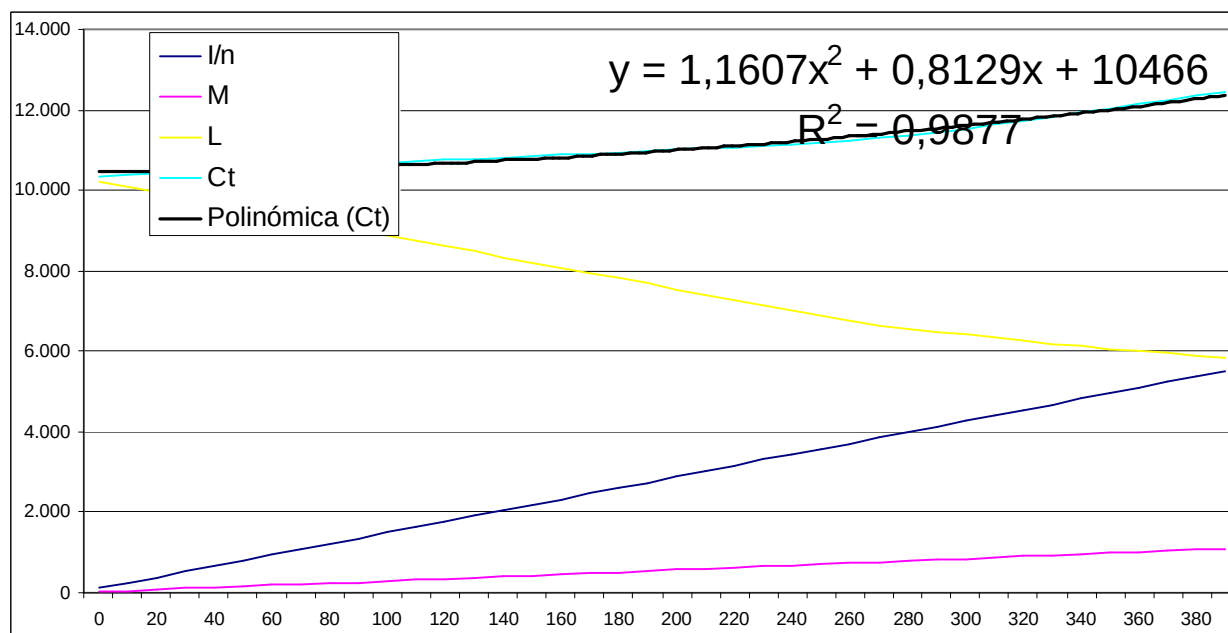


Fig 40.- Curvas del coste anual de inversión, mantenimiento, combustible auxiliar y total, en función de la superficie de la instalación.

	22	23	24	24	25
	Energía neta disponible al mes (MJ/m ²)	Energía neta total (MJ)	Energía neta total <= que demanda (MJ)	% de sustitución	Déficit energético (MJ)
Enero	42,3	13486,163	13486,2	23,4	44254,2
Febrero	97,0	30948,7677	30948,8	61,6	19307,3
Marzo	168,3	53699,0668	53699,1	100,0	0,0
Abril	217,9	69554,4769	69554,5	92,2	5904,5
Mayo	257,7	82230,8958	82230,9	100,0	0,0
Junio	272,8	87052,5186	76999,0	100,0	0,0
Julio	303,6	96904,0192	80781,2	100,0	0,0
Agosto	282,9	90296,6692	69619,9	100,0	0,0
Septiembre	244,7	78096,8834	78096,9	100,0	0,0
Octubre	203,2	64854,2768	64854,3	100,0	0,0
Noviembre	60,0	19148,7014	19148,7	39,0	29938,2
Diciembre	24,8	7914,79656	7914,8	14,2	47725,9
	2175,1	694187,2	647334,1		147130,1

Tabla 17.- Energía neta total y déficit energético.

El ahorro energético anual será:

$$694.187,2 - 147.130 = 547057\text{MJ} = 1513.960,2 \text{ kW}\cdot\text{h}$$

que si se considera el rendimiento de la instalación, se tiene el valor:

$$1513.960,2 \text{ kW}\cdot\text{h} / 0,90 = 168.844,7\text{kW}\cdot\text{h}$$

yen términos económicos equivale a 6134 € / año.

Siguiendo las expresiones del apartado estudio de la rentabilidad podemos ya determinar la tasa de rentabilidad y el tiempo de amortización sin más que valorar cada una de las variables que entran en juego:

$$\begin{aligned} \text{Coste de la instalación solar: } & 90.990 \text{ €} \\ & = 277 \text{ €/m}^2 \cdot 320 + 2325 \text{ €} \end{aligned}$$

Mantenimiento de la instalación solar: 907 / año

Ahorro energía convencional: 662 € / año

Aumento de precios previsto para el combustible: 6.2 %

Inflación: 3.2 %

Interés bancario: 4.5 %

- Tasa interna de rentabilidad de 7 %.³
- Tiempo de amortización de 13 años.

3. COLECTORES CROMAGEN

	16	17	19	20	21
	Intensidad neta incidente, I (W/m ²)	Temperatura ambiente (°C)	Rendimiento colector(%)	Aportación solar (MJ/m ²)	Energía neta disponible al día (MJ/m ²)
Enero	287,169686	9,4	15,5	1,3	1,2
Febrero	377,389809	9,9	31,4	3,8	3,5
Marzo	457,904355	12,3	42,4	6,3	5,7
Abril	514,395753	14,6	48,7	8,6	7,7
Mayo	543,746525	17,7	53,3	9,9	8,9
Junio	556,123291	21,6	57,5	10,9	9,8
Julio	571,506432	24,4	60,5	11,8	10,7
Agosto	542,143565	24,2	59,4	11,0	9,9
Septiembre	533,45891	21,7	56,6	9,8	8,8
Octubre	481,238591	17,5	49,7	7,8	7,0
Noviembre	349,379253	13,5	32,8	3,3	2,0
Diciembre	310,210837	10,2	21,6	1,8	0,8

Tabla 19.- Cálculo de energía neta disponible al mes por m² de superficie colectora.

SUPER	250	260	270	280	290	300	310	320	330
I(s) idea	112.500	117.000	121.500	126.000	130.500	135.000	139.500	144.000	148.500
L(s)	6.108	6.018	5.943	5.871	5.798	5.726	5.663	5.606	5.550
I(s) maxi	71575	74345	77115	79885	82655	85425	88195	90965	93735
I'(s) / n	3.579	3.717	3.856	3.994	4.133	4.271	4.410	4.548	4.687
M(s)	716	743	771	799	827	854	882	910	937
F(s)	34,32	35,29	36,09	36,87	37,65	38,43	39,11	39,72	40,32
L(s)	6.709	6.610	6.528	6.449	6.369	6.289	6.220	6.158	6.096
Ct	11.004	11.071	11.155	11.242	11.328	11.415	11.512	11.616	11.720

Tabla 20.- Cálculo del coste total anual en función de la superficie colectora en m².

³ Para una vida útil de 20 años.

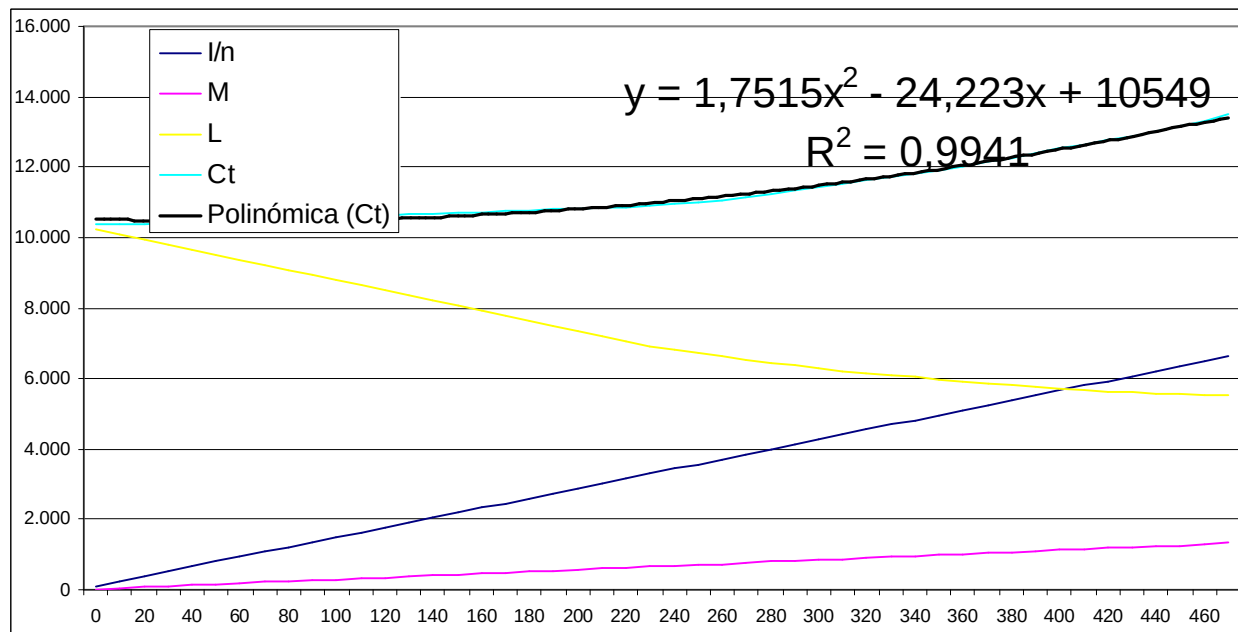


Fig 42.- Curvas del coste anual de inversión, mantenimiento, combustible auxiliar y total, en función de la superficie de la instalación.

	22	23	24	24	25
	Energía neta disponible al mes (MJ/m ²)	Energía neta total (MJ)	Energía neta total <= que demanda (MJ)	% de sustitución	Déficit energético (MJ)
Enero	35,8	10.749	10.749	18,6	46.991
Febrero	96,7	29.008	29.008	57,7	21.249
Marzo	175,7	52.697	52.697	98,4	844
Abril	231,5	69.455	69.455	92,0	6.004
Mayo	276,5	82.951	82.951	100,0	0
Junio	295,1	88.515	76.999	100,0	0
Julio	330,2	99.048	80.781	100,0	0
Agosto	307,1	92.115	69.620	100,0	0
Septiembre	264,3	79.292	79.292	100,0	0
Octubre	216,4	64.916	64.916	100,0	0
Noviembre	60,0	18.000	18.000	36,7	31.087
Diciembre	24,8	7.440	7.440	13,4	48.201
	2.314	694.187	641.908		154.375

Tabla 21.- Energía neta total y déficit energético.

El ahorro energético anual será:

$$694.187 - 154.375 = 539.812 \text{ MJ} = 149.947 \text{ kW}\cdot\text{h}$$

que si se considera el rendimiento de la instalación, se tiene el valor:

$$149.947 \text{ kW}\cdot\text{h} / 0,90 = 166.608 \text{ kW}\cdot\text{h}$$

y en términos económicos equivale a 6089 € / año.

Siguiendo las expresiones del apartado estudio de la rentabilidad podemos ya determinar la tasa de rentabilidad y el tiempo de amortización sin más que valorar cada una de las variables que entran en juego:

Coste de la instalación solar: 85.425 €
= $277 \text{ €/m}^2 \cdot 300 \text{ m}^2 + 2325 \text{ €}$
Mantenimiento de la instalación solar: 854 €
Ahorro energía convencional: 6089 € / año
Aumento de precios previsto para el combustible: 6.2 %
Inflación: 3.2 %
Interés bancario: 4.5 %

- Tasa interna de rentabilidad de 8 %. ⁴
- **Tiempo de amortización de 13 años.**

3.1.4.-ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Una vez hechos los cálculos para todas las instalaciones propuestas se llega a las siguientes conclusiones:

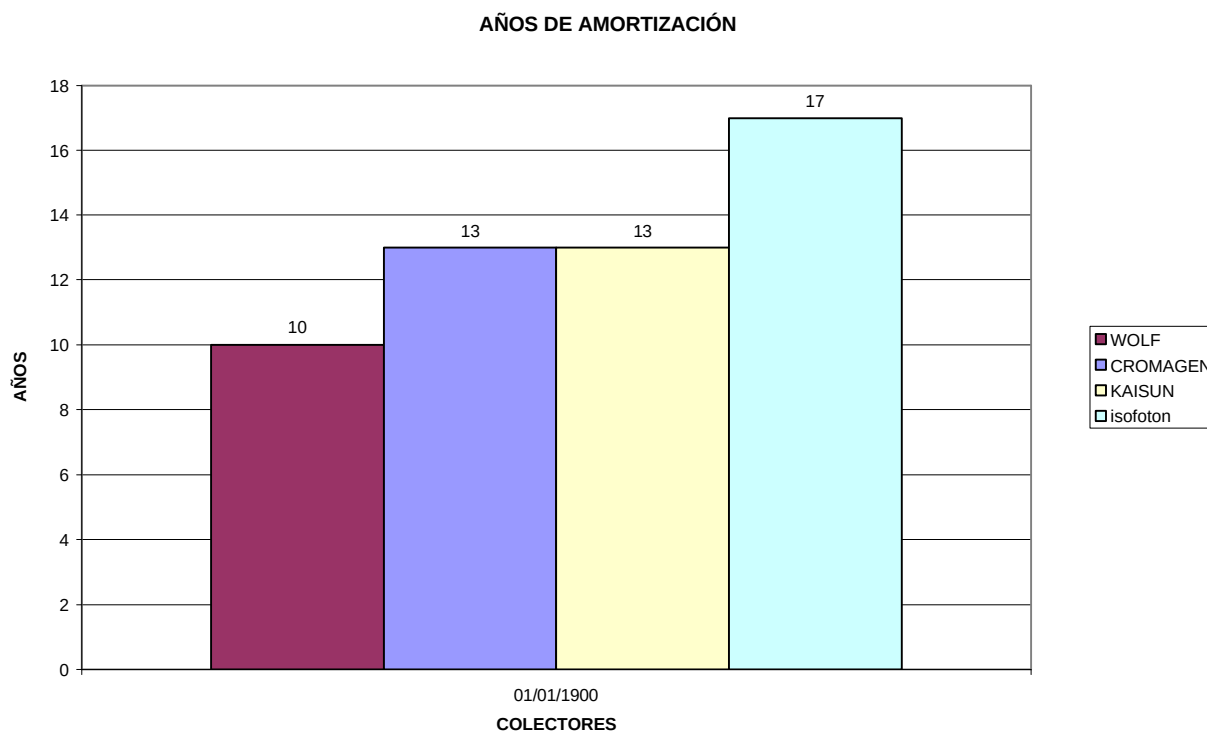
A medida que aumentamos el tamaño de la instalación el coste de la instalación no lo hace en la misma magnitud. Esto es debido, como ya dijimos, a que parte de los componentes del sistema son los mismos o varían sólo en una ligera proporción, con lo que el coste de aumentar el tamaño de la instalación repercute casi exclusivamente en el coste de los colectores adicionales y en el aumento del depósito de acumulación.

El tiempo de amortización de todas las posibles instalaciones ronda los entre los 10 y los 17 años, si bien la rentabilidad de cada una de ellas varía ligeramente. De lo dicho anteriormente se observa que la rentabilidad aumenta progresivamente hasta un máximo, alcanzado con las instalaciones placas wolf i cromagen.

⁴ Para una vida útil de 20 años.

Ello se debe a que a partir de la instalación cromagen ya influye de forma decisiva lo que influye es la diferencia de rendimiento de las diferentes placas, al tener menor rendimiento esto hace que hayan mas placa por tanto mas costes de instalación y manteniendo.

Los resultados de cada una de las instalaciones son los siguientes:



Como ya dijimos uno de nuestros objetivos es hallar la instalación solar que mayor rentabilidad económica pueda proporcionarnos, con este principio pues deberemos considerar las opciones de las instalación de placas wolf..

Una vez elegida la solución, vamos a realizar todos los cálculos correspondientes a dicha instalación, comenzando por su superficie de captación.

La instalación se compone teóricamente de 238.5 m^2 de superficie colectora, pero dicho tamaño no es compatible con el de nuestros colectores. Hay que buscar el tamaño más próximo a este capaz de ser provisto a partir de un número determinado de colectores y que formen el campo correspondiente mediante un sencillo modelo de conexión.

La superficie con la que podemos lograr ambos objetivos y más próxima a la teórica calculada es la de 240 m^2 o sea 120 colectores.

El balance energético para nuestra superficie final es el de la tabla:

	Energía neta disponible al mes (MJ/m ²)	Energía neta total (MJ)	Energía neta total <= que demanda (MJ)	% de sustitución	Déficit energético (MJ)
Enero	102,9	24.688	24.688	42,8	33.053
Febrero	164,4	39.454	39.454	78,5	10.803
Marzo	246,2	59.077	59.077	100,0	0
Abril	299,0	71.770	71.770	95,1	3.689
Mayo	339,7	81.530	81.530	100,0	0
Junio	348,1	83.535	76.999	100,0	0
Julio	378,9	90.944	80.781	100,0	0
Agosto	356,1	85.455	69.620	100,0	0
Septiembre	314,2	75.405	75.405	100,0	0
Octubre	276,3	66.308	66.308	100,0	0
Noviembre	60,0	14.400	14.400	29,3	34.687
Diciembre	24,8	5.952	5.952	10,7	49.689
	2910,5	698.517	665.984		131.920

La conexión se realizará con cuatro filas de treinta módulos cada uno, procurando que el circuito hidráulico esté equilibrado en todo momento.

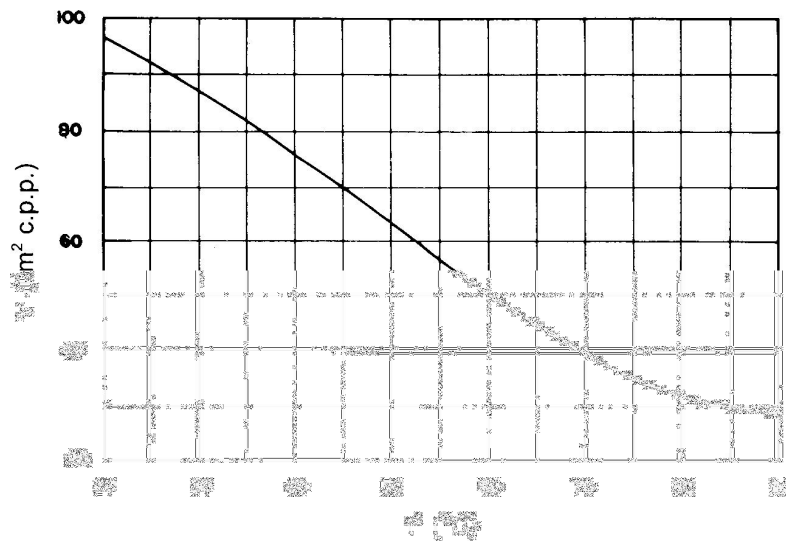
3.1.5.-SUBCONJUNTO DE ALMACENAMIENTO

El volumen de acumulación se puede calcular siguiendo varios criterios.

En función de la superficie captadora. Se suele tomar como valor óptimo en torno a 70 l por m² de superficie captadora.

Tomando este criterio obtendríamos un volumen de acumulación de $70 \text{ l/m}^2 \cdot 240 \text{ m}^2 = 16800 \text{ l}$

En función de la temperatura de utilización requerida. Se puede seguir el siguiente gráfico para determinarlo:



Con este criterio también se llega a un valor de 15000 l

En función del desfase entre captación, almacenamiento y consumo. Así, para una coincidencia entre periodos de captación y consumo se toman valores entre 35 y 50 l/m². Para desfases, no superiores a 24 horas, se toman valores entre 60 y 90 l/m². Finalmente, para períodos superiores a 24 horas e inferiores a 72 se toma un volumen comprendido entre 75 y 150 l/m².

En nuestro caso el valor óptimo estaría entre los 50l/m², por haber coincidencia en algunas horas entre aporte y consumo, y los 70 l/m². Con estas premisas los volúmenes de almacenamiento que resultan se sitúan entre los 12000 l y 16800 l.

Volumen de agua consumido diariamente, que es de 28400 l.

De todo lo anterior se ha decidido que la mejor opción es la de instalar un volumen total de acumulación de 15000 litros, formado por tres depósitos de 5000 litros cada uno.

3.1.6.- SUBCONJUNTO DE TERMO TRANSFERENCIA

3.1.6.1 Intercambiador

Para la superficie intercambiadora se suele buscar que ésta esté comprendida entre 1/5 y 1/4 de la superficie útil de los colectores. En nuestro caso al tener finalmente una superficie captadora útil de 240 m², el intercambiador deberá tener una superficie que esté comprendida entre 48 y 60 m².

El intercambiador estará diseñado por el fabricante del deposito, en nuestro caso

3.1.6.2 .-Fluido calo portador

El fluido calo portador deberá ser capaz de soportar sin congelarse una temperatura 5 °C menor que la mínima histórica que haya sido registrada en la zona. Así, para la provincia de Barcelona la mínima histórica es de -8 °C, por lo que deberemos calcular la cantidad de anticongelante para -13 °C. A partir de las curvas de congelación podemos hallar la proporción en volumen de propilenglicol (también llamado glicol propilénico) o etilenglicol necesarias.

Si usamos propilenglicol el porcentaje necesario de éste es del 27%, mientras que si usamos etilenglicol el porcentaje de anticongelante se reduce a un 23%.

3.1.6.3.- Conducciones

El caudal recomendado en el circuito primario por el fabricante de los colectores es de entre 100 y 150 litros hora por colector, por lo que tomaremos como referencia el valor 150 l/hora·colector.

Como cabe esperar, el caudal dependiendo del tramo en que nos encontremos, variará en los siguientes términos:

- Para los tramos 1 tendremos un caudal de 10800 l / h
(120 colectores ·90 l/hora·colector)
- Para los tramos 3 tendremos un caudal de 8100 l / h
(90 colectores ·90 l/hora·colector)
- Para los tramos 5 tendremos un caudal de 5400l / h

(60 colectores ·90 l/hora·colector)

- Para los tramos 8,7,6,4,2 tendremos un caudal de 2700 l/h
(30 colectores ·90 l/hora·colector)

La definición de cada uno de los tramos se puede contemplar en el apartado de planos.
El diámetro de tubería se calculará para cada uno de los tramos mediante la fórmula:

$$D = j \cdot C^{0,35}$$

Donde:

D es el diámetro de la tubería en cm

C es el caudal en m³/h

J vale 2,2 para tuberías metálicas

- Para los tramos 1 , el diámetro mínimo interior que resulta es de 5,05 cm, que correspondería según la UNE 37.141-76 a una tubería de diámetro interior de 61 mm diámetro exterior de 63 mm.
-
- Para los tramos 3, el diámetro mínimo interior que resulta es de 4,54 cm, , que correspondería según la UNE 37.141-76 a una tubería diámetro interior de 52 mm y de diámetro exterior de 54 mm
- Para los tramos 5, el diámetro mínimo interior que resulta es de 3,96 cm, , que correspondería según la UNE 37.141-76 a una tubería diámetro interior de 40 mm y de diámetro exterior de 42 mm

- Para los tramos 8,7,6,4,2 el diámetro mínimo interior que resulta es de 3,11 cm, que correspondería según la UNE 37.141-76 a una tubería diámetro interior de 33 mm y de diámetro exterior de 35 mm

TRAMO	Número	Longitud	Caudal	Diámetro exterior
1	120	15	10800	63
2	30	15	2700	35
3	90	6	8100	54
4	30	15	2700	35
5	60	6	5400	42
6	30	15	2700	35
7	30	6	2700	35
8	30	15	2700	35

Tabla

3.1.6.4.- Bombas de circulación

Para la elección de la bomba de circulación hay que calcular previamente las pérdidas de carga en el circuito, a saber de, las tuberías, accesorios, campo de colectores e intercambiador.

La pérdida que se produce en las tuberías se puede hallar en la gráfica correspondiente a las pérdidas por rozamiento (en mm.c.a por m) para tubería de cobre, en función del caudal y del diámetro interior.

Número tramo	Velocidad	Diámetro interior	mm.c.a. / m	mm.c.a.	mm.c.a.acumulado
1	1,03	61	18,60	278,96	278,96
2	0,88	33	28,45	426,76	705,72
3	1,06	52	23,75	142,53	848,24
4	0,88	33	28,45	426,76	1.275,00
5	1,19	40	40,24	241,43	1.516,43
6	0,88	33	28,45	426,76	1.943,19
7	0,88	33	28,45	170,70	2.113,90
8	0,88	33	28,45	426,76	2.540,65

La velocidad del fluido en cada uno de los tramos se calcula a partir de la ecuación:

$$v = C / \pi R^2$$

El valor máximo que se obtiene es de 1,19 m/s.

Las pérdidas debidas a accesorios se calculan a partir de los respectivos coeficientes k. En el circuito primario tenemos la siguiente relación de puntos de pérdidas localizadas:

Número tramo	Nº válv. retención	Nº codos	Nº T90	Nº válvulas esfera	Longitud	Total tramo
1	1	4	1	1	18,3	340,327338
2	0	8	31	0	55,12	1568,19504
3	0	8	1	2	15,6	370,572463
4	0	3	31	0	50,12	1425,94223
5	0	8	1	2	12,43	500,168955
6	0	3	30	0	48,6	1382,69737
7	0	8	30	2	54,52	1551,12471
8	0	30	31	0	77,12	2194,10743
total						9333,13554

Y la pérdida de carga valdrá $v^2/2g \cdot \Sigma K = 9333,13\text{mm c.a}$

En el campo de colectores las pérdidas se pueden estimar siguiendo la fórmula:

$$\Delta p_{\text{colectores}} = \Delta p_1 \cdot N \cdot (N + 1) / 4$$

Donde:

Δp_1 la pérdida de carga en un colector para el caudal dado

N el número de colectores en paralelo

Con los datos suministrados por el fabricante, para el caudal de 90 l/h, la pérdida de carga en un colector es de 15 mm.c.a.

En una fila de colectores la pérdida será de 450mm c.a, y en el conjunto del campo de colectores, formado por cuatro filas, la pérdida total será de $4 \cdot 450 = 1800 \text{ mm.c.a}$

La pérdida en el intercambiador suministrada por el fabricante es de 150 mm c.a, al haber tres ínter acumuladores la pérdida total será el doble, es decir 450 mm c.a.

Por lo tanto la pérdida total de presión que debe de soportar el circulador es:

- De las conducciones: 2.540,65 mm c.a
- De los accesorios: 9333 mm c.a
- De los colectores: 1800 mm c.a
- Del Intercambiador: 450 mm.c.a

Lo que da un valor aproximado de 14123 mm c.a

El electrocirculador que elijamos deberá ser capaz de suministrar esta caída de presión con un margen suficiente, en torno del 20%, para prevenir futuras pérdidas de rendimiento del mismo. Es decir, deberá proveer una presión de al menos 16,9 m c.a, para un caudal de 10 m³ / h.

3.1.6.5.-Vaso de expansión

El volumen del depósito de expansión, V, se calcula a partir de la expresión:

$$V = V_T \cdot (0,2 + 0,01 \cdot h)$$

Donde:

V_T es el volumen total del circuito primario

h es la diferencia de alturas, en metros, entre el punto más alto del campo de colectores y el depósito de expansión.

La capacidad de líquido calo portador por colector, según el fabricante, es de 1 l. Como la densidad para nuestra temperatura de trabajo del fluido calo portador es de 1,01 g/cm³, el volumen por colector que resulta es de 1,01 litros.

El volumen del resto del circuito primario se calcula mediante la ecuación:

$$\Sigma \pi \cdot (\phi / 2)^2 \cdot l$$

Donde:

ϕ es el diámetro de la tubería para cada tramo

l es la longitud de tubería de cada tramo

Diámetro	Longitud	Volumen unitario	Volumen total
42	66	1,15	75,9
54	12	2,03	24,36
63	15	3,09	46,35
		Total	146,61

O lo que es lo mismo 146, litros

El volumen total del circuito primario, V_T , es

$$120 \cdot 1.01 + 146 = 267,2 \text{ litros}$$

Como situaremos el depósito de expansión en la zona más baja del circuito de retorno del primario, la altura h valdrá: $2 \cdot \text{sen } 45^\circ = 1,4 \text{ m}$, más 3 m correspondientes a la altura entre ambos pisos.

De cuanto antecede se puede, por tanto, calcular el volumen del depósito:

$$V = 267,2 \cdot (0,2 + 0,01 \cdot 4,4) = 65,19 \text{ litros.}$$

3.1.7.-ESTRUCTURA SOPORTE

Para hallar la resistencia a la que debe de hacer frente la estructura es necesario calcular antes todas y cada una de las fuerzas que entran en juego, al ser las debidas al viento, y al peso de la propia estructura y colectores.

La fuerza del viento que actúa sobre un colector es calculada mediante la fórmula:

$$f = p \cdot S \cdot \text{sen } \alpha$$

Donde:

f es la fuerza del viento que incide perpendicularmente a la superficie vertical $S \cdot \text{sen } \alpha$

p es la presión frontal del viento y que es función de la velocidad del mismo.

S es la superficie del colector

α es el ángulo de inclinación del colector con la horizontal

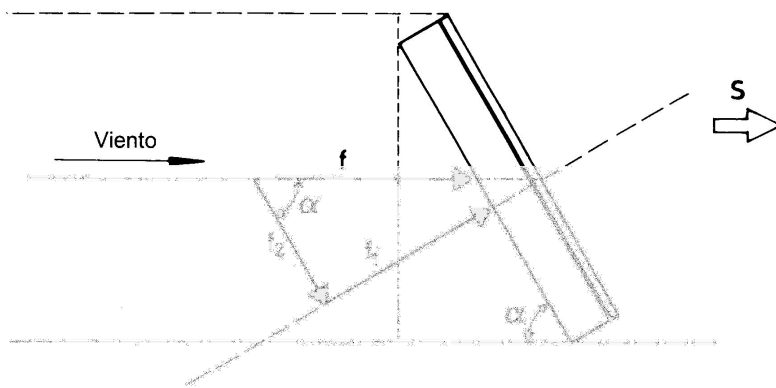


Fig 51.- Conjunto de fuerzas aplicadas sobre el colector por la acción del viento

Para hallar su valor, se supone una velocidad máxima de 120 km/h, lo que equivale a una presión frontal del viento de unos 700 N/m².

Con lo que:

$$f = 700 \text{ N/m}^2 \cdot 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{sen } 45^\circ$$
$$f = 1237 \text{ N}$$

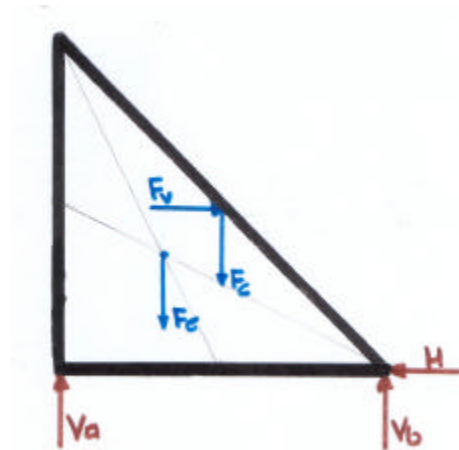
Al estar sustentado por cuatro apoyos, la fuerza en cada una de ellas es de 309 N.

El esfuerzo mayor que ofrecen los colectores tiene lugar cuando éstos estén llenos de fluido. El peso del colector lleno dado por el fabricante, de 48, 4 kg, o lo que es lo mismo, 474 N.

El esfuerzo por apoyo es de 118,5 N

El peso de la estructura se puede valorar aproximadamente en la mitad que el de los colectores, por lo que tendremos un esfuerzo por apoyo de 59,2 N

La estructura se representa en la figura 52, donde se tiene que:



F_v es la fuerza del viento

F_c el peso del colector

F_e el peso de la estructura

V_a y V_b las reacciones verticales en los apoyos

H la reacción horizontal en cada uno de los apoyos

Fig 52

Las leyes de Newton establecen que:

$$\Sigma F_{\text{horizontales}} = 0$$

$$H = F_v = 309 \text{ N}$$

$$\Sigma M_{\text{pto B}} = 0$$

$$V_a \cdot L = F_e \cdot 0,71 \cdot L + F_c \cdot L/2 - F_v \cdot L/2$$

$$V_a = F_e \cdot 0,71 + F_c / 2 - F_v / 2$$

$$V_a \cong 256 \text{ N}$$

$$V_b \cong 256 \text{ N}$$

A su vez:

$$M_{\text{pto A}} = 25 \text{ N}$$

$$M_{\text{pto B}} = 304 \text{ N}$$

Otro aspecto a tener en cuenta es al separación entre las filas de los colectores. Para ello buscamos el día más desfavorable, es decir cuando el sol está más bajo sobre el horizonte. Al ser una instalación que funciona durante todo el año, el día más desfavorable corresponde con el 21 de Diciembre, donde al mediodía la altura solar vale:

$$h_0 = 90^\circ - \text{Latitud} - 23,5^\circ$$

Y como nuestra latitud es de $43,4^\circ$, tenemos que :

$$h_0 = 90^\circ - 43,4^\circ - 23,5^\circ$$

$$h_0 = 23,1^\circ$$

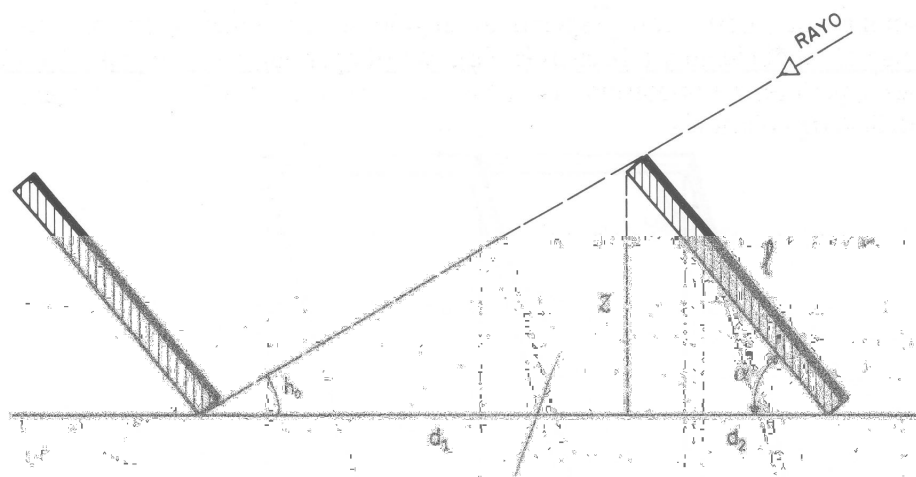


Fig 53

La distancia entre colectores es d y vale:

$$d = d_1 + d_2 = l (\sin \alpha / \tan h_0 + \cos \alpha)$$

Donde:

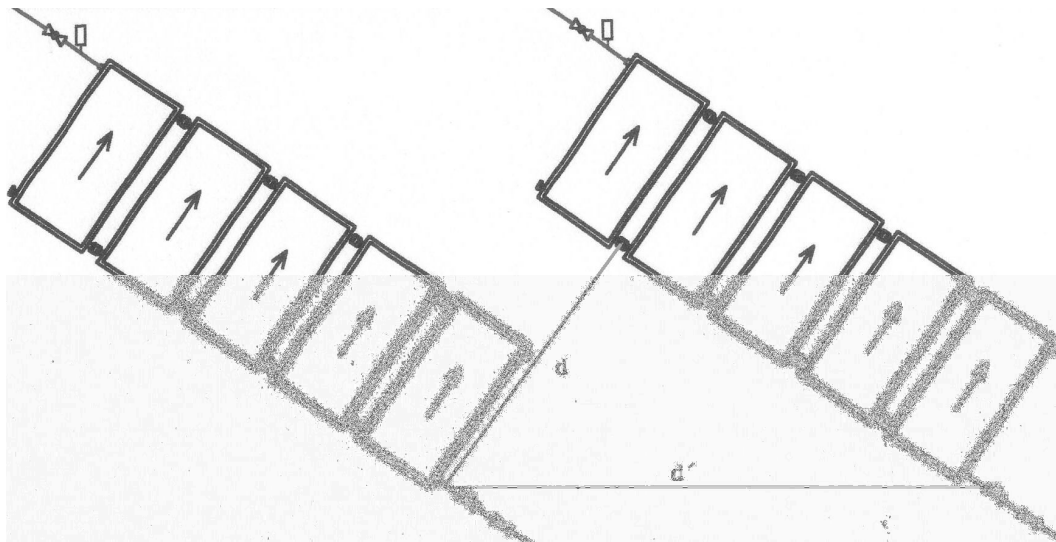
l es la longitud del colector e igual a 2 m

α es la inclinación del colector e igual a 45°

h_0 es la altura solar mínima y que calculamos anteriormente, $23,1^\circ$, ya calculada en la fórmula anterior Con estos datos se determina la separación entre filas de colectores, d , ver fig 54 :

$$d = 2 \cdot (\sin 45^\circ / \tan 23,1^\circ + \cos 45^\circ)$$

$$d = 4,73 \text{ m}$$



a. Fig 54

Dada la peculiar posición del campo de colectores también es interesante calcular la distancia d' , correspondiente a la separación entre colectores tomando como referencia el contorno de la terraza, por lo que se cumple:

$$d = d' \cdot \cos 35^\circ$$

Resultando finalmente , para d' el valor de

$$d' = d / \cos 35^\circ = 5,77 \text{ m}$$

En la práctica se toman 6 m, garantizando de este modo el conveniente margen de seguridad.

3.1.8.-ESTUDIO ECONÓMICO

Para evaluar la rentabilidad de la instalación deberemos analizar varias variables económicas como son el tiempo de retorno del capital, la tasa de rentabilidad interna (TIR) o el valor actual neto (VAN).

Lo primero que hay que cuantificar es el valor de la instalación, en nuestro caso al haber ya un sistema convencional en funcionamiento el cual vamos a sustituir por el solar, hemos de tomar como inversión diferencial el total del coste de la instalación solar ' C '.

A ello hay que añadir el coste que produce el mantenimiento de la instalación ' M ', como el mantenimiento de la misma engloba bastantes aspectos tales como la reposición del anticongelante, reparaciones de piezas etc, suele ir sujeto a un contrato de mantenimiento, el cual puede aproximarse al 1 del valor total de la instalación.

Por último hay que calcular el ahorro energético anual producido al introducir la instalación solar ' A ', y que es el responsable de que, con el paso de los años recuperemos la inversión realizada. A estos valores fijos y conocidos de antemano hay que añadir otros que, si bien con el paso del tipo fluctúan, deberemos suponerlos constantes para realizar el análisis de rentabilidad. Estos son:

- El incremento del coste del combustible sustituido ' c '.

- El incremento del coste del mantenimiento, valorado por el índice de inflación anual 'i'
- El interés bancario 'e'

Lo habitual en una instalación solar es realizar el primer desembolso para el total de la inversión y, en periodos sucesivos, obtener unos beneficios fruto del aporte solar. Estos beneficios serán el equivalente económico del ahorro energético provocado por la instalación, teniendo en cuenta el coste de la generación de esta misma energía con el sistema de apoyo.

Si a este beneficio anual se sustrae el coste de mantenimiento de la instalación, se obtiene el beneficio neto anual, en función del cual se plantea el análisis de rentabilidad de la inversión. Así, teniendo en cuenta una vida útil de la instalación de "n" años, el beneficio actualizado al presente o también denominado VAN nos viene dado por la expresión:

$$B = A \cdot \sum [(1 + c) / (1 + e)]^t - M \cdot \sum [(1 + i) / (1 + e)]^t - C$$

En donde:

B es el beneficio neto o VAN

A es el ahorro de combustible

M es el coste de mantenimiento

C es el coste de inversión

c es e incremento de combustible

e es el interés bancario

i es la inflación

t es el tiempo en años

Evidentemente el valor del VAN de los años iniciales será negativo, lo que significa que aún no hemos recuperado la inversión. Llegará un instante en que B se anula, a ese valor de t se le denomina tiempo de retorno de la inversión. A partir de ese momento la instalación estará amortizada y en los sucesivos años todo el ahorro producido será el beneficio neto producido por la misma. En este sentido, la instalación más interesante será la que menor periodo de retorno tenga.

La tasa interna de retorno TIR es aquel interés que hace nulo el VAN. Es decir, es un interés bancario que hace rentabilizar la inversión al cabo de n años, al mismo beneficio por intereses que la instalación solar por aporte de energía térmica.

La tasa interna de retorno siempre deberá ser superior a la tasa de interés bancario. La instalación será tanto más rentable cuanto mayor sea el TIR. En ocasiones se realizan diferentes estudios en paralelo sobre distintas soluciones (diferentes equipamientos o, incluso diferente superficie captadora), siendo la que mayor rentabilidad ofrece la de produce un mayor TIR.

En el caso de que el propietario reciba algún tipo de subvención por parte de terceros, el valor de la inversión realizada será el presupuesto menos el montante de la subvención recibida. Este hecho favorece la rentabilidad de las instalaciones aumentando su TIR y reduciendo su periodo de amortización.

Los valores tomados en nuestro proyecto son los siguientes:

- Ahorro de combustible

El ahorro teórico anual es de 184.996 kWh, pero en la realidad gastaríamos más debido a que la eficiencia de la caldera no es del 100%, considerando el rendimiento óptimo dado por el fabricante del 90 % obtendremos un ahorro neto anual de 205.551 kWh.

La energía sustituida es el gas natural, la Comisión Nacional de la Energía (CNE) en el boletín referente a gas natural para consumidores con presión de suministro menor de 4 bar y más de 100.000 kW·h/año, establece un coste fijo de 59,17€/cliente mes y un coste variable de 0,022911 €/kW·h.

Por lo tanto, el ahorro económico anual en euros es:

$$12 \text{ meses} * 59,17 \text{ € / mes} + 205.551 \text{ kW}\cdot\text{h} * 0,022911 \text{ € / kW}\cdot\text{h} = 6.287 \text{ €}$$

Añadiendo el IVA obtenemos, finalmente, 7292 € al año de ahorro económico como resultado de la reducción del consumo de combustible que comporta la instalación sola.

- Coste de inversión

El coste de inversión es de 68805euros, y un desglose se indica en el apartado de presupuestos.

- Coste de mantenimiento

Se consideró el coste de mantenimiento anual igual al 1% del total de la inversión, es decir unos 688,05 euros al año.

- Incremento precio del combustible

Tomando como referencia los datos de la comisión nacional de la energía se ha tomado un valor de 6,2% para el aumento anual en el precio del gas natural.

- Inflación

La tendencia de los últimos años y actual en el índice de precios al consumo, según el Banco de España, es de un 3,2%

- Interés financiero

El interés financiero, según el Banco de España, para pequeño capital por parte de bancos y cajas de ahorro, se sitúa entorno al 4,5%.

El tiempo o vida útil de la instalación se ha estimado en 20 años.

Con todos estos datos el tiempo de retorno y la rentabilidad de la instalación al cabo de los 20 años, sin tomar en consideración ningún tipo de ayuda o subvención, son los siguientes.

Tiempo de retorno: 10 años

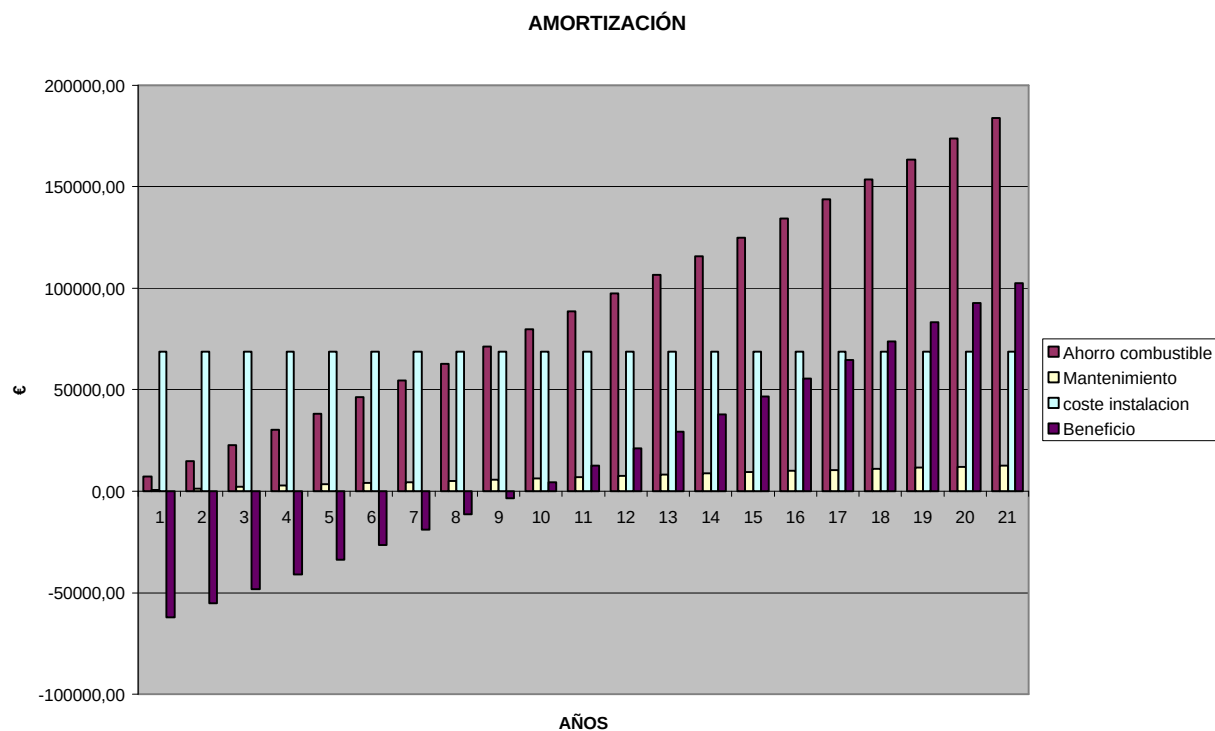
T.I.R: 11 %

VAN a los 20 años, aproximadamente, de 92622,87 €

En la tabla 41 podemos observar el valor anual de cada una de las variables que entran en juego para el cálculo del VAN, TIR y del tiempo de retorno.

AÑO	Ahorro combustible	Mantenimiento	coste instalación	Beneficio
1	7410,99	679,49	68805,00	-62073,50
2	14942,55	1350,53	68805,00	-55212,98
3	22596,62	2013,22	68805,00	-48221,59
4	30375,22	2667,66	68805,00	-41097,45
5	38280,35	3313,97	68805,00	-33838,62
6	46314,09	3952,23	68805,00	-26443,14
7	54478,52	4582,56	68805,00	-18909,04
8	62775,76	5205,04	68805,00	-11234,28
9	71207,99	5819,78	68805,00	-3416,79
10	79777,39	6426,87	68805,00	4545,52
11	88486,19	7026,41	68805,00	12654,79
12	97336,67	7618,49	68805,00	20913,19
13	106331,13	8203,20	68805,00	29322,93
14	115471,92	8780,64	68805,00	37886,27
15	124761,40	9350,90	68805,00	46605,50
16	134202,00	9914,07	68805,00	55482,94
17	143796,19	10470,22	68805,00	64520,96
18	153546,45	11019,46	68805,00	73721,99
19	163455,33	11561,87	68805,00	83088,46
20	173525,40	12097,53	68805,00	92622,87

Tabla 41



Este tipo de instalaciones pueden recibir las subvenciones que se indican en la ORDEN TRI/216/2004, de la Consejería de Industria, Comercio y Turismo, por la que se aprueban las bases que han de regir la convocatoria pública de subvenciones para programas de ahorro energético y uso de energías renovables en el año 2004..

Esta resolución especifica los distintos tipos de instalaciones que pueden acceder a este tipo de ayudas, más específicamente en el apartado cuarto, actuaciones concretas objeto de subvención.

En su apartado B1, la aplicación solar térmica activa incluye aquellas instalaciones para aprovechamiento de la energía solar mediante paneles solares térmicos para producción de agua caliente, calefacción y climatización, entre las que se encuentra nuestra instalación.

Para este tipo de instalaciones la subvención puede ser de hasta 222 euros/m², en función del rendimiento del colector, con un máximo de 100.000 euros.

La cuantía también depende de otros factores como son la cantidad prevista por la administración central para dichas partidas así como la cantidad de solicitudes que se presenten a lo largo del año, con lo que hasta una vez pasado el plazo de inscripción no es posible indicar la cantidad exacta subvencionada. Una primera aproximación permite valorar la ayuda en 222 euros/m², lo que supondrá que la subvención total sería de 53280 euros, y la inversión por tanto igual a 15.525 euros.

En estas condiciones los tiempos de retorno, la TIR y el VAN serían los siguientes:

Tiempo de retorno igual a 3 años

T.I.R. del 46 %

VAN a los 20 años aproximadamente de 155270,74 €

Los cálculos anuales, al igual que en el caso anterior, se recogen en la tabla 42.

AÑO	Ahorro combustible	Mantenimiento	coste instalación	Beneficio
1	7410,99	153,32	15525,00	-8267,33
2	14942,55	304,73	15525,00	-887,18
3	22596,62	454,26	15525,00	6617,37
4	30375,22	601,93	15525,00	14248,29
5	38280,35	747,76	15525,00	22007,60
6	46314,09	891,77	15525,00	29897,32
7	54478,52	1034,00	15525,00	37919,52
8	62775,76	1174,45	15525,00	46076,31
9	71207,99	1313,16	15525,00	54369,83
10	79777,39	1450,14	15525,00	62802,24
11	88486,19	1585,42	15525,00	71375,77
12	97336,67	1719,02	15525,00	80092,66
13	106331,13	1850,95	15525,00	88955,18
14	115471,92	1981,24	15525,00	97965,67
15	124761,40	2109,92	15525,00	107126,48
16	134202,00	2236,99	15525,00	116440,02
17	143796,19	2362,48	15525,00	125908,71
18	153546,45	2486,41	15525,00	135535,04
19	163455,33	2608,79	15525,00	145321,53
20	173525,40	2729,66	15525,00	155270,74

Tabla 42

3.2.-PREVISIÓN DE CARGAS

La previsión de cargas según MIE-BT 10 sera como minimo de 100 W por metro cuadrado en caso de industrias.

Para el caso de garajes sera 10 w por metro cuadrado en el caso de aparcamientos con ventilación natural y de 20 w para ventilación forzada.

Según RBT nuestra previsión de cargas seria :

PLANTA	SUPERFICIE	W/M^2	TOTAL
-2	1617,7	20	32354
-1	1617,7	20	32354
BAJA	3626,61	125	453326,25
1	2660,11	125	332513,75
2	1372,78	125	171597,5
3	1372,78	125	171597,5
4	1372,78	125	171597,5
5	359,72	125	44965
		TOTAL SEGÚN RBT	1.410.306

PREVISIÓN
HOTEL

1.714.357

La potencia realmente instalada según cálculos pertinentes sera de 1.714.357 w.

Ya que las necesidades de potencia de nuestro hotel seran superiores a las minimas exigidas por el reglamento.

En caso de fallo total o parcial del suministro quedaran cubiertas el 60 % de las instalaciones. Esto se hará con un grupo electrógeno de 800 Kva.

Previsión de carga instalada:

Potencia instalada con suministro de reserva.

SUBTERRÁNEO

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	POTENCIA
SUBQUA PARKING	7740	1	1	7740
ALUMBRADO ESCALERAS ALMACENES	36	12	0,7	302,4
BOMBAS AGUA FRÍA	2800	1	1	2800
			TOTAL PLANTA	10842,4

PLANTA BAJA

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	POTENCIA
SUBQUA bar	14875	1	1	14875
SUBQUA SALA DE ESTAR hall RECEPCIÓN	29200	1	1	29200
SUBQUA TIENDA SALA 1,2,3	9489	1	1	9489
SUBQUA BAÑOS	630	1	1	630
SUBQUA COCINA	72675	1	1	72675
SUBQUA COMEDOR 1Y 2	5318,75	1	1	5318,75
SUBQUA ZONA PERSONAL Y ADMINISTRACIÓN	15879	1	1	15879
SUBQUADRO FAN-OILS	10000	1	1	10000
SUBQUA SALA CONFERENCIAS	12200,9	1	1	12200,9
			TOTAL PLANTA	170267,65

PLANTA 1ª

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	POTENCIA
SUBQUA HABITACIÓN NORMAL	1012,5	35	1	35437,5
SUBQUA HABITACIÓN SUITE	1912,5	2	1	3825
PASILLO Y SALA ESTAR	60	20	0,6	720
ESCALERAS	60	2	0,8	96
SUBQUA SALA REUNIONES 1	12570	1	1	12570
SUBQUA SALA REUNIONES 2	5550	1	1	5550
SUBQUA SALA REUNIONES 3	3984	1	1	3984
SUBQUA SALA REUNIONES 4	9495	1	1	9495
SUBQUA SALA REUNIONES 5	3823,5	1	1	3823,5
SUBQUA GIMNASIO	3350	1	1	3350
SUBQUA SALA CONFERENCIAS	12200,9	1	1	12200,9
SUBQUA BAÑOS	630	1	1	630
			TOTAL PLANTA	91681,9

PLANTA 2ª

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	POTENCIA
SUBQUA HABITACIÓN NORMAL	1012,5	35	1	35437,5
SUBQUA HABITACIÓN SUITE	1412,5	2	1	2825
PASILLO	60	18	0,7	756
ESCALERAS	60	3	0,9	162
TOTAL PLANTA				39180,5

PLANTA 3º

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	POTENCIA
SUBQUA HABITACIÓN NORMAL	3137,5	35	1	109812,5
SUBQUA HABITACIÓN SUITE	1912,5	2	1	3825
PASILLO	60	18	0,7	756
ESCALERAS	60	3	0,9	162
TOTAL PLANTA				114555,5

PLANTA 4ª

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	POTENCIA
SUBQUA HABITACIÓN NORMAL	1012,5	35	1	35437,5
SUBQUA HABITACIÓN SUITE	1912,5	2	1	3825
PASILLO	60	18	0,7	756
ESCALERAS	60	3	0,9	162
TOTAL PLANTA				40180,5

PLANTA 5ª

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	POTENCIA
AIRE ACONDICIONADO	232000	1	1	232000
ASCENSORES	18500	4	1	74000
BOMBAS AGUA CALIENTE	2800	1	1	2800
TOTAL PLANTA				308800

Total 605.241

SUBQUADROS SUMINISTRO DE RESERVA:

SUBQUA HABITACIÓN NORMAL

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
ALUMBRADO	150	2	1	0,5	150
TOMAS CORRIENTE	3450	1	1	0,25	862,5
				TOTAL	1012,5

SUBQUA HABITACIÓN SUITE

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
ALUMBRADO	150	4	1	0,5	300
TOMAS CORRIENTE	1000	3	1	0,25	750
TELEVISIÓN	3450	1	1	0,25	862,5
				TOTAL	1912,5

SUBQUA SALA REUNIONES

1

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
ALUMBRADO	150	24	0,7	0,5	2520
TOMAS CORRIENTE	3450	2	0,5	0,25	3450
FAN-COLIS	2200	5	0,6	0,25	6600
				TOTAL	12570

SUBQUA SALA REUNIONES

2

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
ALUMBRADO	200	10	0,75	0,5	750
TOMAS CORRIENTE	3450	3	0,5	0,8	4140
FAN-COLIS	2200	2	0,6	0,25	660
				TOTAL	5550

SUBQUA SALA REUNIONES

3

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
ALUMBRADO	200	12	0,7	0,5	840
TOMAS CORRIENTE	3450	3	0,3	0,8	2484
FAN-COLIS	2200	2	0,6	0,25	660
TOTAL					3984

SUBQUA SALA REUNIONES

4

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
ALUMBRADO	200	12	0,7	0,5	1680
TOMAS CORRIENTE	3450	3	0,5	0,5	5175
FAN-COLIS	2200	2	0,6	0,25	2640
TOTAL					9495

SUBQUA SALA REUNIONES

5

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
ALUMBRADO	200	12	0,7	0,5	840
TOMAS CORRIENTE	3450	3	0,5	0,5	2587,5
FAN-COLIS	2200	2	0,6	0,15	396
TOTAL					3823,5

SUBQUA GIMNASIO

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
ALUMBRADO	100	7	0,7	0,5	245
TOMAS CORRIENTE	3450	3	0,6	0,5	3105
TOTAL					3350

SUBQUA SALA CONFERENCIAS

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
ALUMBRADO	3512	1	0,7	1	2458,4
TOMAS CORRIENTE	3450	9	0,5	0,5	7762,5
FAN-COLIS	2200	6	0,6	0,25	1980
TOTAL					12200,9

SUBQUA BAÑOS

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
ALUMBRADO	200	9	0,7	0,5	630
TOTAL					630

SUBQUA bar

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
ALUMBRADO	200	20	0,8	0,5	1600
TOMAS CORRIENTE	5400	2	1	0,75	8100
TOMAS CORRIENTE	3450	5	0,5	0,6	5175
TOTAL					14875

SUBQUA TIENDA SALA 1,2,3

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
ALUMBRADO	200	9	0,8	0,6	864
TOMAS CORRIENTE	3450	10	0,5	0,5	8625
		TOTAL			9489

SUBQUA SALA DE ESTAR hall RECEPCIÓN

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
ALUMBRADO	200	80	1	0,4	6400
TOMAS CORRIENTE	5400	7	0,5	0,75	14175
TOMAS CORRIENTE	3450	10	0,5	0,5	8625
				TOTAL	29200

SUBQUA ZONA PERSONAL Y ADMINISTRACIÓN

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
ALUMBRADO	60	30	0,7	0,4	504
TOMAS CORRIENTE	5400	5	0,5	0,5	6750
TOMAS CORRIENTE	3450	20	0,5	0,25	8625
				TOTAL	15879

SUBQUA COCINA

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
ALUMBRADO	200	20	0,8	0,5	1600
CÁMARAS	4000	5	1	1	20000
TOMAS CORRIENTE	5400	15	0,5	0,75	30375
TOMAS CORRIENTE	3450	20	0,5	0,6	20700
				TOTAL	72675

SUBQUA COMEDOR 1Y 2

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
ALUMBRADO	200	20	1	0,5	2000
TOMAS CORRIENTE	5400	5	0,3	0,25	2025
TOMAS CORRIENTE	3450	5	0,3	0,25	1293,75
				TOTAL	5318,75

SUBQUA PARKING

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
ALUMBRADO	200	20	0,7	0,5	1400
ALUMBRADO EMERGENCIA	100	32	1	0,25	800
VENTILADOR EXTRACTOR	3000	1	1	1	3000
VENTILADOR IMPULSIÓN	2200	1	1	1	2200
VENTILADORES ESCALERAS	1370	2	1	1	2740
MOTOR PUERTA ACCESO	3500	1	1	0,8	2800
				TOTAL	7740

La previsión con grupo electrógeno asciende a 605.241 w de potencia instalada.

PREVISIÓN SUMINSTRO NORMAL:

SUBTERRÁNEO

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	POTENCIA
SUBQUA PARKING	4940	1	1	4940
TOMAS CORRIENTE	3800	12	0,3	13680
ALUMBRADO ESCALERAS ALMACENES	36	12	0,7	302,4
RESERVA	10000	2	0,8	16000
			TOTAL PLANTA	34922,4

PLANTA BAJA

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	POTENCIA
SUBQUA bar	4087,5	1	1	4087,5
SUBQUA SALA DE ESTAR hall DECEPCIÓN	31900	1	1	31900
SUBQUA TIENDA SALA 1,2,3	14255	1	1	14255
SUBQUA BAÑOS	1390,5	1	1	1390,5
SUBQUA COCINA	6757,5	1	1	6757,5
SUBQUA COMEDOR 1Y 2	18425	1	1	18425
SUBQUA ZONA PERSONAL Y ADMINISTRACIÓN	62225	1	1	62225
SUBQUADRO FAN-OILS	10000	1	1	10000
SUBQUA SALA CONFERENCIAS	11125	1	1	11125
			TOTAL PLANTA	160165.5

PLANTA 1ª

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	POTENCIA
SUBQUA HABITACIÓN NORMAL	3137,5	35	1	109812,5
SUBQUA HABITACIÓN SUITE	1412,5	2	1	2825
OFFICE	3000	1	1	3000
PASILLO Y SALA ESTAR	60	20	0,6	720
ESCALERAS	60	1	0,8	48
TOMAS CORRIENTE	3500	17	0,3	17850
SUBQUA SALA REUNIONES 1	1293,75	1	1	1293,75
SUBQUA SALA REUNIONES 2	1293,75	1	1	1293,75
SUBQUA SALA REUNIONES 3	1552,5	1	1	1552,5
SUBQUA SALA REUNIONES 4	1293,75	1	1	1293,75
SUBQUA SALA REUNIONES 5	1293,75	1	1	1293,75
SUBQUA GIMNASIO	4828,75	1	1	4828,75
SUBQUA SALA CONFERENCIAS	11125	1	1	11125
SUBQUA BAÑOS	1390,5	1	1	1390,5
			TOTAL PLANTA	158327,25

PLANTA 2ª

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	POTENCIA
SUBQUA HABITACIÓN NORMAL	3137,5	35	1	109812,5
SUBQUA HABITACIÓN SUITE	1412,5	2	1	2825
OFFICE	3000	1	1	3000
PASILLO	60	18	0,7	756
ESCALERAS	60	3	0,9	162
TOMAS CORRIENTE	3500	8	0,3	8400
			TOTAL PLANTA	124955,5

PLANTA 3º

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	POTENCIA
SUBQUA HABITACIÓN NORMAL	3137,5	35	1	109812,5
SUBQUA HABITACIÓN SUITE	1412,5	2	1	2825
OFFICE	3000	1	1	3000
PASILLO	60	18	0,7	756
ESCALERAS	60	3	0,9	162
TOMAS CORRIENTE	3500	8	0,3	8400
			TOTAL PLANTA	124955,5

PLANTA 4ª

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	POTENCIA
SUBQUA HABITACIÓN NORMAL	3137,5	35	1	109812,5
SUBQUA HABITACIÓN SUITE	1412,5	2	1	2825
OFFICE	3000	1	1	3000
PASILLO	60	18	0,7	756
ESCALERAS	60	3	0,9	162
TOMAS CORRIENTE	3500	8	0,3	8400
			TOTAL PLANTA	124955,5

PLANTA 5ª

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	POTENCIA
AIRE ACONDICIONADO	232000	2	1	464000
ASCENSORES	18500	2	1	37000
RESERVA	40000	1	1	40000
			TOTAL PLANTA	541000

Total 1109116,2

SUBQUADROS SUMINISTRO NORMAL:

SUBQUA HABITACIÓN NORMAL

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
TOMAS CORRIENTE	3450	1	1	0,25	862,50
TELEVISIÓN	3450	1	1	0,25	862,50
FAN-COLIS	2200	1	1	0,25	550,00
NEVERA	3450	1	1	0,25	862,50
				TOTAL	3.137,50

SUBQUA HABITACIÓN SUITE

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
NEVERA	3450	1	1	0,25	862,50
FAN-COLIS	2200	1	1	0,25	550,00
				TOTAL	1.412,50

SUBQUA SALA REUNIONES1

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
TOMAS CORRIENTE	3450	3	0,5	0,25	1.293,75
				TOTAL	1.293,75

SUBQUA SALA REUNIONES2

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
TOMAS CORRIENTE	3450	3	0,5	0,25	1.293,75
				TOTAL	1.293,75

SUBQUA SALA REUNIONES3

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
TOMAS CORRIENTE	3450	3	0,3	0,5	1.552,50
				TOTAL	1.552,50

SUBQUA SALA REUNIONES4

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
TOMAS CORRIENTE	3450	3	0,5	0,25	1.293,75
		TOTAL	TOTAL	TOTAL	1.293,75

SUBQUA SALA REUNIONES5

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
TOMAS CORRIENTE	3450	3	0,5	0,25	1.293,75
				TOTAL	1.293,75

SUBQUA GIMNASIO

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
ALUMBRADO	200	7	0,7	0,5	490,00
TOMAS CORRIENTE	3450	7	0,5	0,25	3.018,75
FAN-COLIS	2200	4	0,6	0,25	1.320,00
				TOTAL	4.828,75

SUBQUA SALA CONFERENCIAS

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
TOMAS CORRIENTE	3450	10	0,5	0,5	8.625,00
RESERVA	5000	1	0,5	1	2.500,00
				TOTAL	11.125,00

SUBQUA BAÑOS

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
TOMAS CORRIENTE	3450	2	0,5	0,25	862,50
FAN-COLIS	2200	2	0,6	0,2	528,00
				TOTAL	1.390,50

SUBQUA bar

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
TOMAS CORRIENTE	3450	6	0,5	0,25	2.587,50
RESERVA	5000	1	0,3	1	1.500,00
				TOTAL	4.087,50

SUBQUA TIENDA SALA 1,2,3

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
ALUMBRADO	200	9	0,7	0,5	630,00
TOMAS CORRIENTE	3450	10	0,5	0,5	8.625,00
RESERVA	5000	2	0,5	1	5.000,00
				TOTAL	14.255,00

SUBQUA SALA DE ESTAR hall RECEPCIÓN

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
ALUMBRADO	200	80	1	0,5	8.000,00
HILO MUSICAL	2200	1	1	0,5	1.100,00
TOMAS CORRIENTE	5400	7	0,5	0,75	14.175,00
TOMAS CORRIENTE	3450	10	0,5	0,5	8.625,00
				TOTAL	31.900,00

SUBQUA ZONA PERSONAL Y ADMINISTRACIÓN

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
ALUMBRADO	200	50	0,7	0,5	3.500,00
TOMAS CORRIENTE	5400	6	0,5	0,75	12.150,00
TOMAS CORRIENTE	3450	54	0,5	0,5	46.575,00
				TOTAL	62.225,00

SUBQUA COCINA

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
ALUMBRADO	200	8	0,9	0,5	720,00
TOMAS CORRIENTE	3450	7	0,5	0,5	6.037,50
				TOTAL	6.757,50

SUBQUA COMEDOR 1Y 2

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
ALUMBRADO	200	11	1	0,5	1.100,00
TOMAS CORRIENTE	3450	10	0,3	0,5	5.175,00
TOMAS CORRIENTE	5400	10	0,3	0,75	12.150,00
				TOTAL	18.425,00

SUBQUA PARKING

CONSUMIDOR	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	COEF SIMUL	FACTOR UTILIZACIÓN	POTENCIA
ALUMBRADO	200	20	0,8	0,5	1.600,00
VENTILADOR EXTRACTOR	3000	1	1	1	3.000,00
VENTILADOR IMPULSIÓN	2200	1	1	1	2.200,00
VENTILADORES ESCALERAS	1370	2	1	1	2.740,00
				TOTAL	4.940,00

Cuadro resumen de previsión de carga

PLANTA	SUMISTRO RESERVA	SUMINISTRO NORMAL	TOTAL PLANTA
SUBTERRANEO	10.842 kW	34.922 kW	45.764 kW
BAJA	170.267 kW	160.165 kW	330432 kW
PRIMERA	91.681 kW	158.327 kW	250008 kW
SEGUNDA	39.180 kW	124.955 kW	164135 kW
TERCERA	114.555 kW	124.955 kW	239510 kW
CUARTA	40.180 kW	124.955 kW	165.135 kW
QUINTA	308.800 kW	541.000 kW	849800 kW
		PREVISON CARGA TOTAL	1.714.357 kW

La potencia total instalada asciende a 1.714.357 w

3.3.CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

3.3.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.

En un sistema trifásico, la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U = Tensión compuesta primaria en kc. = 25 kc..

I_p = Intensidad primaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	I_p (A)
1000	23.09
1000	23.09

siendo la intensidad total primaria de 46.19 Amperios.

3.3.2.- INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

W_{fe} = Pérdidas en el hierro.

W_{cu} = Pérdidas en los arrollamientos.

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0.4 kc..

I_s = Intensidad secundaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	Is (A)
1000	1425.33
1000	1425.33

3.3.3. CORTOCIRCUITOS.

Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

U = Tensión primaria en kc..

I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de baja tensión:

No la vamos a calcular ya que será menor que la calculada en el punto anterior.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U_s}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U_{cc} = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador.

U_s = Tensión secundaria en carga en voltios.

I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con:

S_{cc} = 500 MVA.

U = 25 kc..

y sustituyendo valores tendremos una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de A.T. de:

I_{ccp} = 11.55 kA.

Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	U _{cc} (%)	I _{ccs} (kA)
1000	6	24.06
1000	6	24.06

Siendo:

- U_{cc}: Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento.

- I_{ccs}: Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión.

3.3.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

El embarrado de las celdas SM6 está constituido por tramos rectos de tubo de cobre recubiertas de aislamiento termorretráctil.

Las barras se fijan a las conexiones al efecto existentes en la parte superior del cárter del aparato funcional (interruptor-seccionador o seccionador en SF6). La fijación de barras se realiza con tornillos M8.

La separación entre las sujeciones de una misma fase y correspondientes a dos celdas contiguas es de 750 mm. La separación entre barras (separación entre fases) es de 350 mm.

Características del embarrado:

- Intensidad nominal otras funciones 400 A.
- Límite térmico (1 seg.) 16 kA eff.
- Límite electrodinámico 40 kA cresta.

Por tanto, hay que asegurar que el límite térmico es superior al valor eficaz máximo que puede alcanzar la intensidad de cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Comprobación por densidad de corriente.

Para la intensidad nominal de 400 A el embarrado de las celdas SM6 es de tubo de cobre macizo de diámetro de 20 mm., lo que equivale a una sección de 314 mm².

La densidad de corriente es:

$$d = \frac{400}{314} = 1,27 \text{ A/mm}^2$$

Según normativa DIN se tiene que para una temperatura ambiente de 35°C y del embarrado a 65°C, la intensidad máxima admisible en régimen permanente es de 630A. Con estos datos se garantiza el embarrado de 400 A y un calentamiento de 30°C sobre la temperatura ambiente.

Comprobación por sollicitación electrodinámica.

Para el cálculo consideramos un cortocircuito trifásico de 16 kA eficaces y 40 kA cresta.

El esfuerzo mayor se produce sobre el conductor de la fase central, conforme a la siguiente expresión:

$$F = 13,85 * 10^{-7} * f * \frac{I_{cc}^2}{d} * L * \left(\sqrt{1 + \frac{d^2}{L^2}} - \frac{d}{L} \right)$$

Siendo:

F = Fuerza resultante en Nw.

f = coeficiente en función de cosf , siendo f=1 para cosf =0.

Icc = intensidad máxima de cortocircuito = 16.000 A eficaces.

d = separación entre fases = 350 mm.

L = longitud tramos embarrado = 750 mm.

y sustituyendo, F = 484 Nw.

Esta fuerza está uniformemente repartida en toda la longitud del embarrado, siendo la carga:

$$q = \frac{F}{L} = 0,066 \text{ kg/mm}$$

Cada barra equivale a una viga empotrada en ambos extremos, con carga uniformemente repartida.

El momento flector máximo se produce en los extremos, siendo:

$$M_{\text{máx}} = \frac{q * L^2}{12} = 3.086 \text{ kg.mm}$$

El embarrado tiene un diámetro de 20 mm.

El módulo resistente de la barra es:

$$W = \frac{\pi * d^3}{32} = \frac{\pi * 2^3}{32} = 0,785 \text{ cm}^3 = 785 \text{ mm}^3$$

La fatiga máxima es:

$$r_{\text{máx}} = \frac{M_{\text{máx}}}{W} = \frac{3.086}{785} = 3,93 \text{ kg/mm}^2.$$

Para la barra de cobre deformada en frío tenemos:

$$r_{\text{o'2}} = 19 \text{ kg/mm}^2. >> r_{\text{máx}}.$$

y por lo tanto, existe un gran margen de seguridad.

Cálculo por solicitud térmica. Sobreintensidad térmica admisible.

La sobre intensidad máxima admisible durante un segundo se determina de acuerdo con CEI 60298 por la expresión:

$$S = \frac{I}{\alpha} * \sqrt{\frac{t}{\delta\theta}}$$

Siendo:

S = sección de cobre en mm² = 314 mm².

FI = 13 para el cobre.

t = tiempo de duración del cortocircuito en segundos.

I = Intensidad eficaz en Amperios.

RO= 180° para conductores inicialmente a tª ambiente.

Si reducimos este valor en 30°C por considerar que el cortocircuito se produce después del paso permanente de la intensidad nominal, y para I = 16 kA:

$$\delta\theta = 150^\circ.$$

$$t = \delta\theta * \left(\frac{S * \alpha}{I}\right)^2$$

y sustituyendo:

$$t = 150 * \left(\frac{314 * 13}{16.000}\right)^2 = 9,76 \text{ s.}$$

Por lo tanto, y según este criterio, el embarrado podría soportar una intensidad de 16 kA eficaces durante más de un segundo.

3.3.5.- SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

*** ALTA TENSIÓN.**

No se instalarán fusibles de alta tensión al utilizar como interruptor de protección un disyuntor en atmósfera de hexafluoruro de azufre, y ser éste el aparato destinado a interrumpir las corrientes de cortocircuito cuando se produzcan.

*** BAJA TENSIÓN.**

Los elementos de protección de las salidas de Baja Tensión del C.T. no serán objeto de este proyecto sino del proyecto de las instalaciones eléctricas de Baja Tensión.

3.3.6.-DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.

Al no ser posible un sistema de ventilación natural, se adoptará un sistema de ventilación forzada. Para el cálculo del caudal de aire necesario se aplicará la siguiente expresión:

$$\text{Caudal (m}^3\text{/h)} = \text{Pérdidas (kW)} \times 216.$$

De esta manera, tenemos que:

Potencia del transformador (kVA)	Potencia de pérdidas (kW)	Caudal (m ³ /h)
1000	12.5	2700
1000	12.5	2700

siendo el caudal total necesario de 5400 m³/h.

3.3.7.-DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.

El foso de recogida de aceite será capaz de alojar la totalidad del volumen de agente refrigerante que contiene el transformador en caso de su vaciamiento total.

Potencia del transformador (kVA)	Volumen mínimo del foso (litros)
1000	598
1000	598

3.3.8.- CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.**Investigación de las características del suelo.**

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se

determina una resistividad media superficial = 200 O.m.

Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (Fecsa-Enher), el tiempo máximo de eliminación del defecto es de 0.65 s. Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto proporcionado por la Compañía son:

$$K = 72 \text{ y } n = 1.$$

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro, corresponden a:

$$R_n = 0 \text{ W y } X_n = 25 \text{ W. con}$$

$$|Z_n| = \sqrt{R_n^2 + X_n^2}$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:.

$$Id(\text{máx}) = \frac{U_s}{\sqrt{3} * Z_n}$$

donde $U_s=25$

con lo que el valor obtenido es $Id=577.35 \text{ A}$, valor que la Compañía redondea a 600 A.

Diseño preliminar de la instalación de tierra.

*** TIERRA DE PROTECCIÓN.**

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.073 \, \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.012 \, V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kc. protegido contra daños mecánicos.

* TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.073 \, \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.012 \, V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros Kr y Kp de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kc. protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA., no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios ($=37 \times 0,650$).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada en el apartado 2.8.8.

Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.

*** TIERRA DE PROTECCIÓN.**

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (R_t), intensidad y tensión de defecto correspondientes (I_d , U_d), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r \cdot \sigma.$$

- Intensidad de defecto, I_d :

$$I_d = \frac{U_s V}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

donde $U_s=25$

- Tensión de defecto, U_d :

$$U_d = I_d \cdot R_t.$$

Siendo:

$$\sigma = 200 \Omega \cdot m.$$

$$K_r = 0.073 \Omega / (\Omega \cdot m).$$

se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 14.6 \, \Omega.$$

$$I_d = 498.56 \, A.$$

$$U_d = 7279 \, V.$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (U_d), por lo que deberá ser como mínimo de 8000 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

Comprobamos asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

*** TIERRA DE SERVICIO.**

$$R_t = K_r * \sigma = 0.073 * 200 = 14.6 \, \Omega.$$

que vemos que es inferior a 37Ω .

Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Los muros, entre sus paramentos tendrán una resistencia de 100.000 ohmios como mínimo (al mes de su realización).

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p * \sigma * I_d = 0.012 * 200 * 498.56 = 1196.5 \, V.$$

Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, está sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

En el caso de existir en el paramento interior una armadura metálica, ésta estará unida a la estructura metálica del piso.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t * I_d = 14.6 * 498.56 = 7279 \text{ V.}$$

Cálculo de las tensiones aplicadas.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios, que se puede aceptar, según el reglamento MIE-RAT, será:

$$U_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Siendo:

U_{ca} = Tensión máxima de contacto aplicada en Voltios.

$K = 72$.

$n = 1$.

t = Duración de la falta en segundos: 0.65 s

obtenemos el siguiente resultado:

$$U_{ca} = V$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

$$U_p(\text{exterior}) = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{6 * \sigma}{1.000} \right)$$

$$U_p(\text{acceso}) = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{3 * \sigma + 3 * \sigma h}{1.000} \right)$$

Siendo:

U_p = Tensiones de paso en Voltios.

K = 72.

n = 1.

t = Duración de la falta en segundos: 0.65 s

σ = Resistividad del terreno.

σh = Resistividad del hormigón = 3.000 O.m

obtenemos los siguientes resultados:

$$U_p(\text{exterior}) = 2436.9 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 11741.5 \text{ V}$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- en el exterior:

$$U_p = 1196.5 \text{ V.} < U_p(\text{exterior}) = 2436.9 \text{ V.}$$

- en el acceso al C.T.:

$$U_d = 7279 \text{ V.} < U_p(\text{acceso}) = 11741.5 \text{ V.}$$

Investigación de tensiones transferibles al exterior.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación

mínima $D_{mín}$, entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{mín} = \frac{\sigma * I_d}{2.000 * \pi}$$

con:

$$\sigma = 200 \Omega.m.$$

$$I_d = 498.56 A.$$

obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{mín} = 15.87 m.$$

Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

3.4..CALCULO DE SECCIONES :

Las secciones se calculan a partir de la potencia que han de suministrar los conductores, a una determinada tensión y con una caída de tensión permitida según el MIE ITC-BT 20, para instalaciones que se alimente directamente de centro de medida la caída máxima permitida es de 4.5% para alumbrado y de 6.5% para líneas de fuerza comprobando que la sección obtenida puede soportar la intensidad que circulara por el conductor.

Las fórmulas utilizadas son:

- Circuito trifásico:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \phi \cdot U}$$

$$s = \frac{L \cdot P}{c \cdot u \cdot U}$$

- Circuito monobásico:

$$I = \frac{P}{\cos \phi \cdot U}$$

$$s = \frac{2 \cdot L \cdot P}{c \cdot u \cdot U}$$

Siendo

I: intensidad (A)

s: sección de la línea (mm²).

L: longitud de la línea (m).

P: potencia de la línea (W)

c: conductividad del conductor (Cu = 56)

u: caída de tensión de la línea (V).

U: tensión de la línea (V).

cos φ: factor de potencia.

EJEMPLO DE CÁLCULO

DATOS:

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	I [A]	U [V]
ACOMETIDA DE RESERVA	10	640.000	0,5	1882	400

- a) calculo sección

$$s = \frac{10 \cdot 640.00}{56 \cdot 20 \cdot 400} = 333mm$$

- b) comprobación de la intensidad máxima admisible

Para cable de 16 mm I max es de 60 A al ser menor 1882 A escogemos de la tabla A ITC-BT14 5x240mm de cobre con una intensidad máxima de 2275 A

- c) comprobación de la caída de tensión

$$u = \frac{10 \cdot 640.000}{56 \cdot 1200 \cdot 400} = 0,27\text{v}$$

$$u\% = \frac{0,27}{400} \cdot 100 = 0,07\%$$

Se comprueba que la caída de tensión es menor 0,5%

A continuación pasaremos a realizar el resto de los cálculos.

LINEAS CON GRUPO ELECTRÓGENO:

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm2] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ACOMETIDA DE RESERVA	10	640.000	0,5	400	333	0,85	1882	5X240

SUBTERRÁNEO

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm2] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
DERIVACIÓN	10	10.842	1	400	2,82	0,85	31,89	10
SUBQUA PARKING	35	7.740	1	400	7,05	0,85	22,76	10
ALUMBRADO ESCALERAS ALMACENES	50	302	3	400	0,13	0,85	0,89	1,5
BOMBAS AGUA FRÍA	50	2.800	5	230	2,21	0,85	14,32	2,5

PLANTA BAJA

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm2] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
DERIVACIÓN	20	170.268	1	400	88,68	0,85	500,79	300
SUBQUA bar	10	14.875	1	400	3,87	0,85	43,75	16
SUBQUA SALA DE ESTAR hall RECEPCIÓN	15	29.200	1	400	11,41	0,85	85,882	25
SUBQUA TIENDA SALA 1,2,3	40	9.489	1	400	9,88	0,85	27,909	16
SUBQUA BAÑOS	30	630	1	400	0,49	0,85	1,8529	4
SUBQUA COCINA	60	72.675	1	400	113,55	0,85	213,75	120
SUBQUA COMEDOR 1Y 2	70	5.319	1	400	9,70	0,85	15,643	10
SUBQUA ZONA PERSONAL Y ADMINISTRACIÓN	60	15.879	1	400	24,81	0,85	46,703	25
SUBQUADRO FAN-OILS	35	10.000	3	400	3,04	0,85	29,412	10
SUBQUA SALA CONFERENCIAS	40	12.201	1	400	12,71	0,85	35,885	16

PLANTA 1ª

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm2] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
DERIVACIÓN	25	91.682	1	400	59,69	0,85	269,65	150
SUBQUA HABITACIÓN NORMAL	46	3.520	1	400	4,22	0,85	10,35	6
SUBQUA HABITACIÓN SUITE	46	1.913	1	400	2,29	0,85	5,63	6
PASILLO Y SALA ESTAR	30	720	3	230	0,57	0,85	3,68	6
ESCALERAS	30	96	3	230	0,08	0,85	0,49	1,5
SUBQUA SALA REUNIONES 1	45	12.570	1	400	14,73	0,85	36,97	16
SUBQUA SALA REUNIONES 2	50	5.550	1	400	7,23	0,85	16,32	10
SUBQUA SALA REUNIONES 3	55	3.984	1	400	5,71	0,85	11,72	6
SUBQUA SALA REUNIONES 4	60	9.495	1	400	14,84	0,85	27,93	16
SUBQUA SALA REUNIONES 5	65	3.824	1	400	6,47	0,85	11,25	10
SUBQUA GIMNASIO	70	3.350	1	400	6,11	0,85	9,85	10
SUBQUA SALA CONFERENCIAS	25	12.201	1	400	7,94	0,85	35,89	10
SUBQUA BAÑOS	22	630	1	400	0,36	0,85	1,85	6

PLANTA 2ª

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm2] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
DERIVACIÓN	30	40.181	1	400	31,39	0,85	118,18	50
SUBQUA HABITACIÓN NORMAL	46	3.520	1	400	4,22	0,85	10,35	6
SUBQUA HABITACIÓN SUITE	46	1.913	1	400	2,29	0,85	5,63	6
PASILLO	60	756	3	230	1,19	0,85	3,87	1,5
ESCALERAS	60	162	5	230	0,15	0,85	0,83	1,5

PLANTA 3º

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm2] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
DERIVACIÓN	35	40.181	1	400	36,62	0,85	118,18	50
SUBQUA HABITACIÓN NORMAL	46	3.520	1	400	4,22	0,85	10,35	6
SUBQUA HABITACIÓN SUITE	46	1.913	1	400	2,29	0,85	5,63	6
PASILLO	60	756	3	230	1,19	0,85	3,87	1,5
ESCALERAS	60	162	3	230	0,26	0,85	0,83	1,5

PLANTA 4ª

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm2] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
DERIVACIÓN	40	40.181	1	400	41,85	0,85	118,18	50
SUBQUA HABITACIÓN NORMAL	46	3.520	1	400	4,22	0,85	10,35	6
SUBQUA HABITACIÓN SUITE	46	1.913	1	400	2,29	0,85	5,63	6
PASILLO	60	756	3	230	1,19	0,85	3,87	1,5
ESCALERAS	60	162	5	230	0,15	0,85	0,83	1,5

PLANTA 5ª

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
AIRE ACONDICIONADO	55	232.000	1	400	332,29	0,85	682,35	2x240
ASCENSORES	55	18.500	1	400	26,50	0,85	54,41	35

SUBQUADROS CON GRUPO ELECTRÓGENO:

SUBQUA HABITACIÓN NORMAL

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ALUMBRADO	5	150	1,5	230	0,04	0,85	0,77	1,5
TOMAS CORRIENTE	5	862,5	3,5	230	0,10	0,85	4,41	2,5

0,9

SUBQUA HABITACIÓN SUITE

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ALUMBRADO	5	300	1,5	230	0,08	0,85	1,53	1,5
TOMAS CORRIENTE	5	750	3,5	230	0,08	0,85	3,84	2,5
TELEVISIÓN	3	862,5	3,5	230	0,06	0,85	4,41	2,5

SUBQUA SALA REUNIONES 1

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ALUMBRADO	20	2520	1,5	230	2,65	0,85	12,89	4
TOMAS CORRIENTE	20	3450	3,5	230	1,55	0,85	17,65	4
FAN-COLIS	20	660	3,5	230	0,30	0,85	3,38	2,5

SUBQUA SALA REUNIONES 2

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ALUMBRADO	20	750	1,5	230	0,79	0,85	3,84	1,5
TOMAS CORRIENTE	20	4140	3,5	230	1,86	0,85	21,18	4
FAN-COLIS	20	660	3,5	230	0,30	0,85	3,38	2,5

SUBQUA SALA REUNIONES 3

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	η %	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ALUMBRADO	20	840	1,5	230	0,88	0,85	4,30	1,5
TOMAS CORRIENTE	20	2484	3,5	230	1,12	0,85	12,71	4
FAN-COLIS	20	660	3,5	230	0,30	0,85	3,38	2,5

SUBQUA SALA REUNIONES 4

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	η %	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ALUMBRADO	20	1680	1,5	230	1,76	0,85	8,59	2,5
TOMAS CORRIENTE	20	5175	3,5	230	2,33	0,85	26,47	4
FAN-COLIS	20	2640	3,5	230	1,19	0,85	13,50	2,5

SUBQUA SALA REUNIONES 5

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	η %	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ALUMBRADO	20	840	1,5	230	0,88	0,85	4,30	1,5
TOMAS CORRIENTE	20	2588	3,5	230	1,16	0,85	13,24	4
FAN-COLIS	20	396	3,5	230	0,18	0,85	2,03	2,5

SUBQUA GIMNASIO

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	η %	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ALUMBRADO	25	245	1,5	230	0,32	0,85	1,25	1,5
TOMAS CORRIENTE	25	3105	3,5	230	1,75	0,85	15,88	4

SUBQUA SALA CONFERENCIAS

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ALUMBRADO	30	2458	1,5	230	3,87	0,85	12,57	4
TOMAS CORRIENTE	30	7763	3,5	230	5,24	0,85	39,71	10
FAN-COLIS	30	1980	3,5	230	1,34	0,85	10,13	2,5

SUBQUA BAÑOS

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ALUMBRADO	10	630	1,5	230	0,33	0,85	3,22	1,5

SUBQUA bar

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ALUMBRADO	30	1600	1,5	230	2,52	0,85	8,18	4
TOMAS CORRIENTE	30	8100	3,5	400	1,81	0,85	23,82	4
TOMAS CORRIENTE	30	5175	3,5	230	3,49	0,85	26,47	6

SUBQUA TIENDA SALA 1,2,3

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ALUMBRADO	30	864	1,5	230	1,36	0,85	4,42	1,5
TOMAS CORRIENTE	30	8625	3,5	230	5,82	0,85	44,12	10

SUBQUA SALA DE ESTAR hall
RECEPCIÓN

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ALUMBRADO 1	30	3200	1,5	230	5,04	0,85	16,37	6
ALUMBRADO 2	30	3200	1,5	230	5,04	0,85	16,37	6
TOMAS CORRIENTE 1	30	7088	3,5	400	1,58	0,85	20,85	6
TOMAS CORRIENTE 2	30	7088	3,5	400	1,58	0,85	20,85	6
TOMAS CORRIENTE 1	30	4313	3,5	230	2,91	0,85	22,06	4
TOMAS CORRIENTE 2	30	4313	3,5	230	2,91	0,85	22,06	4

SUBQUA ZONA PERSONAL Y
ADMINISTRACIÓN

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ALUMBRADO	30	504	1,5	230	0,79	0,85	2,58	1,5
TOMAS CORRIENTE	30	6750	3,5	400	1,51	0,85	19,85	4
TOMAS CORRIENTE 1	30	4313	3,5	230	2,91	0,85	22,06	4
TOMAS CORRIENTE 2	30	4313	3,5	230	2,91	0,85	22,06	4

SUBQUA COCINA

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ALUMBRADO	30	1600	1,5	230	2,52	0,85	8,18	4
CÁMARAS I Y II	30	10000	3,5	400	2,23	0,85	29,41	10
CÁMARAS III Y IV	30	10000	3,5	400	2,23	0,85	29,41	10
TOMAS CORRIENTE 1	30	7594	3,5	400	1,70	0,85	22,33	4
TOMAS CORRIENTE 2	30	7594	3,5	400	1,70	0,85	22,33	4
TOMAS CORRIENTE 3	30	7594	3,5	400	1,70	0,85	22,33	4
TOMAS CORRIENTE 4	30	7594	3,5	400	1,70	0,85	22,33	4
TOMAS CORRIENTE 1	30	4140	3,5	230	2,80	0,85	21,18	4
TOMAS CORRIENTE 2	30	4140	3,5	230	2,80	0,85	21,18	4
TOMAS CORRIENTE 3	30	4140	3,5	230	2,80	0,85	21,18	4
TOMAS CORRIENTE 4	30	4140	3,5	230	2,80	0,85	21,18	4
TOMAS CORRIENTE 5	30	4140	3,5	230	2,80	0,85	21,18	4

SUBQUA COMEDOR 1Y 2

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ALUMBRADO	30	2000	1,5	230	3,15	0,85	10,23	4
TOMAS CORRIENTE	30	2025	3,5	400	0,45	0,85	5,96	2,5
TOMAS CORRIENTE	30	1294	3,5	230	0,87	0,85	6,62	2,5

SUBQUA PARKING

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ALUMBRADO	30	1400	1,5	230	2,21	0,85	7,16	2,5
ALUMBRADO EMERGENCIA	30	800	1,5	230	1,26	0,85	4,09	1,5
VENTILADOR EXTRACTOR	30	3000	3,5	400	0,67	0,85	8,82	2,5
VENTILADOR IMPULSIÓN	30	2200	3,5	400	0,49	0,85	6,47	2,5
VENTILADORES ESCALERAS	30	2740	3,5	230	1,85	0,85	14,02	2,5
MOTOR PUERTA ACCESO	30	2800	3,5	230	1,89	0,85	14,32	2,5

LINEAS SIN GRUPO ELECTRÓGENO:

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ACOMETIDA	10	1.714.357	0,5	400	893	0,85	5.042	12X240

SUBTERRÁNEO

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
DERIVACIÓN	10	34.922	1	400	9,094	0,85	102,7129	35
SUBQUA PARKING	35	4.940	1	400	4,503	0,85	14,52941	6
TOMAS CORRIENTE	50	13.680	3	400	5,938	0,85	40,23529	10
ALUMBRADO ESCALERAS ALMACENES	50	302	5	230	0,238	0,85	1,546803	2,5

PLANTA BAJA

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
DERIVACIÓN	20	160.166	1	400	83,42	0,85	471,075	2x150
SUBQUA bar	10	4.088	1	400	1,06	0,85	12,02206	6
SUBQUA SALA DE ESTAR hall RECEPCIÓN	15	31.900	1	400	12,46	0,85	93,82353	35
SUBQUA TIENDA SALA 1,2,3	40	14.255	1	400	14,85	0,85	41,92647	16
SUBQUA BAÑOS	30	1.391	1	400	1,09	0,85	4,089706	6
SUBQUA COCINA	60	6.758	1	400	10,56	0,85	19,875	16
SUBQUA COMEDOR 1Y 2	70	18.425	1	400	33,59	0,85	54,19118	35
SUBQUA ZONA PERSONAL Y ADMINISTRACIÓN	60	62.225	1	400	97,23	0,85	183,0147	120
SUBQUADRO FAN-OILS	35	10.000	3	400	3,038	0,85	29,41176	10
SUBQUA SALA CONFERENCIAS	40	11.125	1	400	11,59	0,85	32,72059	16

PLANTA 1ª

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
DERIVACIÓN	25	193.409	1	400	125,92	0,85	568,85	2x185
SUBQUA HABITACIÓN NORMAL	46	3.138	1	400	3,76	0,85	9,23	6
SUBQUA HABITACIÓN SUITE	46	1.413	1	400	1,69	0,85	4,15	6
OFFICE	30	3.000	3	230	2,36	0,85	15,35	6
PASILLO Y SALA ESTAR 1	30	6.000	3	230	4,73	0,85	30,69	6
PASILLO Y SALA ESTAR 2	30	6.000	3	230	4,73	0,85	30,69	6
PASILLO Y SALA ESTAR 3	30	6.000	3	230	4,73	0,85	30,69	6
PASILLO Y SALA ESTAR 4	30	6.000	3	230	4,73	0,85	30,69	6
PASILLO Y SALA ESTAR 5	30	6.000	3	230	4,73	0,85	30,69	6
PASILLO Y SALA ESTAR 6	30	6.000	3	230	4,726	0,85	30,69054	6
ESCALERAS	45	2.400	1	400	2,813	0,85	7,058824	4
TOMAS CORRIENTE	50	15.300	1	400	19,92	0,85	45	25
SUBQUA SALA REUNIONES 1	55	1.294	1	400	1,853	0,85	3,805147	6
SUBQUA SALA REUNIONES 2	60	1.294	1	400	2,021	0,85	3,805147	6
SUBQUA SALA REUNIONES 3	65	1.553	1	400	2,63	0,85	4,57	6
SUBQUA SALA REUNIONES 4	70	1.294	1	400	2,36	0,85	3,81	6
SUBQUA SALA REUNIONES 5	25	1.294	1	400	0,84	0,85	3,81	6
SUBQUA GIMNASIO	22	4.829	1	400	2,77	0,85	14,20	6
SUBQUA SALA CONFERENCIAS	30	11.125	1	400	8,69	0,85	32,72	10
SUBQUA BAÑOS	35	1.391	1	400	1,267	0,85	4,089706	6

PLANTA 2ª

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
DERIVACIÓN	30	124.956	1	400	97,62	0,85	367,52	240
SUBQUA HABITACIÓN NORMAL	46	3.138	1	400	3,76	0,85	9,23	6
SUBQUA HABITACIÓN SUITE	46	1.413	1	400	1,69	0,85	4,15	6
OFFICE	35	3.000	1	400	2,73	0,85	8,82	6
PASILLO	35	756	1	230	2,084	0,85	3,867008	4
ESCALERAS	35	162	1	230	0,447	0,85	0,828645	1,5
TOMAS CORRIENTE	35	8.400	1	400	7,656	0,85	24,70588	10

PLANTA 3º

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
DERIVACIÓN	30	124.956	1	400	97,62	0,85	367,52	240
SUBQUA HABITACIÓN NORMAL	46	3.138	1	400	3,76	0,85	9,23	6
SUBQUA HABITACIÓN SUITE	46	1.413	1	400	1,692	0,85	4,154412	6
OFFICE	35	3.000	1	400	2,734	0,85	8,823529	6
PASILLO	35	756	1	230	2,084	0,85	3,867008	4
ESCALERAS	35	162	1	230	0,447	0,85	0,828645	1,5
TOMAS CORRIENTE	35	8.400	1	400	7,66	0,85	24,71	10

PLANTA 4º

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
DERIVACIÓN	30	124.956	1	400	97,62	0,85	367,5162	240
SUBQUA HABITACIÓN NORMAL	46	3.138	1	400	3,758	0,85	9,227941	6
SUBQUA HABITACIÓN SUITE	46	1.413	1	400	1,692	0,85	4,154412	6
OFFICE	35	3.000	1	400	2,734	0,85	8,823529	6
PASILLO	35	756	1	230	2,084	0,85	3,867008	4
ESCALERAS	35	162	1	230	0,447	0,85	0,828645	1,5
TOMAS CORRIENTE	35	8.400	1	400	7,656	0,85	24,70588	10

PLANTA 5º

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
AIRE ACONDICIONADO 1	55	232.000	1	400	332,3	0,85	682,3529	2x240
AIRE ACONDICIONADO 2	55	232.000	1	400	332,3	0,85	682,3529	2x240
ASCENSORES	55	18.500	1	400	26,5	0,85	54,41176	35

SUBQUADROS SIN GRUPO:

SUBQUA HABITACIÓN NORMAL

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
TOMAS CORRIENTE	5	863	3,5	230	0,10	0,85	4,41	2,5
TELEVISIÓN	5	863	3,5	230	0,10	0,85	4,41	2,5
FAN-COLIS	5	550	3,5	230	0,06	0,85	2,81	2,5
NEVERA	5	863	3,5	230	0,10	0,85	4,41	2,5

SUBQUA HABITACIÓN SUITE

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
NEVERA	5	863	3,5	230	0,10	0,85	4,41	2,5
FAN-COLIS	5	550	3,5	230	0,06	0,85	2,81	2,5

SUBQUA SALA REUNIONES 1

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
TOMAS CORRIENTE	20	1294	3,5	230	0,58	0,85	6,62	2,5

SUBQUA SALA REUNIONES 2

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
TOMAS CORRIENTE	20	1294	3,5	230	0,58	0,85	6,62	2,5

SUBQUA SALA REUNIONES 3

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	$u\%$	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
TOMAS CORRIENTE	20	1553	3,5	230	0,70	0,85	7,94	2,5

SUBQUA SALA REUNIONES 4

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	$u\%$	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
TOMAS CORRIENTE	20	1294	3,5	230	0,58	0,85	6,62	2,5

SUBQUA SALA REUNIONES 5

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	$u\%$	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
TOMAS CORRIENTE	20	1294	3,5	230	0,58	0,85	6,62	2,5

SUBQUA GIMNASIO

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	$u\%$	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ALUMBRADO	25	490	1,5	230	0,64	0,85	2,51	1,5
TOMAS CORRIENTE	25	3019	3,5	230	1,70	0,85	15,44	2,5
FAN-COLIS	20	1320	3,5	230	0,59	0,85	6,75	2,5

SUBQUA SALA CONFERENCIAS

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	$u\%$	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
TOMAS CORRIENTE 1	30	4313	3,5	230	2,91	0,85	22,06	6
TOMAS CORRIENTE 2	30	4313	3,5	230	2,91	0,85	22,06	6

SUBQUA BAÑOS

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	$u\%$	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
TOMAS CORRIENTE	10	863	3,5	230	0,19	0,85	4,41	2,5
FAN-COLIS	10	528	3,5	230	0,12	0,85	2,70	2,5

SUBQUA bar

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	$u\%$	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
TOMAS CORRIENTE	30	2588	3,5	230	1,75	0,85	13,24	2,5

SUBQUA TIENDA SALA 1,2,3

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	$u\%$	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ALUMBRADO	30	630	1,5	230	0,99	0,85	3,22	1,5
TOMAS CORRIENTE 1	30	4313	3,5	230	2,91	0,85	22,06	6
TOMAS CORRIENTE 2	30	4313	3,5	230	2,91	0,85	22,06	6

SUBQUA SALA DE ESTAR hall RECEPCIÓN

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	$u\%$	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ALUMBRADO 1	30	2000	1,5	230	3,15	0,85	10,23	4
ALUMBRADO 2	30	2000	1,5	230	3,15	0,85	10,23	4
ALUMBRADO 3	30	2000	1,5	230	3,15	0,85	10,23	4
ALUMBRADO 4	30	2000	1,5	230	3,15	0,85	10,23	4
HILO MUSICAL	30	1100	3,5	230	0,74	0,85	5,63	2,5
TOMAS CORRIENTE	30	14175	3,5	400	3,16	0,85	41,69	10
TOMAS CORRIENTE	30	8625	3,5	400	1,93	0,85	25,37	10

SUBQUA ZONA PERSONAL Y ADMINISTRACIÓN

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ALUMBRADO	30	3500	1,5	230	5,51	0,85	17,90	6
TOMAS CORRIENTE	30	12150	3,5	400	2,71	0,85	35,74	10
TOMAS CORRIENTE 1	30	7763	3,5	230	5,24	0,85	39,71	10
TOMAS CORRIENTE 2	30	7763	3,5	230	5,24	0,85	39,71	10
TOMAS CORRIENTE 3	30	7763	3,5	230	5,24	0,85	39,71	10
TOMAS CORRIENTE 4	30	7763	3,5	230	5,24	0,85	39,71	10
TOMAS CORRIENTE 5	30	7763	3,5	230	5,24	0,85	39,71	10
TOMAS CORRIENTE 6	30	7763	3,5	230	5,24	0,85	39,71	10

SUBQUA COCINA

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ALUMBRADO	20	720	1,5	230	0,76	0,85	3,68	1,5
TOMAS CORRIENTE	20	6038	3,5	400	0,90	0,85	17,76	4

SUBQUA COMEDOR 1Y 2

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ALUMBRADO	30	1100	1,5	230	1,73	0,85	5,63	2,5
TOMAS CORRIENTE	30	5175	3,5	400	1,16	0,85	15,22	2,5
TOMAS CORRIENTE 1	30	4050	3,5	230	2,73	0,85	20,72	4
TOMAS CORRIENTE 2	30	4050	3,5	230	2,73	0,85	20,72	4
TOMAS CORRIENTE 3	30	4050	3,5	230	2,73	0,85	20,72	4

SUBQUA PARKING

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	u%	U [V]	s [mm ²] TEÓRICA	cos fi	I [A]	SECCIÓN
ALUMBRADO 1	40	800	1,5	230	1,68	0,85	4,09	2,5
ALUMBRADO 2	40	800	1,5	230	1,68	0,85	4,09	2,5
VENTILADOR EXTRACTOR	30	3000	3,5	230	2,03	0,85	15,35	2,5
VENTILADOR IMPULSIÓN	30	2200	3,5	400	0,49	0,85	6,47	2,5
VENTILADORES ESCALERAS	30	2740	3,5	400	0,61	0,85	8,06	2,5

Ahora vamos ha demostrar que la caída de tensión nunca final de la línea supera el 4,5 % para alumbrado y el 6.5% par fuerza.

CON GRUPO ELECTRÓGENO:

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ACOMETIDA DE RESERVA	10	640.000	400	1.882	1.200	0,07	0,07

SUBTERRÁNEO

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
DERIVACIÓN	10	10.842	400	31,89	10	0,14	0,21
SUBQUA PARKING	35	7.740	400	22,76	10	0,35	0,56
ALUMBRADO ESCALERAS ALMACENES	50	302	400	0,89	1,5	0,13	0,34
BOMBAS AGUA FRÍA	50	2.800	230	14,32	2,5	4,41	4,62

PLANTA BAJA

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
DERIVACIÓN	20	170.268	400	500,79	300	0,15	0,22
SUBQUA bar	10	14.875	400	43,75	16	0,12	0,34
SUBQUA SALA DE ESTAR hall RECEPCIÓN	15	29.200	400	85,88	25	0,23	0,45
SUBQUA TIENDA SALA 1,2,3	40	9.489	400	27,91	16	0,31	0,53
SUBQUA BAÑOS	30	630	400	1,85	4	0,06	0,28
SUBQUA COCINA	60	72.675	400	213,75	120	0,47	0,69
SUBQUA COMEDOR 1Y 2	70	5.319	400	15,64	10	0,48	0,70
SUBQUA ZONA PERSONAL Y ADMINISTRACIÓN	60	15.879	400	46,70	25	0,50	0,71
SUBQUADRO FAN-OILS	35	10.000	400	29,41	10	0,46	0,67
SUBQUA SALA CONFERENCIAS	40	12.201	400	35,89	16	0,40	0,61

PLANTA 1^a

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
DERIVACIÓN	25	91.682	400	269,65	150	0,20	0,27
SUBQUA HABITACIÓN NORMAL	46	3.520	400	10,35	6	0,35	0,62
SUBQUA HABITACIÓN SUITE	46	1.913	400	5,63	6	0,19	0,46
PASILLO Y SALA ESTAR	30	720	230	3,68	6	0,28	0,55
ESCALERAS	30	96	230	0,49	1,5	0,15	0,42
SUBQUA SALA REUNIONES 1	45	12.570	400	36,97	16	0,46	0,73
SUBQUA SALA REUNIONES 2	50	5.550	400	16,32	10	0,36	0,63
SUBQUA SALA REUNIONES 3	55	3.984	400	11,72	6	0,48	0,74
SUBQUA SALA REUNIONES 4	60	9.495	400	27,93	16	0,46	0,73
SUBQUA SALA REUNIONES 5	65	3.824	400	11,25	10	0,32	0,59
SUBQUA GIMNASIO	70	3.350	400	9,85	10	0,31	0,57
SUBQUA SALA CONFERENCIAS	25	12.201	400	35,89	10	0,40	0,67
SUBQUA BAÑOS	22	630	400	1,85	6	0,03	0,30

PLANTA 2^a

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
DERIVACIÓN	30	40.181	400	118,18	50	0,31	0,38
SUBQUA HABITACIÓN NORMAL	46	3.520	400	10,35	6	0,35	0,73
SUBQUA HABITACIÓN SUITE	46	1.913	400	5,63	6	0,19	0,57
PASILLO	60	756	230	3,87	1,5	2,38	2,77
ESCALERAS	60	162	230	0,83	1,5	0,51	0,89

PLANTA 3º

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
DERIVACIÓN	35	40.181	400	118,18	50	0,37	0,44
SUBQUA HABITACIÓN NORMAL	46	3.520	400	10,35	6	0,35	0,79
SUBQUA HABITACIÓN SUITE	46	1.913	400	5,63	6	0,19	0,63
PASILLO	60	756	230	3,87	1,5	2,38	2,82
ESCALERAS	60	162	230	0,83	1,5	0,51	0,95

PLANTA 4ª

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
DERIVACIÓN	40	40.181	400	118,18	50	0,42	0,49
SUBQUA HABITACIÓN NORMAL	46	3.520	400	10,35	6	0,35	0,84
SUBQUA HABITACIÓN SUITE	46	1.913	400	5,63	6	0,19	0,68
PASILLO	60	756	230	3,87	1,5	2,38	2,87
ESCALERAS	60	162	230	0,83	1,5	0,51	1,00

PLANTA 5ª

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
AIRE ACONDICIONADO	55	232.000	400	682,35	480	0,35	0,42
ASCENSORES	55	18.500	400	54,41	35	0,38	0,45

SUBQUADROS :

SUBQUA HABITACIÓN NORMAL

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ALUMBRADO	5	150	230	0,77	1,5	0,04	0,88
TOMAS CORRIENTE	5	862,5	230	4,41	2,5	0,14	0,98

SUBQUA HABITACIÓN SUITE

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ALUMBRADO	5	300	230	1,53	1,5	0,08	0,76
TOMAS CORRIENTE	5	750	230	3,84	2,5	0,12	0,80
TELEVISIÓN	3	862,5	230	4,41	2,5	0,08	0,76

SUBQUA SALA REUNIONES 1

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ALUMBRADO	20	2520	230	12,89	4	0,99	1,72
TOMAS CORRIENTE	20	3450	230	17,65	4	1,36	2,09
FAN-COLIS	20	660	230	3,38	2,5	0,42	1,14

SUBQUA SALA REUNIONES 2

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ALUMBRADO	20	750	230	3,84	1,5	0,79	1,42
TOMAS CORRIENTE	20	4140	230	21,18	4	1,63	2,26
FAN-COLIS	20	660	230	3,38	2,5	0,42	1,05

SUBQUA SALA REUNIONES 3

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ALUMBRADO	20	840	230	4,30	1,5	0,88	1,63
TOMAS CORRIENTE	20	2484	230	12,71	4	0,98	1,72
FAN-COLIS	20	660	230	3,38	2,5	0,42	1,16

SUBQUA SALA REUNIONES 4

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ALUMBRADO	20	1680	230	8,59	2,5	1,06	1,65
TOMAS CORRIENTE	20	5175	230	26,47	4	2,04	2,63
FAN-COLIS	20	2640	230	13,50	2,5	1,66	2,26

SUBQUA SALA REUNIONES 5

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ALUMBRADO	20	840	230	4,30	1,5	0,88	1,46
TOMAS CORRIENTE	20	2587,5	230	13,24	4	1,02	1,59
FAN-COLIS	20	396	230	2,03	2,5	0,25	0,82

SUBQUA GIMNASIO

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ALUMBRADO	25	245	230	1,25	1,5	0,32	0,90
TOMAS CORRIENTE	25	3105	230	15,88	4	1,53	2,10

SUBQUA SALA CONFERENCIAS

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ALUMBRADO	30	2458,4	230	12,57	4	1,45	2,12
TOMAS CORRIENTE	30	7762,5	230	39,71	10	1,83	2,50
FAN-COLIS	30	1980	230	10,13	2,5	1,87	2,54

SUBQUA BAÑOS

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ALUMBRADO	10	630	230	3,22	1,5	0,33	0,63

SUBQUA bar

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ALUMBRADO	30	1600	230	8,18	4	0,95	1,28
TOMAS CORRIENTE	30	8100	400	23,82	4	0,79	1,13
TOMAS CORRIENTE	30	5175	230	26,47	6	2,04	2,38

SUBQUA TIENDA SALA 1,2,3

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ALUMBRADO	30	864	230	4,42	1,5	1,36	1,89
TOMAS CORRIENTE	30	8625	230	44,12	10	2,04	2,56

SUBQUA SALA DE ESTAR hall RECEPCIÓN

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ALUMBRADO 1	30	3200	230	16,37	6	1,26	1,71
ALUMBRADO 2	30	3200	230	16,37	6	1,26	1,71
TOMAS CORRIENTE 1	30	7087,5	400	20,85	6	0,46	0,91
TOMAS CORRIENTE 2	30	7087,5	400	20,85	6	0,46	0,91
TOMAS CORRIENTE 1	30	4312,5	230	22,06	4	2,55	2,99
TOMAS CORRIENTE 2	30	4312,5	230	22,06	4	2,55	2,99

SUBQUA ZONA PERSONAL Y ADMINISTRACIÓN

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ALUMBRADO	30	504	230	2,58	1,5	0,79	1,51
TOMAS CORRIENTE	30	6750	400	19,85	4	0,66	1,37
TOMAS CORRIENTE 1	30	4312,5	230	22,06	4	2,55	3,26
TOMAS CORRIENTE 2	30	4312,5	230	22,06	4	2,55	3,26

SUBQUA COCINA

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ALUMBRADO	30	1600	230	8,18	4	0,95	1,64
CÁMARAS I Y II	30	10000	400	29,41	10	0,39	1,08
CÁMARAS III Y IV	30	10000	400	29,41	10	0,39	1,08
TOMAS CORRIENTE 1	30	7593,75	400	22,33	4	0,74	1,43
TOMAS CORRIENTE 2	30	7593,75	400	22,33	4	0,74	1,43
TOMAS CORRIENTE 3	30	7593,75	400	22,33	4	0,74	1,43
TOMAS CORRIENTE 4	30	7593,75	400	22,33	4	0,74	1,43
TOMAS CORRIENTE 1	30	4140	230	21,18	4	2,45	3,14
TOMAS CORRIENTE 2	30	4140	230	21,18	4	2,45	3,14
TOMAS CORRIENTE 3	30	4140	230	21,18	4	2,45	3,14
TOMAS CORRIENTE 4	30	4140	230	21,18	4	2,45	3,14
TOMAS CORRIENTE 5	30	4140	230	21,18	4	2,45	3,14

SUBQUA COMEDOR 1Y 2

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ALUMBRADO	30	2000	230	10,23	4	1,18	1,88
TOMAS CORRIENTE	30	2025	400	5,96	2,5	0,32	1,02
TOMAS CORRIENTE	30	1293,75	230	6,62	2,5	1,22	1,92

SUBQUA PARKING

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ALUMBRADO	30	1400	230	7,16	2,5	1,32	1,89
ALUMBRADO EMERGENCIA	30	800	230	4,09	1,5	1,26	1,82
VENTILADOR EXTRACTOR	30	3000	400	8,82	2,5	0,47	1,03
VENTILADOR IMPULSIÓN	30	2200	400	6,47	2,5	0,34	0,91
VENTILADORES ESCALERAS	30	2740	230	14,02	2,5	2,59	3,15
MOTOR PUERTA ACCESO	30	2800	230	14,32	2,5	2,65	3,21

INSTALACIÓN SIN GRUPO ELECTRÓGENO:

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ACOMETIDA	10	1.714.357	400	5.042	2.880	0,08	0,08

SUBTERRÁNEO

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
DERIVACIÓN	10	34.922	400	102,71	35	0,13	0,21
SUBQUA PARKING	35	4940	400	14,53	6	0,38	0,66
TOMAS CORRIENTE	50	13680	400	40,24	10	0,89	1,18
ALUMBRADO ESCALERAS ALMACENES	50	302,4	230	1,55	2,5	0,48	0,76

PLANTA BAJA

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
DERIVACIÓN	20	160.166	400	471,08	300	0,14	0,17
SUBQUA bar	10	4087,5	400	12,02	6	0,09	0,42
SUBQUA SALA DE ESTAR hall RECEPCIÓN	15	31900	400	93,82	35	0,18	0,71
SUBQUA TIENDA SALA 1,2,3	40	14255	400	41,93	16	0,46	0,33
SUBQUA BAÑOS	30	1390,5	400	4,09	6	0,09	0,57
SUBQUA COCINA	60	6757,5	400	19,88	16	0,33	0,72
SUBQUA COMEDOR 1Y 2	70	18425	400	54,19	35	0,48	0,65
SUBQUA ZONA PERSONAL Y ADMINISTRACIÓN	60	62225	400	183,01	120	0,41	0,70
SUBQUADRO FAN-OILS	35	10000	400	29,41	10	0,46	0,61
SUBQUA SALA CONFERENCIAS	40	11125	400	32,72	16	0,36	0,24

PLANTA 1ª

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
DERIVACIÓN	25	193.409	400	568,85	370	0,17	0,39
SUBQUA HABITACIÓN NORMAL	46	3.137,50	400	9,23	6	0,31	0,70
SUBQUA HABITACIÓN SUITE	46	1.413	400	4,15	6	0,14	0,53
OFFICE	30	3.000	230	15,35	6	1,18	1,57
PASILLO Y SALA ESTAR 1	30	6.000	230	30,69	6	2,36	2,75
PASILLO Y SALA ESTAR 2	30	6.000	230	30,69	6	2,36	2,75
PASILLO Y SALA ESTAR 3	30	6.000	230	30,69	6	2,36	2,75
PASILLO Y SALA ESTAR 4	30	6.000	230	30,69	6	2,36	2,75
PASILLO Y SALA ESTAR 5	30	6.000	230	30,69	6	2,36	2,75
PASILLO Y SALA ESTAR 6	30	6.000	230	30,69	6	2,36	2,75
ESCALERAS	45	2.400	400	7,06	4	0,35	0,74
TOMAS CORRIENTE	50	15.300	400	45,00	25	0,40	0,79
SUBQUA SALA REUNIONES 1	55	1.294	400	3,81	6	0,15	0,55
SUBQUA SALA REUNIONES 2	60	1.294	400	3,81	6	0,17	0,56
SUBQUA SALA REUNIONES 3	65	1.553	400	4,57	6	0,22	0,61
SUBQUA SALA REUNIONES 4	70	1.294	400	3,81	6	0,20	0,59
SUBQUA SALA REUNIONES 5	25	1.294	400	3,81	6	0,07	0,46
SUBQUA GIMNASIO	22	4.829	400	14,20	6	0,23	0,62
SUBQUA SALA CONFERENCIAS	30	11.125	400	32,72	10	0,43	0,83
SUBQUA BAÑOS	35	1.391	400	4,09	6	0,11	0,50

PLANTA 2ª

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
DERIVACIÓN	30	124.956	400	367,52	240	0,20	0,60
SUBQUA HABITACIÓN NORMAL	46	3.137,50	400	9,23	6	0,31	0,91
SUBQUA HABITACIÓN SUITE	46	1.413	400	4,15	6	0,14	0,74
OFFICE	35	3000	400	8,82	6	0,23	0,83
PASILLO	35	756	230	3,87	4	0,52	1,12
ESCALERAS	35	162	230	0,83	1,5	0,30	0,90
TOMAS CORRIENTE	35	8400	400	24,71	10	0,38	0,98

PLANTA 3º

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
DERIVACIÓN	30	124.956	400	367,52	240	0,20	0,28
SUBQUA HABITACIÓN NORMAL	46	3.137,50	400	9,23	6	0,31	0,59
SUBQUA HABITACIÓN SUITE	46	1.413	400	4,15	6	0,14	0,42
OFFICE	35	3000	400	8,82	6	0,23	0,51
PASILLO	35	756	230	3,87	4	0,52	0,80
ESCALERAS	35	162	230	0,83	1,5	0,30	0,58
TOMAS CORRIENTE	35	8400	400	24,71	10	0,38	0,66

PLANTA 4º

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
DERIVACIÓN	30	124.956	400	367,52	240	0,20	0,28
SUBQUA HABITACIÓN NORMAL	46	3.137,50	400	9,23	6	0,31	0,59
SUBQUA HABITACIÓN SUITE	46	1.413	400	4,15	6	0,14	0,42
OFFICE	35	3000	400	8,82	6	0,23	0,51
PASILLO	35	756	230	3,87	4	0,52	0,80
ESCALERAS	35	162	230	0,83	1,5	0,30	0,58
TOMAS CORRIENTE	35	8400	400	24,71	10	0,38	0,66

PLANTA 5º

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
AIRE ACONDICIONADO 1	55	232000	400	682,35	480	0,35	0,42
AIRE ACONDICIONADO 2	55	232000	400	682,35	480	0,35	0,77
ASCENSORES	55	18500	400	54,41	35	0,38	0,80

SUBQUADROS SIN GRUPO ELECTRÓGENO:

SUBQUA HABITACIÓN NORMAL

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
TOMAS CORRIENTE	5	862,50	230	4,41	2,5	0,14	0,59
TELEVISIÓN	5	862,50	230	4,41	2,5	0,14	0,59
FAN-COLIS	5	550,00	230	2,81	2,5	0,09	0,59
NEVERA	5	862,50	230	4,41	2,5	0,14	0,59

SUBQUA HABITACIÓN SUITE

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
NEVERA	5	862,5	230	4,41	2,5	0,14	0,56
FAN-COLIS	5	550	230	2,81	2,5	0,09	0,51

SUBQUA SALA REUNIONES 1

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
TOMAS CORRIENTE	20	1293,75	230	6,62	2,5	0,82	1,36

SUBQUA SALA REUNIONES 2

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
TOMAS CORRIENTE	20	1293,75	230	6,62	2,5	0,82	1,37

SUBQUA SALA REUNIONES 3

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
TOMAS CORRIENTE	20	1.552,50	230	7,94	2,5	0,98	1,59

SUBQUA SALA REUNIONES 4

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
TOMAS CORRIENTE	20	1293,75	230	6,62	2,5	0,82	1,28

SUBQUA SALA REUNIONES 5

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
TOMAS CORRIENTE	20	1293,75	230	6,62	2,5	0,82	1,44

SUBQUA GIMNASIO

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ALUMBRADO	25	490	230	2,51	1,5	0,64	1,26
TOMAS CORRIENTE	25	3018,75	230	15,44	2,5	2,38	3,00
FAN-COLIS	20	1320	230	6,75	2,5	0,83	1,45

SUBQUA SALA CONFERENCIAS

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
TOMAS CORRIENTE 1	30	4.312,50	230	22,06	6	1,70	2,52
TOMAS CORRIENTE 2	30	4.312,50	230	22,06	6	1,70	2,52

SUBQUA BAÑOS

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
TOMAS CORRIENTE	10	862,50	230	4,41	2,5	0,27	0,77
FAN-COLIS	10	528,00	230	2,70	2,5	0,17	0,66

SUBQUA bar

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
TOMAS CORRIENTE	30	2.587,50	230	13,24	2,5	2,45	2,87

SUBQUA TIENDA SALA 1,2,3

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ALUMBRADO	30	630,00	230	3,22	1,5	0,99	1,33
TOMAS CORRIENTE 1	30	4.312,50	230	22,06	6	1,70	2,03
TOMAS CORRIENTE 2	30	4.312,50	230	22,06	6	1,70	2,03

SUBQUA SALA DE ESTAR hall RECEPCIÓN

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ALUMBRADO 1	30	2.000,00	230	10,23	4	1,18	1,89
ALUMBRADO 2	30	2.000,00	230	10,23	4	1,18	1,89
ALUMBRADO 3	30	2.000,00	230	10,23	4	1,18	1,89
ALUMBRADO 4	30	2.000,00	230	10,23	4	1,18	1,89
HILO MUSICAL	30	1.100,00	230	5,63	2,5	1,04	1,75
TOMAS CORRIENTE	30	14.175,00	400	41,69	10	0,55	1,26
TOMAS CORRIENTE	30	8.625,00	400	25,37	10	0,34	1,04

SUBQUA ZONA PERSONAL Y ADMINISTRACIÓN

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ALUMBRADO	30	3.500,00	230	17,90	6	1,38	2,08
TOMAS CORRIENTE	30	12.150,00	400	35,74	10	0,47	1,17
TOMAS CORRIENTE 1	30	7.762,50	230	39,71	10	1,83	2,53
TOMAS CORRIENTE 2	30	7.762,50	230	39,71	10	1,83	2,53
TOMAS CORRIENTE 3	30	7.762,50	230	39,71	10	1,83	2,53
TOMAS CORRIENTE 4	30	7.762,50	230	39,71	10	1,83	2,53
TOMAS CORRIENTE 5	30	7.762,50	230	39,71	10	1,83	2,53
TOMAS CORRIENTE 6	30	7.762,50	230	39,71	10	1,83	2,53

SUBQUA COCINA

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ALUMBRADO	20	720,00	230	3,68	1,5	0,76	1,48
TOMAS CORRIENTE	20	6.037,50	400	17,76	4	0,39	1,12

SUBQUA COMEDOR 1Y 2

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ALUMBRADO	30	1100	230	5,63	2,5	1,04	1,69
TOMAS CORRIENTE	30	5175	400	15,22	2,5	0,81	1,46
TOMAS CORRIENTE 1	30	4050	230	20,72	4	2,39	3,04
TOMAS CORRIENTE 2	30	4050	230	20,72	4	2,39	3,04
TOMAS CORRIENTE 3	30	4050	230	20,72	4	2,39	3,04

SUBQUA PARKING

NOMBRE CIRCUITO	L [m]	P [W]	U [V]	I [A]	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN %	CAÍDA TENSIÓN ACUMU%
ALUMBRADO 1	40	800,00	230	4,09	2,5	1,01	1,67
ALUMBRADO 2	40	800,00	230	4,09	2,5	1,01	1,67
VENTILADOR EXTRACTOR	30	3.000,00	230	15,35	2,5	2,84	3,50
VENTILADOR IMPULSIÓN	30	2.200,00	400	6,47	2,5	0,34	1,00
VENTILADORES ESCALERAS	30	2.740,00	400	8,06	2,5	0,43	1,09

3.5.-POTENCIA DE LA BATERÍA DE CONDENSADORES

Recargos y bonificaciones.

Mediante la instalación de baterías de condensadores no se pretende compensar el factor de potencia, sino también evitar recargos en la facturación eléctrica. Es por esto que al escoger un factor de potencia corregido de 0.95 nos evitamos penalizaciones sino que se obtiene un pequeño descuento porcentual.

El valor porcentual a aplicar a la facturación se determina según la siguiente formula:

$$Kr = \frac{17}{\cos^2 j} - 21 = \frac{17}{\cos 0.95^2} - 21 = -2,2$$

Criterio de cálculo.

Se ha escogido el sistema de compensación global, ya que es idóneo en el caso de tener múltiples consumidores, de diferente índole.

Se colocaran 2 baterías de condensadores una para corregir el factor de potencia del suministro normal y otra para el suministro de reserva

Por todo esto, procedemos a calcular la potencia necesaria para mejorar el factor de potencia hasta un valor de 0.95 de cada cuadro mediante la siguiente formula:

$$Q_c = P * (Tg j_i - Tg j_f)$$

donde:

P = Potencia activa por cuadro (kW)

tg .i = tg (arc cos 0.85)

tg .f = tg (arc cos 0.95)

Calculo para el suministro normal:

P= 1.109,116 kw

tg .i = tg (arc cos 0.85)

tg .f = tg (arc cos 0.95)

$$Q_c = 1.109,116 * (Tg j_i - Tg j_f) = 322,81k \text{ var}$$

Ahora calcularemos la I del condensador para poder dimensionar las protecciones.

$$I_c = \frac{322,81}{\sqrt{3} * 0,4} = 465,93A$$

Para esta compensación hemos escogido :

Una batería de 330 kvar de la marca circuitor con interruptores estáticos cuyo modelo es 4 45 477 EMK-6-330-400

Con un escalonamiento de:

$$30 + (5 \times 60)$$

Escalonamientos:

ESCALON	30	60	60	60	60	60	kVAr
1	x						30
2	x	x					90
3	x	x	x				150
4	x	x	x	x			210
5	x	x	x	x	x		270
6	x	x	x	x	x	x	330

Calculo para el suministro de reserva:

$$P = 605,241 \text{ kw}$$

$$\text{tg } \phi_i = \text{tg } (\arccos 0.85)$$

$$\text{tg } \phi_f = \text{tg } (\arccos 0.95)$$

$$Q_c = 605,241 * (\text{Tg } \phi_i - \text{Tg } \phi_f) = 176,16 \text{ k var}$$

Ahora calcularemos la I del condensador para poder dimensionar las protecciones.

$$I_c = \frac{176,16}{\sqrt{3} * 0,4} = 254,26 \text{ A}$$

Para esta compensación hemos escogido :

Una batería de 200 KVar de la marca circuitor amb interruptores estáticos cuyo modelo es 4 45 474 EMK-4-200-400

Con un escalonamiento de:

$$40 + (2 \times 80)$$

Escalonamientos.

ESCALON	40	80	80	kVAr
1	x			30
2	x	x		120
3	x	x	x	200

3.6.-RED DE PUESTA A TIERRA

Resistencia total de tierra del edificio

Los electrodos se dimensionaran para tener una resistencia total a tierra inferior a 15 ohms, de tal forma que cualquier masa no pueda dar tensiones de contacto superiores a 24V.
Deduciremos la resistencia total de los electrodos a partir de la expresiones:

$$R_t = \frac{R_p * R_m}{R_p + R_m}$$

Siendo:

RT = Resistencia total de tierra del edificio (.)

RP = Resistencia de tierra de las picas (.)

RM = Resistencia de tierra de la red mallada (.)

RESISTENCIA DE TIERRA DE LAS PICAS

Tal y como viene indicado en la Memoria Descriptiva, se instalan cinco picas de acero conreado, de 20 mm de diámetro y longitud 2 metros, con un minimo de 25 metros entre dos picas sucesivas.

Para calcular la resistencia del conjunto de picas se utiliza la expresión:

$$R_p = \frac{s}{n.L}$$

donde:

RP = Resistencia de tierra de las picas (.)

r = Resistividad del terreno (ohms). En el presente caso, siguiendo la tabla 3 de ITC- BT 018, se adopta un valor de 200 .m, por haber considerado el terreno del tipo calizas blandas.

NU = Numero de picas instaladas (5 en este caso).

L = Longitud de cada pica (m).

$$R_p = \frac{200}{5 \times 2} = 20\Omega$$

RESISTENCIA DE TIERRA DE LA RED MALLADA

Se instala una red mallada de conductores enterrados horizontalmente, colocada debajo de la cimentación del edificio, de 650.5 m.

Los conductores enterrados tendrán una sección de 35 mm² y serán de cobre macizo desnudo. Se colocaran por el perímetro del edificio, además de recorridos transversales.

Para calcular la resistencia del conjunto de la red se utiliza la expresión:

$$R_m = \frac{2 \times s}{L}$$

donde:

R_m = Resistencia de tierra de la red (.)

ρ = Resistividad del terreno (ohms). En el presente caso, siguiendo la tabla 3 de ITC- BT 018, se adopta un valor de 200 .m, por haber considerado el terreno del tipo calizas blandas.

L = Longitud de la conducción enterrada (m).

$$R_m = \frac{2 \times 200}{650,5} = 0,61$$

Una vez calculadas las resistencias de los diferentes electrodos, se procede al calculo de la resistencia total de tierra del edificio, según la formula antes indicada:

$$R_t = \frac{20 \times 0,61}{20 + 0,61} = 0,59$$

Queda así comprobado que el valor obtenido es muy inferior al minimo requerido por la normativa 15 ohms.

Resistencia de la puesta a tierra del neutro del Grupo electrógeno.

Se ha diseñado un sistema de puesta a tierra por separado de la puesta a tierra general de Baja Tensión, realizado mediante tres (3) picas de acero conreado dispuestas en triangulo equilátero (4 m de lado) unidas mediante conductor de cobre desnudo de 35 mm² y longitud 5 m. A ellas se unirá el conductor neutro del Grupo.

RESISTENCIA DE TIERRA DE LAS PICAS

Se instalan tres picas de acero conreado, de 20 mm de diámetro y longitud 2 metros.

Para calcular la resistencia del conjunto de picas se utiliza la expresión:

$$R_p = \frac{s}{n.L}$$

donde:

R_p = Resistencia de tierra de las picas (.)

r = Resistividad del terreno (ohms). En el presente caso, siguiendo la tabla 3 de ITC- BT 018, se adopta un valor de 200 .m, por haber considerado el terreno del tipo calizas blandas.

NU = Numero de picas instaladas (5 en este caso).

L = Longitud de cada pica (m).

RESISTENCIA DE TIERRA DEL CONDUCTOR HORIZONTAL

El conductor enterrado horizontalmente unirá la disposición de triangulo equilátero de las picas con el neutro del transformador, y tendrá una longitud total de 17 m (12+5).

Para calcular la resistencia se utiliza la expresión:

$$R_m = \frac{2 \times s}{L}$$

donde:

RM = Resistencia de tierra de la red (.)

r = Resistividad del terreno (ohms). En el presente caso, siguiendo la tabla 3 de ITC- BT 018, se adopta un valor de 200 .m, por haber considerado el terreno del tipo calizas blandas.

L = Longitud de la conducción enterrada (m).

Una vez calculadas las resistencias de los diferentes electrodos, se procede al cálculo de la resistencia total, según la formula siguiente:

Siendo:

RT = Resistencia total de tierra del edificio (.)

RP = Resistencia de tierra de las picas (.)

RM = Resistencia de tierra de la red mallada (.)

Queda así comprobado que el valor obtenido es inferior al minimo requerido por la normativa.

3.7.-ESTUDIO DEL LA CONTRATACIÓN DE LA ELÉCTRICA.

Mediante este estudio se demostrará cual es el mejor tipo de contratación de la energía eléctrica para suministrar los 1.714,35kW necesarios. De las tarifas en Baja Tensión estudiaremos las 3.0 y 4.0 ya que las otras no se pueden aplicar a la potencia que requerimos. Las tarifas en Alta Tensión con tensión inferior a 36 kc. posibles a contratar son 1.1, 2.1 y 3.1.

A estas tarifas, se les debe aplicar un complemento por discriminación horaria, el cual consiste en un recargo o descuento sobre el consumo de energía eléctrica, descontando en períodos de demanda baja (horas valle) y penalizando el consumo en períodos de alta demanda de energía (horas punta).

Existen 6 tipos de discriminaciones horarias y para cada una se establecen distintos períodos horarios. La discriminación horaria que nos permite un descuento mayor es la Discriminación Horaria con contador de triple tarifa tipo 4 debido a que, dicha discriminación considera los fines de semana y festivos como horas valle, aplicando un descuento, por lo que este tipo 4 es

adecuado para los abonados que tienen un fuerte consumo los fines de semana y festivos, como un hotel.

Los precios de los términos de potencia y energía de las tarifas, vienen determinados por el Real Decreto 842/2002. Para simplificar los cálculos del coste de la factura eléctrica, no se han considerado los precios de los alquileres de los aparatos de medida ni los costes de los derechos de acometida, enganche y verificación.

Datos de Partida:

La Discriminación Horaria Tipo 4 consta de contador de triple tarifa, con distinción de sábados y festivos. Los horarios de utilización y recargos y descuentos son:

Periodo	Horas punta	Recargo	Horas valle	Descuento
Invierno	17 a 23	100 %	0 a 8	43 %
			0 a 24*	
Verano	9 a 15	100 %	0 a 8	43 %
			0 a 24*	
* Sábados, Domingos y Festivos				

Tabla 2.3: Horarios de la Discriminación Horaria Tipo 4.

En la siguiente tabla aplicamos un coeficiente de utilización a la potencia total (1.714,35kW) en cada hora del día, según el número de instalaciones que consideramos que estarán en uso. Separamos el consumo entre semana (L-V) y el de fin de semana (S-D), para poder aplicar con más exactitud la discriminación tipo 4. Al ser un hotel, consideramos más consumo los fines de semana.

Hora	% de L-V	Pot (W)	% de S-D	Pot (W)
0-1	35	600.025	35	600.025
1-2	20	342.871	25	428.589
2-3	20	342.871	20	342.871
3-4	20	342.871	20	342.871
4-5	20	342.871	20	342.871
5-6	20	342.871	20	342.871
6-7	30	514.307	35	600.025
7-8	40	685.743	45	771.461
8-9	60	1.028.614	55	942.896
9-10	65	1.114.332	55	942.896
10-11	75	1.285.768	75	1.285.768
11-12	80	1.371.486	85	1.457.203
12-13	80	1.371.486	85	1.457.203
13-14	80	1.371.486	85	1.457.203
14-15	75	1.285.768	75	1.285.768
15-16	60	1.028.614	60	1.028.614
16-17	70	1.200.050	70	1.200.050
17-18	70	1.200.050	75	1.285.768
18-19	90	1.542.921	95	1.628.639
19-20	90	1.542.921	95	1.628.639
20-21	80	1.371.486	85	1.457.203
21-22	85	1.457.203	85	1.457.203
22-23	80	1.371.486	85	1.457.203
23-24	70	1.200.050	75	1.285.768
wh/dia		24.258.151	wh/dia	25.029.611
wh/semana		171.349.977		
Kwh / mes		733.916		

tabla 2.4: Consumos diarios previstos entre semana y fin de semana.

Considerando un mes de verano de 30 días, de los cuales 22 días son entre semana y 8 días en fin de semana, obtenemos los siguientes valores:

Energía total consumida	277.554 kWh
Energía horas punta	173.493 kWh
Energía horas valle	77.317kWh
Energía horas plana	200.237kWh

Cálculos de las Tarifas Eléctricas.

	tarifa	BAJA TENSIÓN		ALTA TENSIÓN		
		3.0	4.0	1.1	2.1	3.1
Termino de potencia E/kW mes		1,40762	2,248456	1,949492	4,011095	10,650579
Termino de energía E/kW mes		0,082402	0,075301	0,065274	0,059544	0,047959

Termino de Potencia	2.413,16	3.854,66	3.342,13	6.876,45	18.258,89
Término de Energía	60.476,16	55.264,62	47.905,65	43.700,31	35.197,89
Tipo Discriminación horaria	T4	T4	T4	T4	T4
Recargo Horas Punta	14.296,16	13.064,19	11.324,58	10.330,46	8.320,55
Recargo Horas Valle	-9.834,55	-8.987,05	-7.790,35	-7.106,48	-5.723,83
Complemento por Energía Reactiva	-1.360,57	-1.279,01	-1.108,71	-1.094,20	-1.156,50
Subtotal	65.990,38	61.917,41	53.673,29	52.706,54	54.897,00
Impuesto sobre la electricidad (IE)	3.215,34	3.022,59	2.620,14	2.585,84	2.733,08
Impuesto sobre el valor añad (IVA)	11.072,91	10.390,40	9.006,95	8.846,78	9.220,81
TOTAL (euros)	80.278,63	75.330,40	65.300,38	64.139,16	66.850,89

Tabla 2.5: Consumo en euros según el tipo de tarifa eléctrica.

Las expresiones utilizadas para los anteriores cálculos son las siguientes:

- Término de potencia

$$T_p = P_{contratada} \cdot \text{Precio}$$

Es el resultado de multiplicar la potencia contratada (1.714.356,95 W) por un precio unitario que depende del tipo de tarifa.

- Término de energía

$$T_E = P_{consumida} \cdot \text{Precio}$$

Es el resultado de multiplicar la energía activa consumida por un precio unitario que depende del tipo de tarifa, en este caso la potencia consumida mensualmente es de 149.271 kWh.

- Complemento por discriminación horaria

$$C_H = b_1 \frac{\sum W_i C_i}{100} \quad (2.8)$$

Siendo:

C_H : Complemento de recargo o descuento (euros).

W_i : Energía activa consumida en cada uno de los horarios para cada tipo de discriminación horaria (kWh).

C_i : Coeficiente de recargo o descuento en cada uno de los horarios para cada tipo de discriminación horaria.

b_1 : Precio unitario de la energía según la tarifa vigente y correspondiente a cada caso.

Hay seis tipos de discriminación horaria (desde el tipo 0 al tipo 5), y para cada uno de estos tipos se establecen cada día unos períodos horarios (punta, valle, llano). La energía consumida en estos períodos está sujeta a recargos o descuentos. La tipo 4, aplica un recargo del 100 % en horas punta y un descuento de - 43 % en horas valle.

- Energía reactiva

Partimos de que tenemos una batería que proporciona a la instalación un factor de potencia de 0,95.

El porcentaje a aplicar viene dado por la expresión:

$$K_r (\%) = \frac{17}{\cos^2 \phi} - 21 \quad (2.9)$$

Y por último, el complemento viene dado por:

$$Treac = \frac{Kr}{100} \cdot (T_p + T_e) \quad (2.8)$$

Se considera un solo decimal y no se aplicará recargos superiores al 47 % ni descuentos superiores al 4 %.

- Impuesto sobre la electricidad (IE)

Es el 4,864 % sobre los términos de potencia, energía y complementos, multiplicados por un coeficiente regulador de 1,05113 (ley de acompañamiento de los presupuestos – BOE 31-12-97).

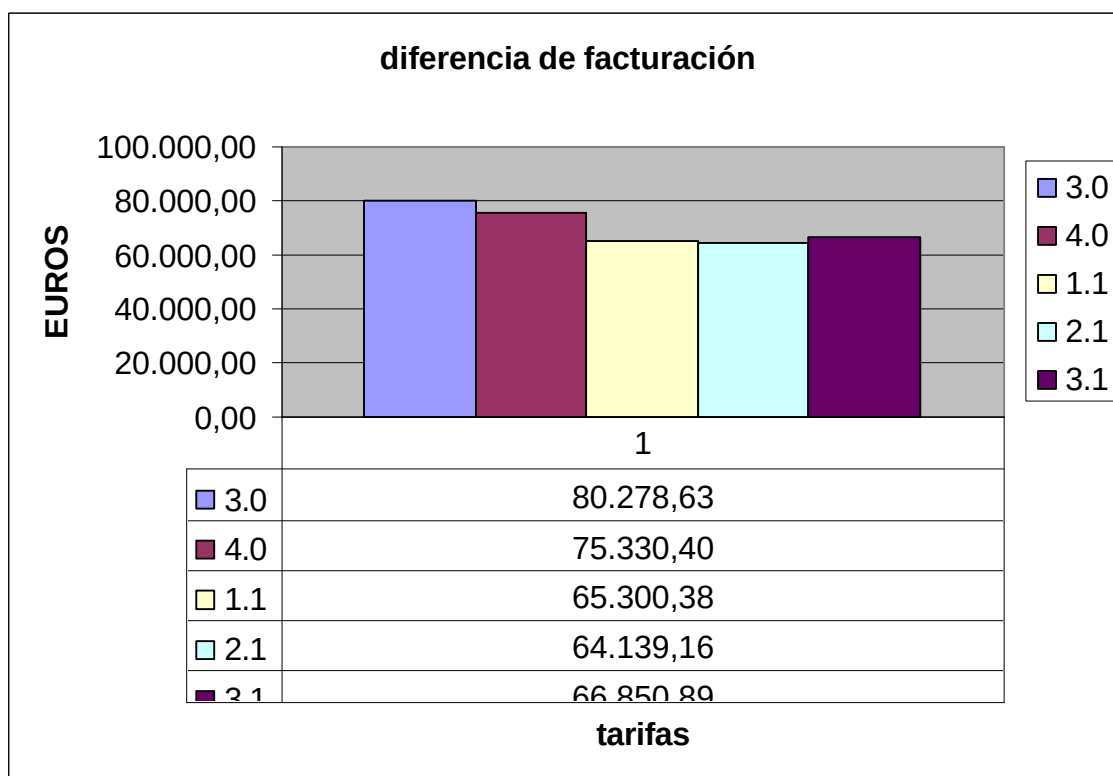
- Impuesto sobre el valor añadido (IVA)

Se utiliza el tipo general 16 % sobre el valor total.

Elección de la tarifa eléctrica:

A partir de los datos obtenidos en la tabla anterior, podemos observar que la tarifa más económica es la 2.1 en Alta Tensión.

Tal como se ve en el grafico siguiente:



La diferencia del coste de la construcción de las instalaciones requeridas para el suministro en B.T. y A.T. es de 12.493 euros a favor del suministro en B.T.

El ahorro mensual del consumo eléctrico de A.T. a B.T. es de 11.191 euros a favor de la tarifa en A.T.

La amortización será el resultado de dividir el sobrecoste de la construcción del C.M. requerido para el suministro en Alta Tensión, por el ahorro mensual que este representa:

$$\text{Amortización C.M.} = \frac{\text{Sobre coste}}{\text{Ahorro}} = 1,1 \text{ meses} \Rightarrow 2 \text{ meses}$$

El suministro en Alta Tensión representa 12.493 euros más caro respecto al suministro en Baja Tensión, pero el elevado ahorro que representa la contratación en Alta Tensión, nos permite amortizar dicha diferencia en 2 meses, a partir de los cuales, el C.M. representará un importante descuento en la factura eléctrica.

ÍNDICE:

4.1.-CUADRO DE PRECIOS 2

4.2.-PRESUPUESTO 5

4.PRESUPUESTO

4.1.-CUADRO DE PRECIOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 01 SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS			
E22M130	ud	PLACA PLANA 2x1 m. Colector solar de 2 m2. de dimensiones 2x1 m. y peso total 220 kg., formado por células fotosolares. Instalado.	514,01
E22T1070	ud	ACUMULADOR A.C.S. 5.000 l. Depósito acumulador de A.C.S. de 5.000 l. de capacidad, en acero galvanizado para una presión de trabajo de hasta 10 bar y 50°C, red de tuberías de acero negro soldado, válvula de retención, instalado.	QUINIENTOS CATORCE EUROS con UN CÉNTIMOS 3.774,79
E22M240	ud	ACUMULADOR VERT. SOLAR 4000 l. Acumulador con aislamiento y doble serpentín de 600 l., incluso p.p. de accesorios, totalmente instalado.	TRES MIL SETECIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS 7.386,43
E22M260	ud	DEPÓSITO TAMPÓN 700 l. Depósito tampón de 700 l. con aislamiento, incluso p.p. de accesorios, totalmente instalado.	SIETE MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS 1.472,77
E22CM050	ud	C.FUND. MODU. GAS 214.000kcal/h Caldera modular de fundición a gas de 214.000 kcal/h., equipada con quemador atmosférico de acero inoxidable, i/circuito de humos y cortatiro, encendido piezo-eléctrico, cuadro de regulación y control para funcionamiento totalmente automático, i/conexión a chimenea de evacuación de humos.	MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y DOS EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS 7.957,96
E22M380	ud	REGULADOR SOLAR 3 PTOS. CONSIGNA Regulador solar con display digital, para tres puntos de consigna, incluso sondas de temperatura PT-1000, instalado.	SIETE MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS 527,22
			QUINIENTOS VEINTISIETE EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS
CAPÍTULO 02 INSTALAC. ELÉCTRICAS BAJA TENSIÓN			
SUBCAPÍTULO E17C INSTALACIÓN INTERIOR			
APARTADO E17CB CUADROS DE PROTECCIÓN			
SUBAPARTADO E17CBL CUADRO PROTECCIÓN			
E17CBL42	ud	CUADRO DIST.PROTEC.CALEF. Y ACS CENTR. Cuadro de distribución y protección para circuitos de calefacción y ACS centralizada formado por caja de doble aislamiento de empotrar, una puerta 24 elementos, perfil omega, embarrado de protección, interruptor automático diferencial de 2x63 A, 300 mA, y dos interruptores automáticos magnetotérmicos 2x32 A, incluyendo cableado y conexionado.	281,17
E17CBL31	ud	CUADRO BAÑOS	DOSCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS 1.131,25
E17CBL32	ud	CUADRO BAR	MIL CIENTO TREINTA Y UN EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS 1.810,04

E17CBL38	ud	CUADRO PARKING	MIL OCHOCIENTOS DIEZ EUROS con CUATRO CÉNTIMOS	4.909,44
E17CBL36	ud	CAUDRO COCINA	CUATRO MIL NOVECIENTOS NUEVE EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	2.616,91
E17CBL33	ud	CUADRO TIENDA	DOS MIL SEISCIENTOS DIECISEIS EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS	1.524,19
E17CBL45	ud	CUADRO GIMNASIO	MIL QUINIENTOS VEINTICUATRO EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS	1.310,09
E17CBL01	ud	CUADRO PRINCIPAL	MIL TRESCIENTOS DIEZ EUROS con NUEVE CÉNTIMOS	191.638,88
E17CBL39	ud	CUADRO SUTERRANEO	CIENTO NOVENTA Y UN MIL SEISCIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS	3.023,11
E17CBL37	ud	CUADRO COMEDOR	TRES MIL VEINTITRES EUROS con ONCE CÉNTIMOS	2.607,47
E17CBL30	ud	SALA CONFERENCIAS	DOS MIL SEISCIENTOS SIETE EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS	1.771,84
E17CBL35	ud	CUADRO ZONA PERSONAL	MIL SETECIENTOS SETENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	3.698,52
E17CBL07	ud	CUADRO SALA ESTAR	TRES MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS	2.769,01
E17CBL06	ud	CUADRO SALA REUNIONES	DOS MIL SETECIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS con UN CÉNTIMOS	1.195,55
E17CBL05	ud	CUADRO PROTECCIÓN NORMAL Y SUITE	MIL CIENTO NOVENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS	881,33
E17CBL04	ud	CUADROS PLANTA 2,3,4, 5	OCHOCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS	8.918,01
			OCHO MIL NOVECIENTOS DIECIOCHO EUROS con UN CÉNTIMOS	

E17CBL03	ud	CUADRO PLANTA 1	TREINTA Y UN MIL SESENTA Y NUEVE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS	31.069,70
E17CBL02	ud	CUADRO PLANTA BAJA	TRECE MIL NOVECIENTOS VEINTIOCHO EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS	13.928,68
E17CBL050	ud	CUADRO PROTEC.DOS ASCENSORES Cuadro protección dos ascensores, previo a su cuadro de mando, formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con puerta de 24 elementos, perfil omega, embarrado de protección, dos interruptores automáticos diferenciales 4x40 A. 30 mA., dos PIAS (III) de 25 A., tres PIAS (1+N) de 10 A., diferencial 2x25 A. 30 mA. Instalado, incluyendo cableado y conexionado.	QUINIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS	568,96
SUBCAPÍTULO E17B INSTALACIÓN INTERMEDIA				
APARTADO E17BB LÍNEAS REPARTIDORAS DE COBRE				
E17BB070	m.	LÍN.REPARTIDORA EMP. 3,5x240 mm2 Línea repartidora, formada por cable de cobre de 3,5x120 mm2, con aislamiento de 0,6 /1 kV, en montaje empotrado bajo tubo de fibrocemento de D=100 mm. Instalación, incluyendo conexiona-	CIENTO TREINTA Y SEIS EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS	136,35
APARTADO E17BD TOMAS DE TIERRA				
E17BD020	ud	TOMA DE TIERRA INDEP. CON PICA Toma de tierra independiente con pica de acero cobrizado de D= 14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre de 35 mm2, unido mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba.	OCHENTA Y CUATRO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS	84,66
E17BD050	m.	RED TOMA DE TIERRA ESTRUCTURA Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm2, uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba.	CUATRO EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS	4,67
SUBCAPÍTULO E17S SUMINISTROS AUXILIARES ENERGÍA				
APARTADO E17SG GRUPOS ELECTRÓGENOS				
E17SG040	ud	GRUPO ELECTRÓGENO DE 800 KVA Grupo electrógeno para 500 KVA, formado por motor diesel refrigerado por agua, arranque eléctrico, y alternador trifásico, en bancada apropiada, incluyendo circuito de conmutación, escape de gases y silencioso, montado, instalado con pruebas y ajustes.	CINCUENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS	52.885,96
CAPÍTULO 03 CENTRO DE MEDIDA				
3.3		TRANSFORMADOR	VEINTISEIS MIL SETECIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS con DOCE CÉNTIMOS	26.795,12
3.2	ud	APARAMENTA	DIECIOCHO MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS	18.443,17
3.1	ud	OBRA CIVIL	MIL DOSCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS	1.277,23

4.2.-PRESUPUESTO

CAPÍTULO 01 SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS

E22M130	ud	PLACA PLANA 2x1 m.		
Colector solar de 2 m2. de dimensiones 2x1 m. y peso total 220 kg., formado por células fotosolares. Instalado.				
O01OA090	3,000 h.	Cuadrilla A	35,44	106,32
P20AS010	1,000 ud	Placa solar agua caliente 2x1 m.	360,80	360,80
P15LA070	1,000 ud	Pequeño material instalación s.solar	46,89	46,89
TOTAL PARTIDA				514,01

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS CATORCE EUROS con UN CÉNTIMOS

E22TI070	ud	ACUMULADOR A.C.S. 5.000 l.		
Depósito acumulador de A.C.S. de 5.000 l. de capacidad, en acero galvanizado para una presión de trabajo de hasta 10 bar y 50°C, red de tuberías de acero negro soldado, válvula de retención, instalado.				
O01OB170	8,000 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	15,61	124,88
O01OB180	8,000 h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	14,22	113,76
P20AA070	1,000 ud	Acumulador A.C.S. 5.000 l.V.	3.419,31	3.419,31
P20TA060	16,000 m.	Tubería acero negro sold.1 1/2"	4,33	69,28
P20TV180	1,000 ud	Válv.ret.PN10/16 1 1/2"c/bridas	47,56	47,56
TOTAL PARTIDA				3.774,79

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL SETECIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

E22M240	ud	ACUMULADOR VERT. SOLAR 4000 l.		
Acumulador con aislamiento y doble serpentín de 600 l., incluso p.p. de accesorios, totalmente instalado.				
O01OA090	4,000 h.	Cuadrilla A	35,44	141,76
P20AS120	3,000 ud	Acumulador vertical 5000 l.	2.368,00	7.104,00
P15LA070	3,000 ud	Pequeño material instalación s.solar	46,89	140,67
TOTAL PARTIDA				7.386,43

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS

E22M260	ud	DEPÓSITO TAMPÓN 700 l.		
Depósito tampón de 700 l. con aislamiento, incluso p.p. de accesorios, totalmente instalado.				
O01OA090	2,000 h.	Cuadrilla A	35,44	70,88
P20AS140	1,000 ud	Depósito tampón 700 l.	1.355,00	1.355,00
P15LA070	1,000 ud	Pequeño material instalación s.solar	46,89	46,89
TOTAL PARTIDA				1.472,77

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y DOS EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

E22CM050	ud	C.FUND. MODU. GAS 214.000kcal/h		
Caldera modular de fundición a gas de 214.000 kcal/h., equipada con quemador atmosférico de acero inoxidable, i/circuito de humos y cortatiro, encendido piezo-eléctrico, cuadro de regulación y control para funcionamiento totalmente automático, i/conexión a chimenea de evacuación de humos.				
O01OA090	26,000 h.	Cuadrilla A	35,44	921,44
P20CV070	1,000 ud	Cald.acer.mod.gas.214.000kcal/h	4.551,00	4.551,00
P20TA210	2,000 ud	Colector 4"x1,5x 6 conexiones	765,00	1.530,00
P20TA080	10,000 m.	Tubería acero negro sold.2 1/2"	7,84	78,40
P20TV220	8,000 ud	Válv.comp. bronce.1 1/2"	90,69	725,52
P07CV450	10,000 m.	Cubretub.lana vid.Al.D=48;1 1/2" e=25	3,56	35,60
P20CV110	1,000 ud	Puesta en marcha	116,00	116,00
TOTAL PARTIDA				7.957,96

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS

E22M380		ud	REGULADOR SOLAR 3 PTOS. CONSIGNA			
		Regulador solar con display digital, para tres puntos de consigna, incluso sondas de temperatura PT-1000, instalado.				
O01OB170	2,000 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor		15,61	31,22	
P20AS260	1,000 ud	Regulador solar 3 ptos. consigna		496,00	496,00	
TOTAL PARTIDA						527,22
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS VEINTISIETE EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS						

CAPÍTULO 02 INSTALAC. ELÉCTRICAS BAJA TENSIÓN**SUBCAPÍTULO E17C INSTALACIÓN INTERIOR****APARTADO E17CB CUADROS DE PROTECCIÓN****SUBAPARTADO E17CBL CUADRO PROTECCIÓN****E17CBL42 ud CUADRO DIST.PROTEC.CALEF. Y ACS CENTR.**

Cuadro de distribución y protección para circuitos de calefacción y ACS centralizada formado por caja de doble aislamiento de empotrar, una puerta 24 elementos, perfil omega, embarrado de protección, interruptor automático diferencial de 2x63 A, 300 mA, y dos interruptores automáticos magnetotérmicos 2x32 A, incluyendo cableado y conexionado.

O01OB200	1,500 h.	Oficial 1ª electricista	15,00	22,50
P15FB020	1,000 ud	Arm. puerta opaca 24 mód.	37,05	37,05
P15FJ060	1,000 ud	Diferencial ABB 2x63A a 300mA tipo AC	170,80	170,80
P15FK090	1,000 ud	PIA ABB 2x32A, 6/10kA curva C	37,92	37,92
P15GH100	1,000 m.	Bandeja chapa perf. 600x60	12,90	12,90

TOTAL PARTIDA**281,17**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS

E17CBL31 ud CUADRO BAÑOS

P15GH020	5,000 m.	Bandeja chapa perf. 200x35	4,17	20,85
P15AE002	30,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 2x2,5 mm2 Cu	3,30	99,00
P15FD030	2,000 ud	Int.aut.di. Legrand 2x63 A 30 mA	223,63	447,26
P15FE005	2,000 ud	Int.aut.di. Legrand 2x63 A 30 mA	223,63	447,26
P15FE003	2,000 ud	PIA vivienda Legrand (I+N) 16 A	10,53	21,06
P15MLA040	3,000 ud	Interrup. bipolar Legrand Decor	6,44	19,32
P15AF002	30,000 m.	Tubo rígido PVC D 16 mm.	0,41	12,30
P15FB010	1,000 ud	Arm. puerta opaca 12 mód.	22,50	22,50
O01OB200	1,000 h.	Oficial 1ª electricista	15,00	15,00
O01OB210	0,500 h.	Oficial 2ª electricista	14,03	7,02
P15AE001	10,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 2x1,5 mm2 Cu	0,22	2,20
P15MLA100	2,000 ud	Base ench. normal Legrand Decor	3,38	6,76
P15FE010	1,000 ud	PIA Legrand (I+N) 10 A	10,72	10,72

TOTAL PARTIDA**1.131,25**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CIENTO TREINTA Y UN EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS

E17CBL32 ud CUADRO BAR

P15GH020	50,000 m.	Bandeja chapa perf. 200x35	4,17	208,50
P15FE041	1,000 ud	PIA Legrand (I+N) 32 A	25,61	25,61
P15FE190	2,000 ud	PIA Legrand 4x20 A	68,24	136,48
P15FE220	2,000 ud	PIA Legrand 4x40 A	87,55	175,10
P15FE004	2,000 ud	PIA vivienda Legrand (I+N) 20 A	10,77	21,54
P15FD090	2,000 ud	Int.aut.di. Legrand 4x63 A 30 mA	368,67	737,34
P15FE140	1,000 ud	PIA Legrand 3x25 A	48,32	48,32
P15MLA040	5,000 ud	Interrup. bipolar Legrand Decor	6,44	32,20
P15MLA100	10,000 ud	Base ench. normal Legrand Decor	3,38	33,80
P15FE003	1,000 ud	PIA vivienda Legrand (I+N) 16 A	10,53	10,53
P15FH070	1,000 ud	Arm. ABB puerta opaca 36 mód.	36,10	36,10
O01OB200	3,000 h.	Oficial 1ª electricista	15,00	45,00
P15AE010	40,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 4x6 mm2 Cu	1,22	48,80
P15AE002	40,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 2x2,5 mm2 Cu	3,30	132,00
P15AE003	80,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1KV 2x4 mm2 Cu	0,47	37,60

P15AF006	50,000 m. Tubo rígido PVC D 25 mm.	0,50	25,00	
O01OB210	4,000 h. Oficial 2ª electricista	14,03	56,12	
	TOTAL PARTIDA			1.810,04
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL OCHOCIENTOS DIEZ EUROS con CUATRO CÉNTIMOS				

E17CBL38	ud	CUADRO PARKING		
P15GH020	250,000 m.	Bandeja chapa perf. 200x35	4,17	1.042,50
P15GD030	500,000 m.	Tubo PVC ríg. der.ind. M 50/gp5	0,65	325,00
P15FD090	4,000 ud	Int.aut.di. Legrand 4x63 A 30 mA	368,67	1.474,68
P15FE003	4,000 ud	PIA vivienda Legrand (I+N) 16 A	10,53	42,12
P15FE120	4,000 ud	PIA Legrand 3x16 A	46,10	184,40
P15MMA050	25,000 ud	Pulsador Merten-M-Smart	6,09	152,25
P15MMA060	25,000 ud	Base enchufe schuko Merten-M-Smart	4,06	101,50
P15FE002	1,000 ud	PIA vivienda Legrand (I+N) 10 A	10,32	10,32
P15FH070	1,000 ud	Arm. ABB puerta opaca 36 mód.	36,10	36,10
O01OB200	8,000 h.	Oficial 1ª electricista	15,00	120,00
P15AE002	350,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 2x2,5 mm2 Cu	3,30	1.155,00
P15AE001	40,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 2x1,5 mm2 Cu	0,22	8,80
P15FE210	1,000 ud	PIA Legrand 4x32 A	73,78	73,78
P15FE200	1,000 ud	PIA Legrand 4x25 A	70,75	70,75
O01OB210	8,000 h.	Oficial 2ª electricista	14,03	112,24
TOTAL PARTIDA				4.909,44

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL NOVECIENTOS NUEVE EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

E17CBL36	ud	CAUDRO COCINA		
P15GH020	30,000 m.	Bandeja chapa perf. 200x35	4,17	125,10
P15FE230	1,000 ud	PIA Legrand 4x50 A	181,99	181,99
P15GC050	250,000 m.	Tubo PVC corrug.forrado M 50/gp7	0,65	162,50
P15FE004	6,000 ud	PIA vivienda Legrand (I+N) 20 A	10,77	64,62
P15FE210	2,000 ud	PIA Legrand 4x32 A	73,78	147,56
P15FE280	1,000 ud	Int. aut. Legrand 4x250 A 35 KA	854,64	854,64
P15MLA040	10,000ud	Interrup. bipolar Legrand Decor	6,44	64,40
P15MLA100	40,000ud	Base ench. normal Legrand Decor	3,38	135,20
P15FH070	2,000 ud	Arm. ABB puerta opaca 36 mód.	36,10	72,20
O01OB200	6,000 h.	Oficial 1ª electricista	15,00	90,00
P15AE001	30,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 2x1,5 mm2 Cu	0,22	6,60
P15AE003	400,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1KV 2x4 mm2 Cu	0,47	188,00
P15AE005	70,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1KV 2x10 mm2 Cu	1,12	78,40
P15AF006	20,000 m.	Tubo rígido PVC D 25 mm.	0,50	10,00
O01OB210	6,000 h.	Oficial 2ª electricista	14,03	84,18
P15FE190	5,000 ud	PIA Legrand 4x20 A	68,24	341,20
P15FE002	1,000 ud	PIA vivienda Legrand (I+N) 10 A	10,32	10,32
TOTAL PARTIDA				2.616,91

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL SEISCIENTOS DIECISEIS EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS

E17CBL33	ud	CUADRO TIENDA		
P15GH020	40,000 m.	Bandeja chapa perf. 200x35	4,17	166,80
P15AF008	20,000 m.	Tubo rígido PVC D 32 mm.	0,59	11,80
P15FE041	1,000 ud	PIA Legrand (I+N) 32 A	25,61	25,61
P15FE220	2,000 ud	PIA Legrand 4x40 A	87,55	175,10
P15AE001	70,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 2x1,5 mm2 Cu	0,22	15,40
P15FD090	2,000 ud	Int.aut.di. Legrand 4x63 A 30 mA	368,67	737,34
P15MLA040	6,000 ud	Interrup. bipolar Legrand Decor	6,44	38,64
P15MLA100	10,000ud	Base ench. normal Legrand Decor	3,38	33,80
P15FH070	1,000 ud	Arm. ABB puerta opaca 36 mód.	36,10	36,10
O01OB200	4,000 h.	Oficial 1ª electricista	15,00	60,00
P15AE004	70,000 m.	Cond.aisla. 0.6-1KV 2x6 mm2 Cu	0,69	48,30
P15AE005	40,000 m.	Cond.aisla. 0.6-1KV 2x10 mm2 Cu	1,12	44,80
P15AF006	60,000 m.	Tubo rígido PVC D 25 mm.	0,50	30,00
P15FE040	2,000 ud	PIA Legrand (I+N) 25 A	11,47	22,94
O01OB210	4,000 h.	Oficial 2ª electricista	14,03	56,12
P15FE010	2,000 ud	PIA Legrand (I+N) 10 A	10,72	21,44
TOTAL PARTIDA				1.524,19

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL QUINIENTOS VEINTICUATRO EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS

E17CBL45	ud	CUADRO GIMNASIO		
P15GH020	15,000 m.	Bandeja chapa perf. 200x35	4,17	62,55
P15FE041	2,000 ud	PIA Legrand (I+N) 32 A	25,61	51,22
P15FE004	1,000 ud	PIA vivienda Legrand (I+N) 20 A	10,77	10,77
P15FE002	2,000 ud	PIA vivienda Legrand (I+N) 10 A	10,32	20,64
P15FD090	2,000 ud	Int.aut.di. Legrand 4x63 A 30 mA	368,67	737,34
P15MLA040	2,000 ud	Interrup. bipolar Legrand Decor	6,44	12,88
P15MLA100	11,000ud	Base ench. normal Legrand Decor	3,38	37,18
P15FE003	2,000 ud	PIA vivienda Legrand (I+N) 16 A	10,53	21,06
P15FH070	1,000 ud	Arm. ABB puerta opaca 36 mód.	36,10	36,10
O01OB200	5,000 h.	Oficial 1ª electricista	15,00	75,00
P15AE001	40,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 2x1,5 mm2 Cu	0,22	8,80
P15AE002	40,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 2x2,5 mm2 Cu	3,30	132,00
P15AE003	20,000 m.	Cond.aisla. 0.6-1KV 2x4 mm2 Cu	0,47	9,40
P15AF006	50,000 m.	Tubo rígido PVC D 25 mm.	0,50	25,00
O01OB210	5,000 h.	Oficial 2ª electricista	14,03	70,15
TOTAL PARTIDA				1.310,09

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL TRESCIENTOS DIEZ EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

E17CBL01	ud	CUADRO PRINCIPAL			
O01OB200	20,000 h.	Oficial 1ª electricista	15,00	300,00	
O01OB210	20,000 h.	Oficial 2ª electricista	14,03	280,60	
P15FK090	2,000 ud	PIA ABB 2x32A, 6/10kA curva C	37,92	75,84	
P15FD090	8,000 ud	Int.aut.di. Legrand 4x63 A 30 mA	368,67	2.949,36	
P15FE290	1,000 ud	Int. aut. Legrand 4x400 A 35 KA	1.393,10	1.393,10	
P15FE310	2,000 ud	Int. aut. Legrand 4x800 A 50 KA	3.527,09	7.054,18	
P15FE210	1,000 ud	PIA Legrand 4x32 A	73,78	73,78	
PIA ABB 2x32A	1,000 ud	Int. aut. Legrand 4x630 A 50 KA	2.078,18	2.078,18	
P15FE320	3,000 ud	Int. aut. Legrand 4x1250 A 50KA	4.915,54	14.746,62	
P15FE322	1,000 ud	Int. aut. Legrand 4x2000 A 50KA	5.250,54	5.250,54	
P15FE321	1,000 ud	Int. aut. Legrand 4x5500 A 50KA	6.000,00	6.000,00	
P15FB080	2,000 ud	Arm. puerta 1000x800x250	271,42	542,84	
P15GH100	60,000 m.	Bandeja chapa perf. 600x60	12,90	774,00	
P15AD120	200,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 185 mm2 Cu	7,22	1.444,00	
P15AD050	50,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 35 mm2 Cu	1,55	77,50	
P15AD130	16.800,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 240 mm2 Cu	8,40	141.120,00	
P15AD060	425,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 50 mm2 Cu	2,08	884,00	
P15AD100	250,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 150 mm2 Cu	5,77	1.442,50	
P15AD020	50,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 10 mm2 Cu	0,48	24,00	
P15FE280	6,000 ud	Int. aut. Legrand 4x250 A 35 KA	854,64	5.127,84	
TOTAL PARTIDA				191.638,88	

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NOVENTA Y UN MIL SEISCIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS

E17CBL39	ud	CUADRO SUTERRANEO			
P15GH020	250,000 m.	Bandeja chapa perf. 200x35	4,17	1.042,50	
P15AE002	100,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 2x2,5 mm2 Cu	3,30	330,00	
P15MMA050	6,000 ud	Pulsador Merten-M-Smart	6,09	36,54	
P15MMA060	8,000 ud	Base enchufe schuko Merten-M-Smart	4,06	32,48	
P15AD010	40,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 6 mm2 Cu	0,31	12,40	
P15AD020	90,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 10 mm2 Cu	0,48	43,20	
P15FH070	1,000 ud	Arm. ABB puerta opaca 36 mód.	36,10	36,10	
P15FD170	2,000 ud	Blq. dife. Legrand 4x125 A 300 mA	169,51	339,02	
P15FE010	1,000 ud	PIA Legrand (I+N) 10 A	10,72	10,72	
P15FK060	2,000 ud	PIA ABB 2x16A, 6/10kA curva C	34,19	68,38	
P15FD090	2,000 ud	Int.aut.di. Legrand 4x63 A 30 mA	368,67	737,34	
O01OB200	4,000 h.	Oficial 1ª electricista	15,00	60,00	
O01OB210	4,000 h.	Oficial 2ª electricista	14,03	56,12	
P15FE210	2,000 ud	PIA Legrand 4x32 A	73,78	147,56	
P15FE200	1,000 ud	PIA Legrand 4x25 A	70,75	70,75	
TOTAL PARTIDA				3.023,11	

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL VEINTITRES EUROS con ONCE CÉNTIMOS

E17CBL37	ud	CUADRO COMEDOR		
P15GH020	50,000 m.	Bandeja chapa perf. 200x35	4,17	208,50
P15GD030	80,000 m.	Tubo PVC ríg. der.ind. M 50/gp5	0,65	52,00
P15FE004	4,000 ud	PIA vivienda Legrand (I+N) 20 A	10,77	43,08
P15FD090	3,000 ud	Int.aut.di. Legrand 4x63 A 30 mA	368,67	1.106,01
P15MLA040	8,000 ud	Interrup. bipolar Legrand Decor	6,44	51,52
P15MLA10020,000ud		Base ench. normal Legrand Decor	3,38	67,60
P15FE003	2,000 ud	PIA vivienda Legrand (I+N) 16 A	10,53	21,06
P15FE120	2,000 ud	PIA Legrand 3x16 A	46,10	92,20
P15FH070	2,000 ud	Arm. ABB puerta opaca 36 mód.	36,10	72,20
O01OB200	6,000 h.	Oficial 1ª electricista	15,00	90,00
P15AE002	120,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 2x2,5 mm2 Cu	3,30	396,00
P15AE003	120,000 m.	Cond.aisla. 0.6-1KV 2x4 mm2 Cu	0,47	56,40
P15FE210	1,000 ud	PIA Legrand 4x32 A	73,78	73,78
P15FE240	1,000 ud	PIA Legrand 4x63 A	192,94	192,94
O01OB210	6,000 h.	Oficial 2ª electricista	14,03	84,18
TOTAL PARTIDA				2.607,47

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL SEISCIENTOS SIETE EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS

E17CBL30	ud	SALA CONFERENCIAS		
P15GH020	50,000 m.	Bandeja chapa perf. 200x35	4,17	208,50
P15FE042	1,000 ud	PIA Legrand (I+N) 40 A	34,38	34,38
P15AF008	40,000 m.	Tubo rígido PVC D 32 mm.	0,59	23,60
P15FE041	1,000 ud	PIA Legrand (I+N) 32 A	25,61	25,61
P15FE004	1,000 ud	PIA vivienda Legrand (I+N) 20 A	10,77	10,77
P15FD090	2,000 ud	Int.aut.di. Legrand 4x63 A 30 mA	368,67	737,34
P15MLA040	8,000 ud	Interrup. bipolar Legrand Decor	6,44	51,52
P15MLA10024,000ud		Base ench. normal Legrand Decor	3,38	81,12
P15FE003	1,000 ud	PIA vivienda Legrand (I+N) 16 A	10,53	10,53
P15FH070	1,000 ud	Arm. ABB puerta opaca 36 mód.	36,10	36,10
O01OB200	4,000 h.	Oficial 1ª electricista	15,00	60,00
P15AE002	40,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 2x2,5 mm2 Cu	3,30	132,00
P15AE003	40,000 m.	Cond.aisla. 0.6-1KV 2x4 mm2 Cu	0,47	18,80
P15AE004	60,000 m.	Cond.aisla. 0.6-1KV 2x6 mm2 Cu	0,69	41,40
P15AE005	40,000 m.	Cond.aisla. 0.6-1KV 2x10 mm2 Cu	1,12	44,80
P15AF006	40,000 m.	Tubo rígido PVC D 25 mm.	0,50	20,00
O01OB210	3,000 h.	Oficial 2ª electricista	14,03	42,09
P15FE140	4,000 ud	PIA Legrand 3x25 A	48,32	193,28
TOTAL PARTIDA				1.771,84

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL SETECIENTOS SETENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

E17CBL35	ud	CUADRO ZONA PERSONAL		
P15GH020	50,000 m.	Bandeja chapa perf. 200x35	4,17	208,50
P15FE041	6,000 ud	PIA Legrand (I+N) 32 A	25,61	153,66
P15FE004	2,000 ud	PIA vivienda Legrand (I+N) 20 A	10,77	21,54
P15FE210	1,000 ud	PIA Legrand 4x32 A	73,78	73,78
P15FE190	1,000 ud	PIA Legrand 4x20 A	68,24	68,24
P15FE005	4,000 ud	Int.aut.di. Legrand 2x63 A 30 mA	223,63	894,52
P15FE002	1,000 ud	PIA vivienda Legrand (I+N) 10 A	10,32	10,32
P15FD090	3,000 ud	Int.aut.di. Legrand 4x63 A 30 mA	368,67	1.106,01
P15MLA04025,000ud		Interrup. bipolar Legrand Decor	6,44	161,00
P15MLA10040,000ud		Base ench. normal Legrand Decor	3,38	135,20
P15FH070	1,000 ud	Arm. ABB puerta opaca 36 mód.	36,10	36,10
O01OB200	5,000 h.	Oficial 1ª electricista	15,00	75,00
P15AE001	40,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 2x1,5 mm2 Cu	0,22	8,80
P15AE003	90,000 m.	Cond.aisla. 0.6-1KV 2x4 mm2 Cu	0,47	42,30
P15AD010	60,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 6 mm2 Cu	0,31	18,60
P15AD020	460,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 10 mm2 Cu	0,48	220,80
P15AF006	20,000 m.	Tubo rígido PVC D 25 mm.	0,50	10,00
P15GE040	200,000 m.	Tubo PVC refor. abocar.M 40/gp7	1,92	384,00
O01OB210	5,000 h.	Oficial 2ª electricista	14,03	70,15
TOTAL PARTIDA				3.698,52

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

E17CBL07	ud	CUADRO SALA ESTAR		
P15GH020	35,000 m.	Bandeja chapa perf. 200x35	4,17	145,95
P15FE230	1,000 ud	PIA Legrand 4x50 A	181,99	181,99
P15FE270	1,000 ud	PIA Legrand 4x125 A	240,25	240,25
P15AF008	30,000 m.	Tubo rígido PVC D 32 mm.	0,59	17,70
P15FE041	2,000 ud	PIA Legrand (I+N) 32 A	25,61	51,22
P15FE004	4,000 ud	PIA vivienda Legrand (I+N) 20 A	10,77	43,08
P15FD090	3,000 ud	Int.aut.di. Legrand 4x63 A 30 mA	368,67	1.106,01
P15MLA04010,000ud		Interrup. bipolar Legrand Decor	6,44	64,40
P15MLA10019,000ud		Base ench. normal Legrand Decor	3,38	64,22
P15FE003	1,000 ud	PIA vivienda Legrand (I+N) 16 A	10,53	10,53
P15FH070	1,000 ud	Arm. ABB puerta opaca 36 mód.	36,10	36,10
O01OB200	6,000 h.	Oficial 1ª electricista	15,00	90,00
P15AE002	40,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 2x2,5 mm2 Cu	3,30	132,00
P15AE003	230,000 m.	Cond.aisla. 0.6-1KV 2x4 mm2 Cu	0,47	108,10
P15AE004	140,000 m.	Cond.aisla. 0.6-1KV 2x6 mm2 Cu	0,69	96,60
P15AE005	70,000 m.	Cond.aisla. 0.6-1KV 2x10 mm2 Cu	1,12	78,40
P15AF006	50,000 m.	Tubo rígido PVC D 25 mm.	0,50	25,00
O01OB210	6,000 h.	Oficial 2ª electricista	14,03	84,18
P15FE140	4,000 ud	PIA Legrand 3x25 A	48,32	193,28
TOTAL PARTIDA				2.769,01

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL SETECIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS con UN CÉNTIMOS

E17CBL06	ud	CUADRO SALA REUNIONES		
P15GH020	20,000 m.	Bandeja chapa perf. 200x35	4,17	83,40
P15FE041	1,000 ud	PIA Legrand (I+N) 32 A	25,61	25,61
P15FE004	1,000 ud	PIA vivienda Legrand (I+N) 20 A	10,77	10,77
P15FE002	1,000 ud	PIA vivienda Legrand (I+N) 10 A	10,32	10,32
P15FD090	1,000 ud	Int.aut.di. Legrand 4x63 A 30 mA	368,67	368,67
P15MLA040	6,000 ud	Interrup. bipolar Legrand Decor	6,44	38,64
P15MLA100	10,000ud	Base ench. normal Legrand Decor	3,38	33,80
P15FE003	3,000 ud	PIA vivienda Legrand (I+N) 16 A	10,53	31,59
P15FH070	1,000 ud	Arm. ABB puerta opaca 36 mód.	36,10	36,10
O01OB200	5,000 h.	Oficial 1ª electricista	15,00	75,00
P15AE001	100,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 2x1,5 mm2 Cu	0,22	22,00
P15AE002	100,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 2x2,5 mm2 Cu	3,30	330,00
P15AE003	100,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1KV 2x4 mm2 Cu	0,47	47,00
P15AF006	25,000 m.	Tubo rígido PVC D 25 mm.	0,50	12,50
O01OB210	5,000 h.	Oficial 2ª electricista	14,03	70,15
TOTAL PARTIDA				1.195,55

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CIENTO NOVENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

E17CBL05	ud	CUADRO PROTECCIÓN NORMAL Y SUITE		
P15AE002	50,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 2x2,5 mm2 Cu	3,30	165,00
P15FE005	2,000 ud	Int.aut.di. Legrand 2x63 A 30 mA	223,63	447,26
P15FE003	5,000 ud	PIA vivienda Legrand (I+N) 16 A	10,53	52,65
P15MLA040	4,000 ud	Interrup. bipolar Legrand Decor	6,44	25,76
P15AF002	20,000 m.	Tubo rígido PVC D 16 mm.	0,41	8,20
P15FB010	1,000 ud	Arm. puerta opaca 12 mód.	22,50	22,50
O01OB200	4,000 h.	Oficial 1ª electricista	15,00	60,00
O01OB210	4,000 h.	Oficial 2ª electricista	14,03	56,12
P15AE001	25,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 2x1,5 mm2 Cu	0,22	5,50
P15MLA100	5,000 ud	Base ench. normal Legrand Decor	3,38	16,90
P15FE010	2,000 ud	PIA Legrand (I+N) 10 A	10,72	21,44
TOTAL PARTIDA				881,33

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS

E17CBL04	ud	CUADROS PLANTA 2,3,4, 5		
P15GD030	200,000 m.	Tubo PVC ríg. der.ind. M 50/gp5	0,65	130,00
P15MLA040	10,000ud	Interrup. bipolar Legrand Decor	6,44	64,40
P15MLA100	10,000ud	Base ench. normal Legrand Decor	3,38	33,80
P15GH020	250,000 m.	Bandeja chapa perf. 200x35	4,17	1.042,50
P15GH040	250,000 m.	Bandeja chapa perf. 400x35	6,90	1.725,00
P15AE020	40,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 4x10 mm2 Cu	2,05	82,00
P15AE001	150,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 2x1,5 mm2 Cu	0,22	33,00
P15AD0103.440,000	m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 6 mm2 Cu	0,31	1.066,40
P15FH070	1,000 ud	Arm. ABB puerta opaca 36 mód.	36,10	36,10
P15FE003	37,000 ud	PIA vivienda Legrand (I+N) 16 A	10,53	389,61
P15FE010	2,000 ud	PIA Legrand (I+N) 10 A	10,72	21,44
P15FE270	1,000 ud	PIA Legrand 4x125 A	240,25	240,25
P15FD170	6,000 ud	Blq. dife. Legrand 4x125 A 300 mA	169,51	1.017,06

P15FD090	8,000 ud	Int.aut.di. Legrand 4x63 A 30 mA	368,67	2.949,36	
O01OB200	3,000 h.	Oficial 1ª electricista	15,00	45,00	
O01OB210	3,000 h.	Oficial 2ª electricista	14,03	42,09	
TOTAL PARTIDA.....					8.918,01

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO MIL NOVECIENTOS DIECIOCHO EUROS con UN CÉNTIMOS

E17CBL03	ud	CUADRO PLANTA 1		
P15GH020	250,000 m.	Bandeja chapa perf. 200x35	4,17	1.042,50
P15AE020	350,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 4x10 mm2 Cu	2,05	717,50
P15GH040	250,000 m.	Bandeja chapa perf. 400x35	6,90	1.725,00
P15AE008	45,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1KV 4x4 mm2 Cu	0,92	41,40
P15AD030	450,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 16 mm2 Cu	0,72	324,00
P15AE001	40,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 2x1,5 mm2 Cu	0,22	8,80
P15AD0109.	317,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 6 mm2 Cu	0,31	2.888,27
P15FB060	1,000 ud	Arm. puerta 500x400x150	97,55	97,55
P15FD170	6,000 ud	Blq. dife. Legrand 4x125 A 300 mA	169,51	1.017,06
P15FE010	1,000 ud	PIA Legrand (I+N) 10 A	10,72	10,72
P15FE310	1,000 ud	Int. aut. Legrand 4x800 A 50 KA	3.527,09	3.527,09
P15FE290	1,000 ud	Int. aut. Legrand 4x400 A 35 KA	1.393,10	1.393,10
P15FD090	5,000 ud	Int.aut.di. Legrand 4x63 A 30 mA	368,67	1.843,35
P15FK070	37,000 ud	PIA ABB 2x20A, 6/10kA curva C	15,11	559,07
P15FK210	1,000 ud	PIA ABB 4x20A, 6/15kA curva C	100,90	100,90
O01OB200	500,000 h.	Oficial 1ª electricista	15,00	7.500,00
O01OB210	500,000 h.	Oficial 2ª electricista	14,03	7.015,00
P15FE230	1,000 ud	PIA Legrand 4x50 A	181,99	181,99
P15FE210	5,000 ud	PIA Legrand 4x32 A	73,78	368,90
P15FE200	10,000 ud	PIA Legrand 4x25 A	70,75	707,50
TOTAL PARTIDA				31.069,70

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y UN MIL SESENTA Y NUEVE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

E17CBL02	ud	CUADRO PLANTA BAJA		
P15GH020	200,000 m.	Bandeja chapa perf. 200x35	4,17	834,00
P15AE020	50,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 4x10 mm2 Cu	2,05	102,50
P15GH040	250,000 m.	Bandeja chapa perf. 400x35	6,90	1.725,00
O01OB200	5,000 h.	Oficial 1ª electricista	15,00	75,00
P15AD040	350,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 25 mm2 Cu	1,05	367,50
P15AE008	50,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1KV 4x4 mm2 Cu	0,92	46,00
P15AE110	90,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 3,5x35 Cu	5,90	531,00
P15AE150	140,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 3,5x120 Cu	19,20	2.688,00
P15FE210	3,000 ud	PIA Legrand 4x32 A	73,78	221,34
P15AD030	650,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 16 mm2 Cu	0,72	468,00
P15AD010	200,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 6 mm2 Cu	0,31	62,00
O01OB210	5,000 h.	Oficial 2ª electricista	14,03	70,15
P15FK240	6,000 ud	PIA ABB 4x40A, 6/15kA curva C	106,00	636,00
P15FE105	2,000 ud	PIA Legrand 2x63 A	69,50	139,00
P15FE280	2,000 ud	Int. aut. Legrand 4x250 A 35 KA	854,64	1.709,28
PIA ABB 2x32A	2,000 ud	Int. aut. Legrand 4x630 A 50 KA	2.078,18	4.156,36
P15FB060	1,000 ud	Arm. puerta 500x400x150	97,55	97,55
TOTAL PARTIDA				13.928,68

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE MIL NOVECIENTOS VEINTIOCHO EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

E17CBL050	ud	CUADRO PROTEC.DOS ASCENSORES		
		Cuadro protección dos ascensores, previo a su cuadro de mando, formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con puerta de 24 elementos, perfil omega, embarrado de protección, dos interruptores automáticos diferenciales 4x40 A. 30 mA., dos PIAS (III) de 25 A., tres PIAS (1+N) de 10 A., diferencial 2x25 A. 30 mA. Instalado, incluyendo cableado y conexionado.		
O01OB200	1,000 h.	Oficial 1ª electricista	15,00	15,00
P15FB020	1,000 ud	Arm. puerta opaca 24 mód.	37,05	37,05
P15FD080	2,000 ud	Int.aut.di. Legrand 4x40 A 30 mA	169,92	339,84
P15FE140	2,000 ud	PIA Legrand 3x25 A	48,32	96,64
P15FE010	3,000 ud	PIA Legrand (I+N) 10 A	10,72	32,16
P15FD010	1,000 ud	Int.aut.di. Legrand 2x25 A 30 mA	35,37	35,37
P15GH100	1,000 m.	Bandeja chapa perf. 600x60	12,90	12,90
TOTAL PARTIDA				568,96

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO E17B INSTALACIÓN INTERMEDIA

APARTADO E17BB LÍNEAS REPARTIDORAS DE COBRE

E17BB070	m.	LÍN.REPARTIDORA EMP. 3,5x240 mm2		
		Línea repartidora, formada por cable de cobre de 3,5x120 mm2, con aislamiento de 0,6 /1 kV, en montaje empotrado bajo tubo de fibrocemento de D=100 mm. Instalación, incluyendo conexionado.		
O01OB200	0,200 h.	Oficial 1ª electricista	15,00	3,00
O01OB210	0,200 h.	Oficial 2ª electricista	14,03	2,81
P15AG010	1,000 m.	Tubo fibrocemento D=100 mm.	3,77	3,77
P15AD130	15,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 240 mm2 Cu	8,40	126,00
P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,77	0,77
TOTAL PARTIDA				136,35

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y SEIS EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

APARTADO E17BD TOMAS DE TIERRA

E17BD020	ud	TOMA DE TIERRA INDEP. CON PICA		
		Toma de tierra independiente con pica de acero cobrizado de D= 14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre de 35 mm2, unido mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba.		
O01OB200	1,000 h.	Oficial 1ª electricista	15,00	15,00
O01OB220	1,000 h.	Ayudante electricista	14,03	14,03
P15EA010	1,000 ud	Pica de t.t. 200/14,3 Fe+Cu	12,15	12,15
P15EB010	20,000 m.	Conduc cobre desnudo 35 mm2	1,00	20,00
P15ED030	1,000 ud	Sold. aluminio t. cable/placa	2,01	2,01
P15EC010	1,000 ud	Registro de comprobación + tapa	15,45	15,45
P15EC020	1,000 ud	Puente de prueba	5,25	5,25
P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,77	0,77
TOTAL PARTIDA				84,66

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y CUATRO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS

E17BD050	m.	RED TOMA DE TIERRA ESTRUCTURA		
		Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm2, uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba.		
O01OB200	0,100 h.	Oficial 1ª electricista	15,00	1,50
O01OB220	0,100 h.	Ayudante electricista	14,03	1,40
P15EB010	1,000 m.	Conduc cobre desnudo 35 mm2	1,00	1,00
P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,77	0,77
TOTAL PARTIDA				4,67

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO E17S SUMINISTROS AUXILIARES ENERGÍA
APARTADO E17SG GRUPOS ELECTRÓGENOS

E17SG040	ud	GRUPO ELECTRÓGENO DE 800 KVA			
Grupo electrógeno para 500 KVA, formado por motor diesel refrigerado por agua, arranque eléctrico, y alternador trifásico, en bancada apropiada, incluyendo circuito de conmutación, escape de gases y silencioso, montado, instalado con pruebas y ajustes.					
O01OB200	2,000 h.	Oficial 1ª electricista	15,00	30,00	
O01OB210	2,000 h.	Oficial 2ª electricista	14,03	28,06	
P15JA060	1,000 ud	Grupo elec. compl. 800 KVA	52.827,90	52.827,90	
TOTAL PARTIDA					52.885,96

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CAPÍTULO 03 CENTRO DE MEDIDA

3.3	TRANSFORMADOR			
U10TT120	2,000 ud	TRANSF.ACEITE/SIL.MT/BT 1000 KVA	13.397,56	26.795,12
TOTAL PARTIDA				26.795,12

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISEIS MIL SETECIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS con DOCE CÉNTIMOS

3.2	ud	APARAMENTA		
U10TM130	1,000 ud	CONEXIÓN ARM.MEDIDA-MÓD.CONTAD.	70,71	70,71
U10TM010	2,000 ud	MÓDULO LÍNEA EN SF6	2.118,84	4.237,68
U10TM030	2,000 ud	MÓDULO ENLACE BARRAS SF6	1.078,84	2.157,68
U10TM140	1,000 ud	CUADRO B.T. EN C.T.	451,24	451,24
U10TM120	1,000 ud	ARMARIO MEDIDA A.T.	1.979,34	1.979,34
U10TM090	2,000 ud	MÓDULO PROT.TRANSF SF6	2.818,84	5.637,68
U10TM070	1,000 ud	MÓDULO MEDIDA 2 TRANSF.	3.908,84	3.908,84
TOTAL PARTIDA				18.443,17

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS

3.1	ud	OBRA CIVIL		
U10TE070	1,000 ud	PUESTA A TIERRA C.T.	332,63	332,63
U01EZ020	20,000 m3	EXCAVACIÓN ZANJA TIERRA C/AGOTAM.AGUA	5,07	101,40
U10AL020	20,000 m.	RED M.T.ACERA 3(1x240)Al 12/20kV	42,16	843,20
TOTAL PARTIDA				1.277,23

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL DOSCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS

CAPÍTULO 03 CENTRO DE MEDIDA

3.3	TRANSFORMADOR			
U10TT120	2,000 ud	TRANSF.ACEITE/SIL.MT/BT 1000 KVA	13.397,56	26.795,12
TOTAL PARTIDA				26.795,12

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISEIS MIL SETECIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS con DOCE CÉNTIMOS

3.2	ud	APARAMENTA		
U10TM130	1,000 ud	CONEXIÓN ARM.MEDIDA-MÓD.CONTAD.	70,71	70,71
U10TM010	2,000 ud	MÓDULO LÍNEA EN SF6	2.118,84	4.237,68
U10TM030	2,000 ud	MÓDULO ENLACE BARRAS SF6	1.078,84	2.157,68
U10TM140	1,000 ud	CUADRO B.T. EN C.T.	451,24	451,24
U10TM120	1,000 ud	ARMARIO MEDIDA A.T.	1.979,34	1.979,34
U10TM090	2,000 ud	MÓDULO PROT.TRANSF SF6	2.818,84	5.637,68
U10TM070	1,000 ud	MÓDULO MEDIDA 2 TRANSF.	3.908,84	3.908,84
TOTAL PARTIDA				18.443,17

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS

3.1	ud	OBRA CIVIL		
U10TE070	1,000 ud	PUESTA A TIERRA C.T.	332,63	332,63
U01EZ020	20,000 m3	EXCAVACIÓN ZANJA TIERRA C/AGOTAM.AGUA	5,07	101,40
U10AL020	20,000 m.	RED M.T.ACERA 3(1x240)Al 12/20kV	42,16	843,20
TOTAL PARTIDA				1.277,23

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL DOSCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

01	SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS.....	97.736,38	15,39
03	CENTRO DE MEDIDA	46.515,52	7,33
02	INSTALAC. ELÉCTRICAS BAJA TENSIÓN.....	490.641,68	77,28
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	634.893,58	
	13,00 % Gastos generales	82.536,17	
	6,00 % Beneficio industrial.....	38.093,61	
	SUMA DE G.G. y B.I.	120.629,78	
	16,00 % I.V.A.	120.883,74	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	876.407,10	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	876.407,10	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de OCHOCIENTOS SETENTA Y SEIS MIL CUATROCIENTOS SIETE EUROS con DIEZ CÉNTIMOS

, a 30 de agosto de 2004.

LA PROPIEDAD

LA DIRECCION FACULTATIVA

INDICE DE LOS PLANOS

1. Situación

1.1 Emplazamiento

2. Planos instalación solar

2.1 Esquema de control

Distribución colectores

2.3 Conexionado

Centro de transformación

3.1 Situación centro de transformación

3.2 Centro de transformación

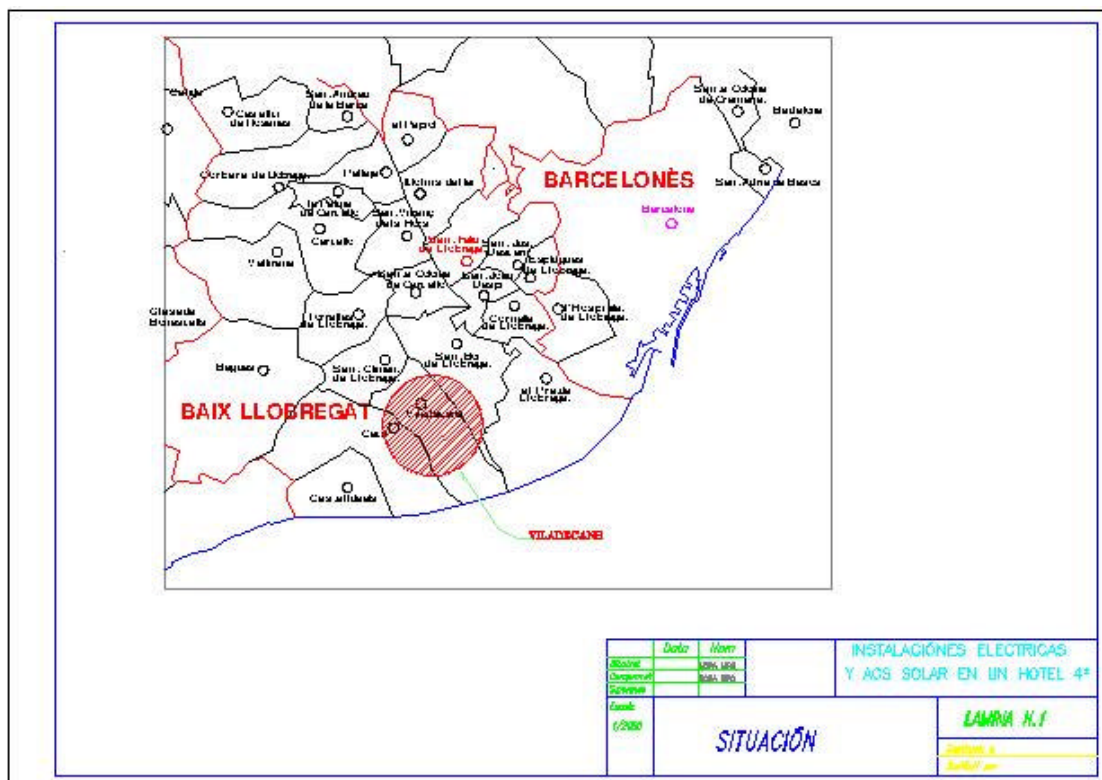
3.3 Puesta a tierra

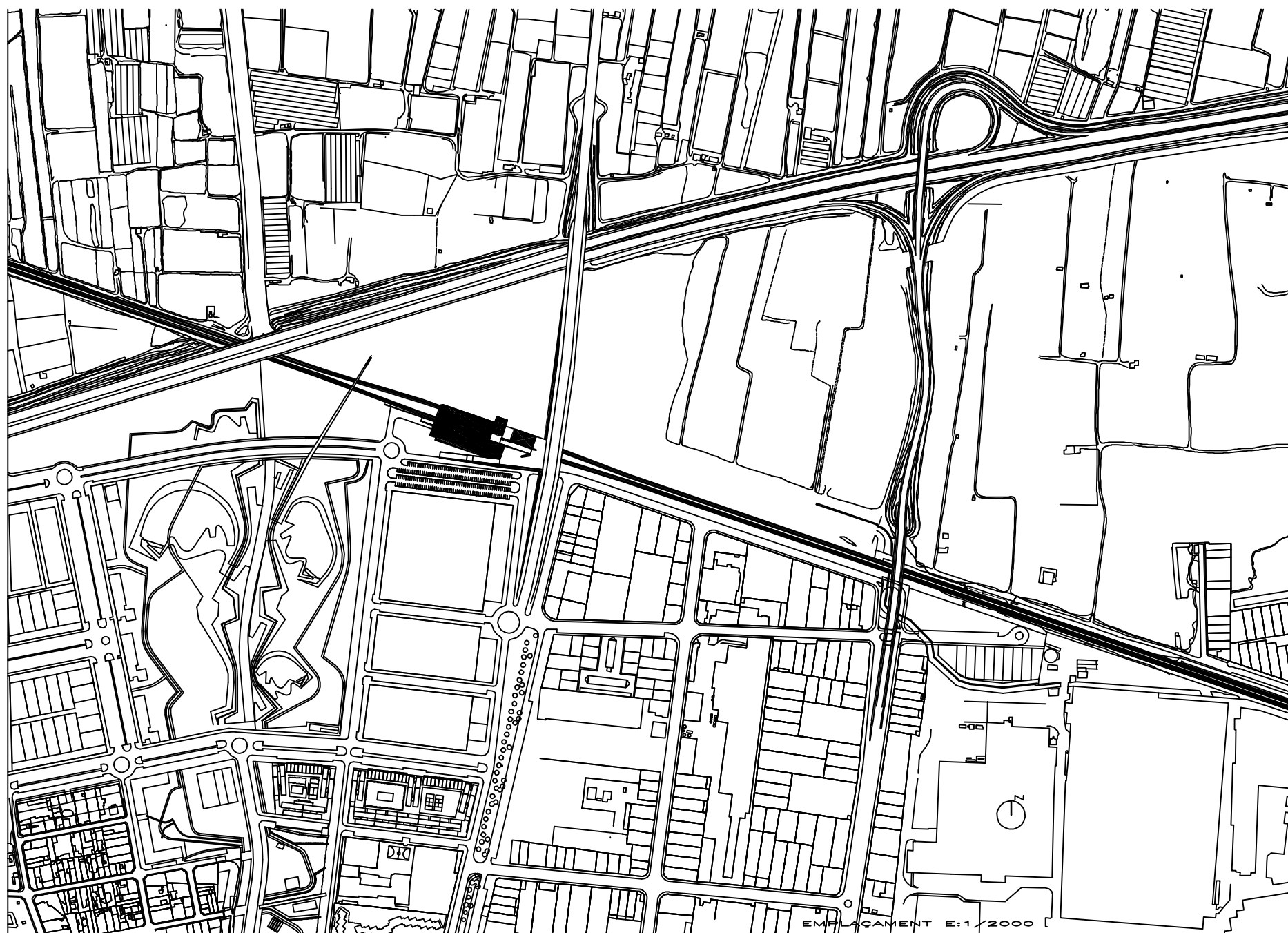
Instalación de baja tensión

4.1 distribución eléctrica

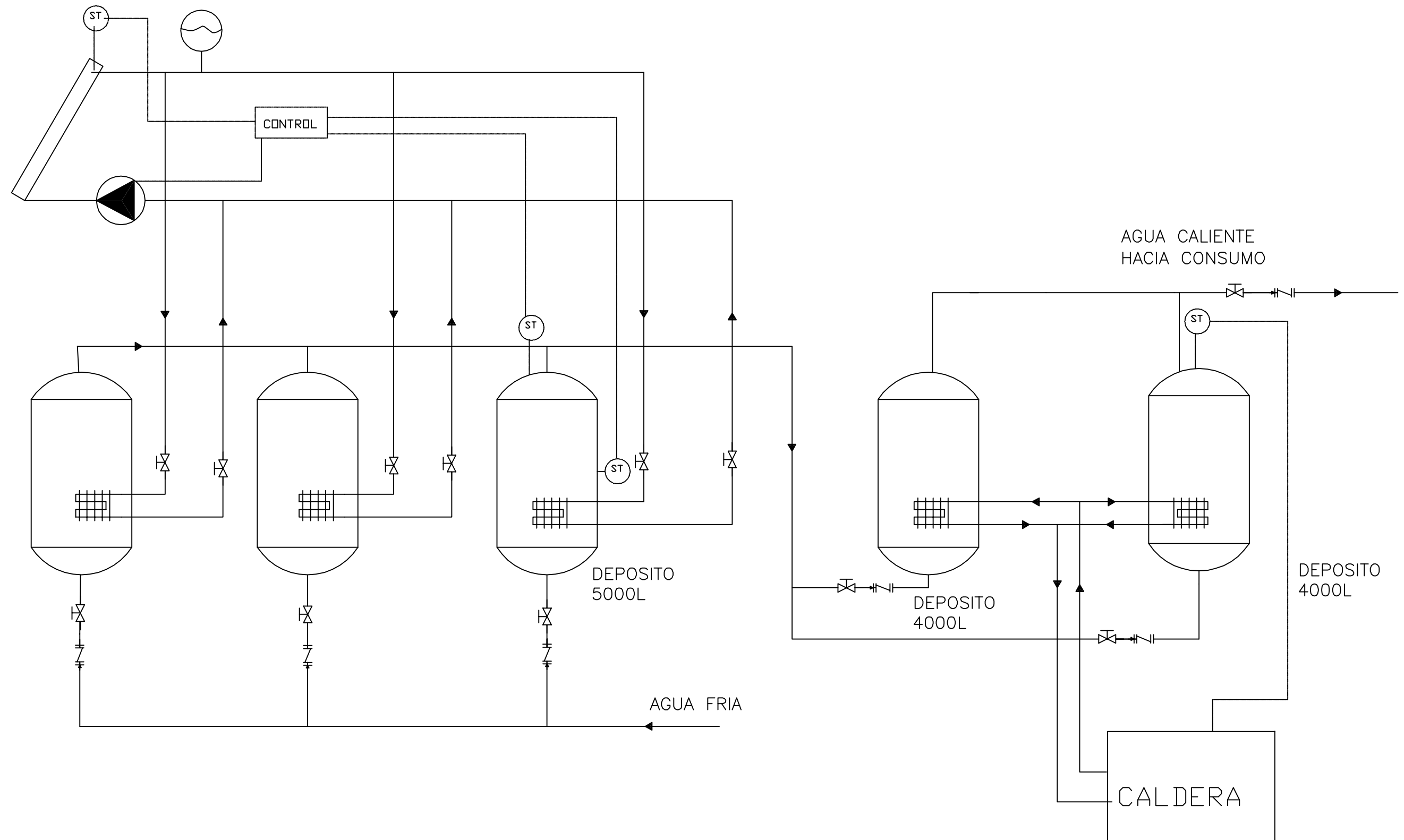
4.2 esquemas unifilares

5. Distribución de puesta a tierra

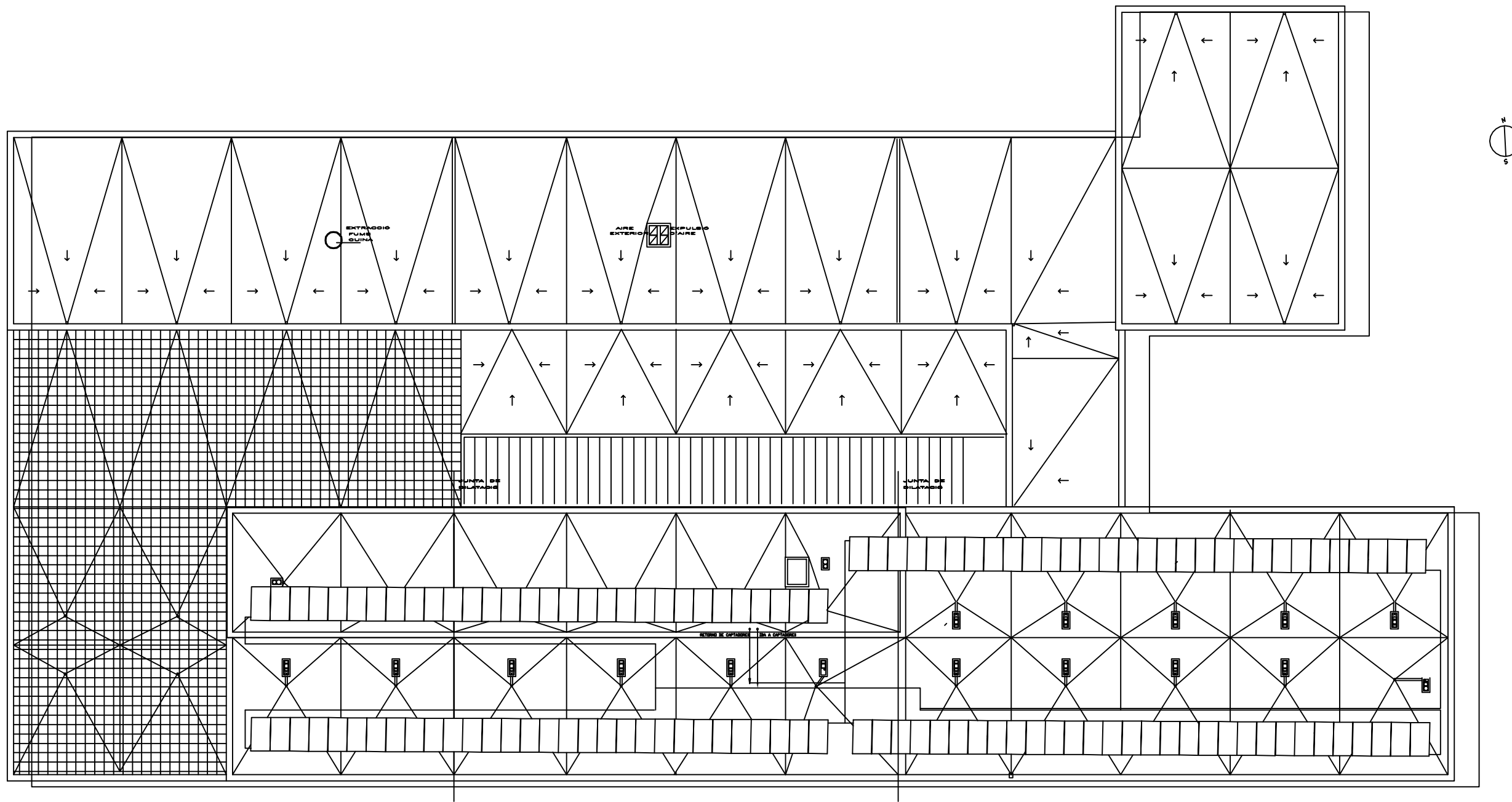




	Data	Nom	INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*	
Dibuixat		MORA MIRO		
Comprovat		MORA MIRO		
S.normes				
Escala 1/2000	EMPLAZAMIENTO			LAMINA N.1.1
				Sustitueix a
				Sustituit per

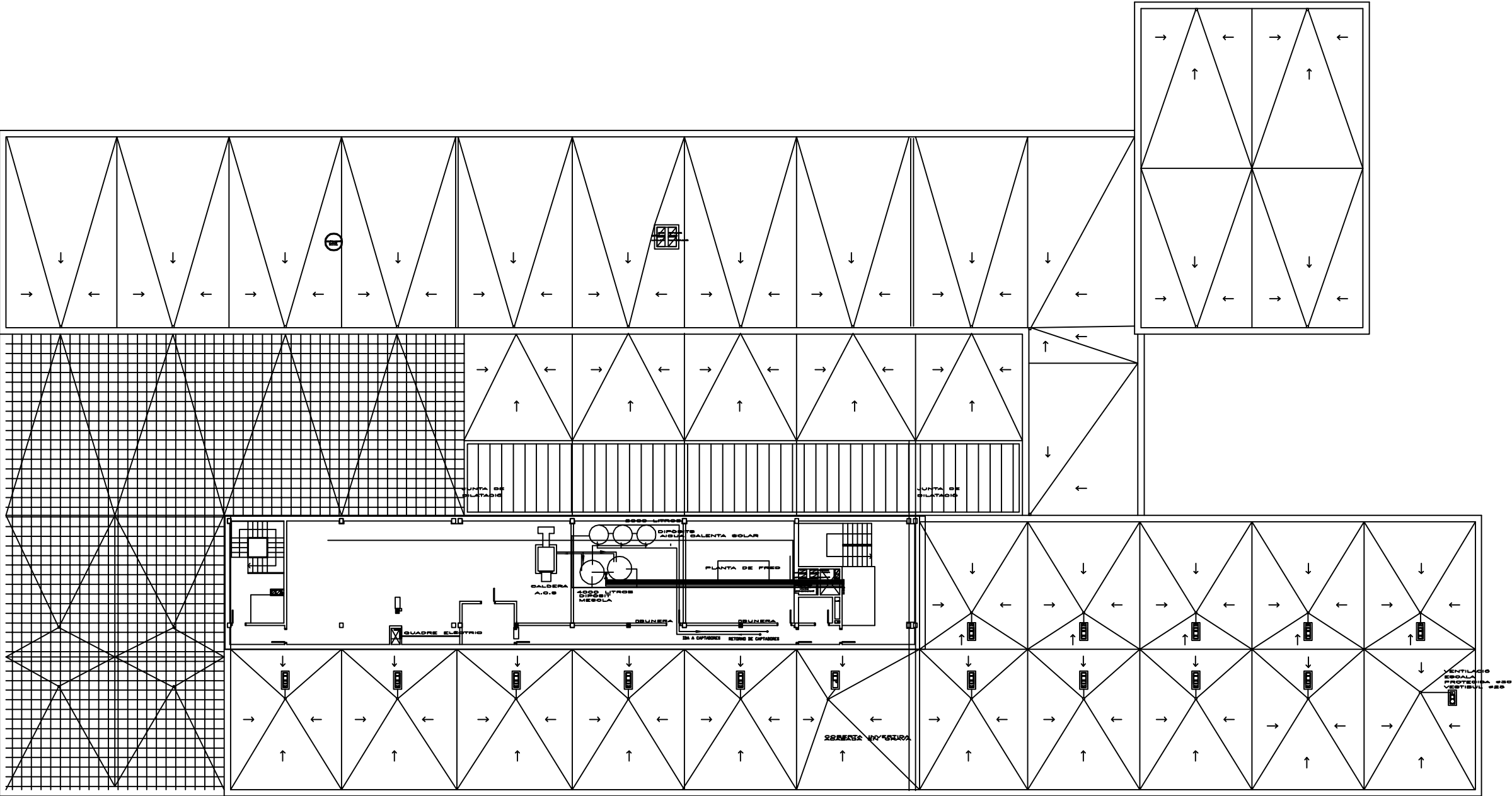


	Data	Nom	INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*
Dibuixat		MORA MIRO	
Comprovat		MORA MIRO	
S.normes			
Escala	ESQUEMA DE CONTROL		LAMINA N.2.1
1/200			Sustitueix a
			Sustituit per



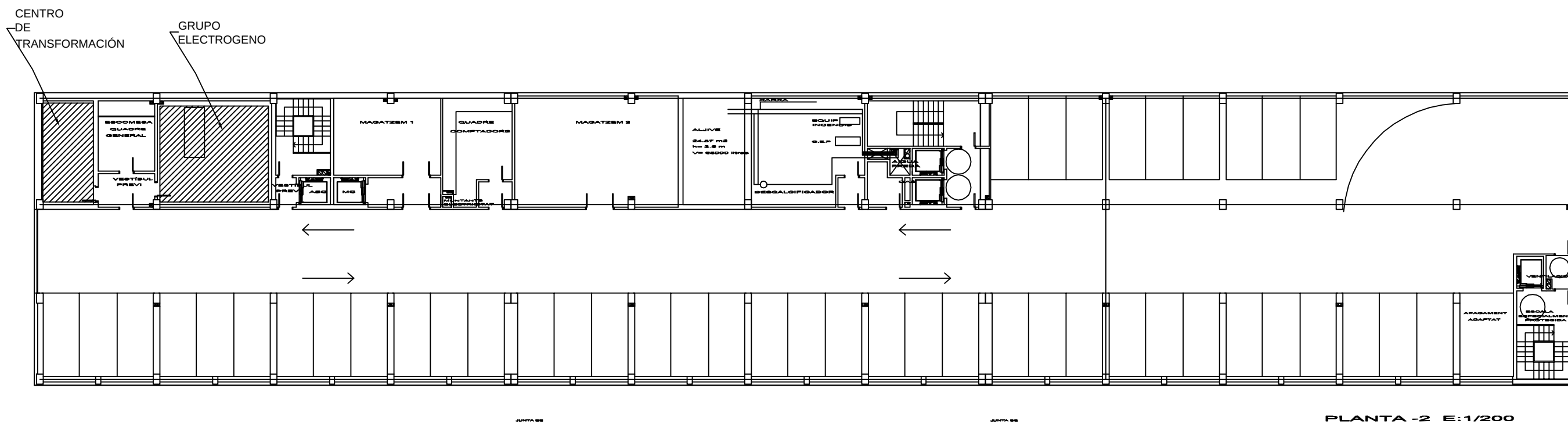
PLANTA COBERTA E:1/200

	Data	Nom	INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*
Dibuixat		MORA MIRO	
Comprovat		MORA MIRO	
S.normes			
Escala	DISTRIBUCIÓN COLECTORES		LAMINA N.2.2
1/200			Sustitueix a
			Sustituit per

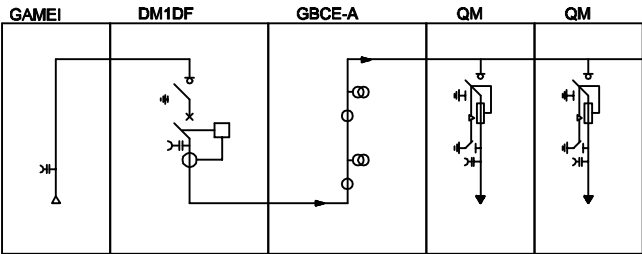


INSTAL·LACIONS AIGUA PLANTA CINQUENA

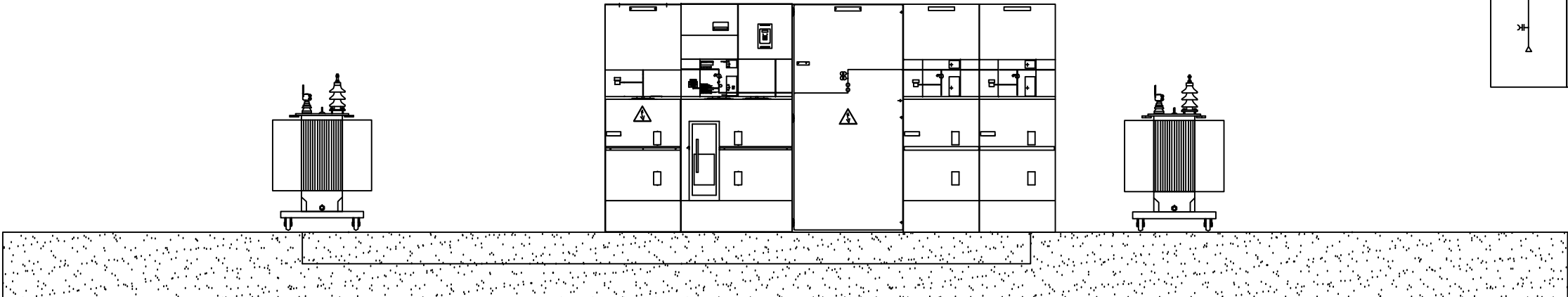
	Data	Nom	INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*	
Dibuixat		MORA MIRO		
Comprovat		MORA MIRO		
S.normes				
Escales	CONEXIONADO			LAMINA N.2.3
1/200				Sustitueix a
				Sustituit per



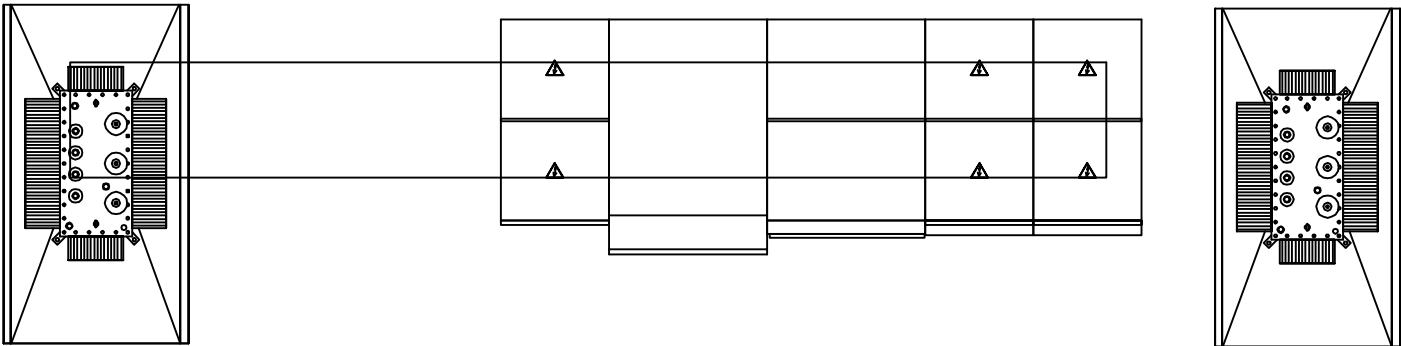
	Data	Nom	INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*	
Dibuixat		MORA MIRO		
Comprovat		MORA MIRO		
S.normes				
Escala 1/200	SITUACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			LAMINA N.3.1
				Sustitueix a
				Sustituit per



UNIFILAR

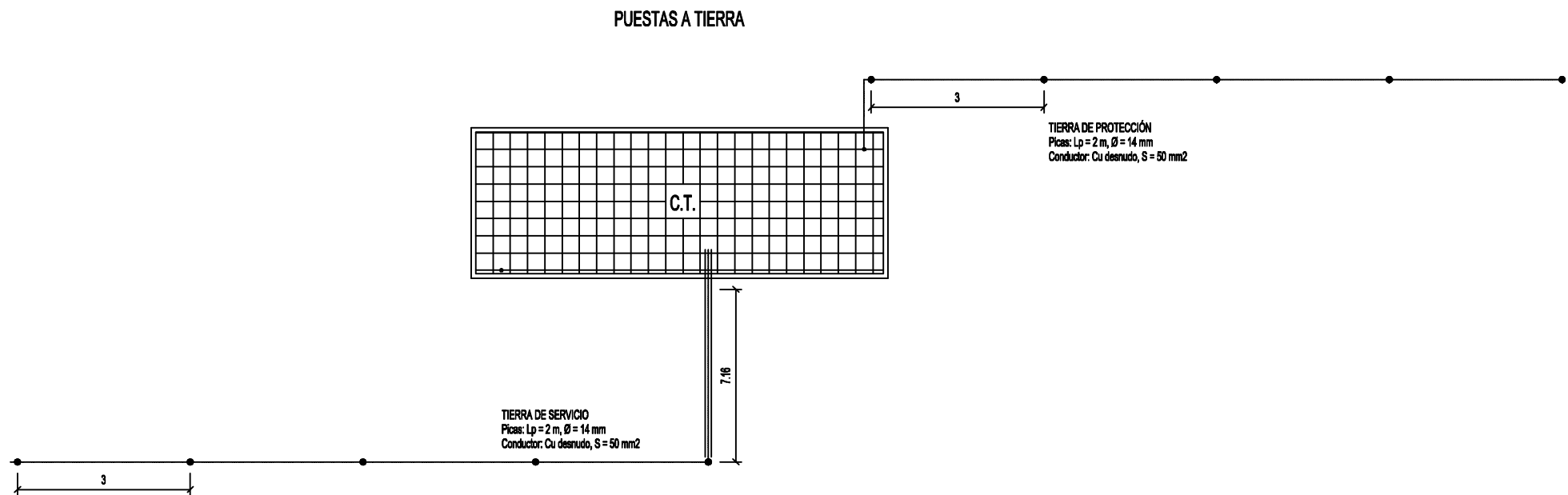


ALZADO



PLANTA

	Data	Nom	INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*	
Dibuixat		MORA MIRO		
Comprovat		MORA MIRO		
S.normes				
Escala 1/200	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			LAMINA N.3.2
				Sustitueix a
				Sustituit per



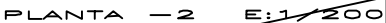
TIERRA DE PROTECCIÓN
Configuración: 5/62 UNESA
Profundidad electrodo: 0.5 m
Sección conductor: 50 mm²
Diámetro picas: 14 mm
Número de picas: 6
Longitud picas: 2

NOTA: En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, como mínimo. Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

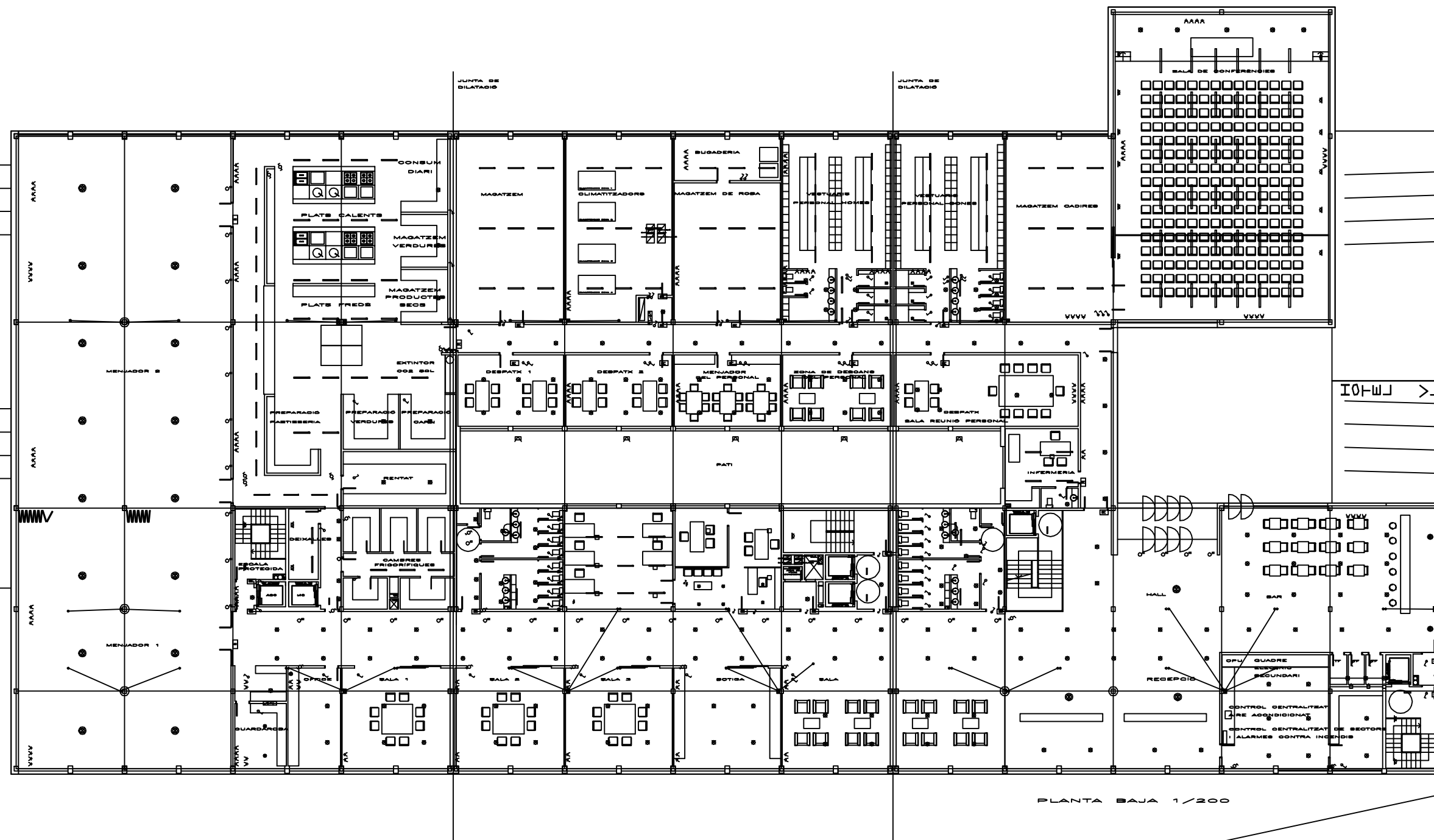
TIERRA DE SERVICIO
Configuración: 5/62 UNESA
Profundidad electrodo: 0.5 m
Separación picas: 3 m
6 picas en hilera unidas por conductor horizontal
Sección conductor: 50 mm²
Diámetro picas: 14 mm
Longitud picas: 2

NOTA: El conductor de conexión entre el neutro del transformador y el electrodo de la tierra de servicio será de cable aislado 0,6/1kV de 50 mm² en Cu, bajo tubo de PVC con grado al impacto 7 (mínimo)

	<i>Data</i>	<i>Nom</i>		INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*
<i>Dibuixat</i>		MORA MIRO		
<i>Comprovat</i>		MORA MIRO		
<i>S.normes</i>				
<i>Escala</i> <i>1/200</i>	<i>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</i>			<i>LAMINA N.3.3</i>
				<i>Sustitueix a</i>
				<i>Sustituit per</i>



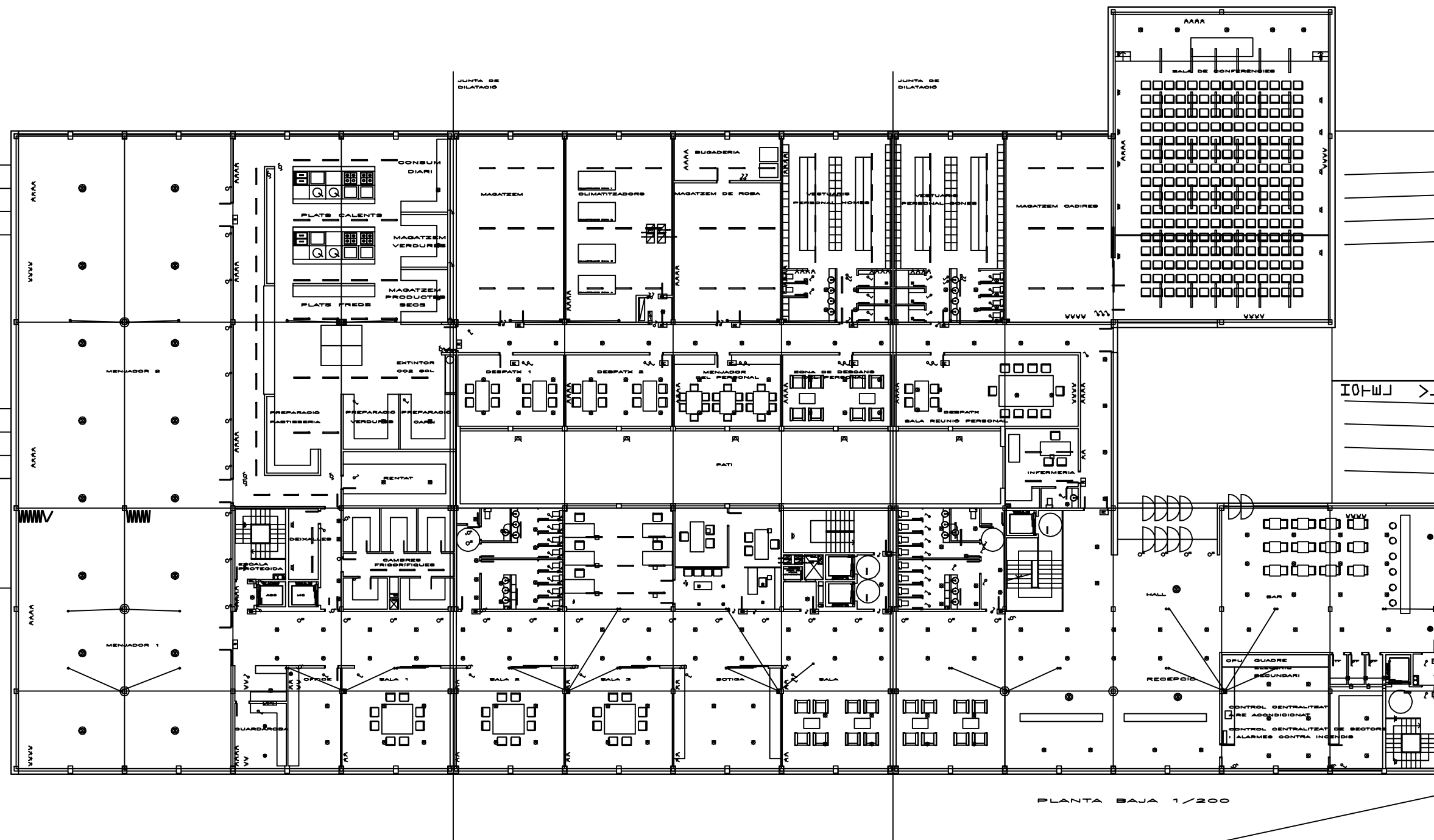
	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*
<i>Dibuixat</i>		MORA MIRO	
<i>Comprovat</i>		MORA MIRO	
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<i>DISTRIBUCIÓN ELECTRICA</i>		<i>LAMINA N.4.1.1</i>
1/200			<i>Sustitueix a</i>
			<i>Sustituit per</i>



LEGENDA INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA

-  QUADRE GENERAL
-  SUBQUADRE
-  DOWNLIGHT DIODIC 50 W
-  LAMPADA HALOGENA 50 W
-  LAMPADA DECORACIÓ
-  APLIC SOBRE TAULA 50 W
-  APLIC 50 W
-  APLIC PARET 50 W
-  PANTALLA FLUORESCENT 1x15 W ESTANCA
-  PANTALLA FLUORESCENT 1x15 W
-  PANTALLA FLUORESCENT 1x30 W ESTANCA
-  PANTALLA FLUORESCENT 1x30 W
-  PANTALLA FLUORESCENT 1x55 W ESTANCA
-  PANTALLA FLUORESCENT 1x55 W
-  INTERRUPTOR
-  COMMUTADOR
-  LLUM D'EMERGENCIA DE PARET
-  LLUM DE SOSTRE D'EMERGENCIA

	Data	Nom	INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*
Dibuixat		MORA MIRO	
Comprovat S.normes		MORA MIRO	
Escales	DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA		LAMINA N.4.1.3
1/200			Sustitueix a
			Sustituit per

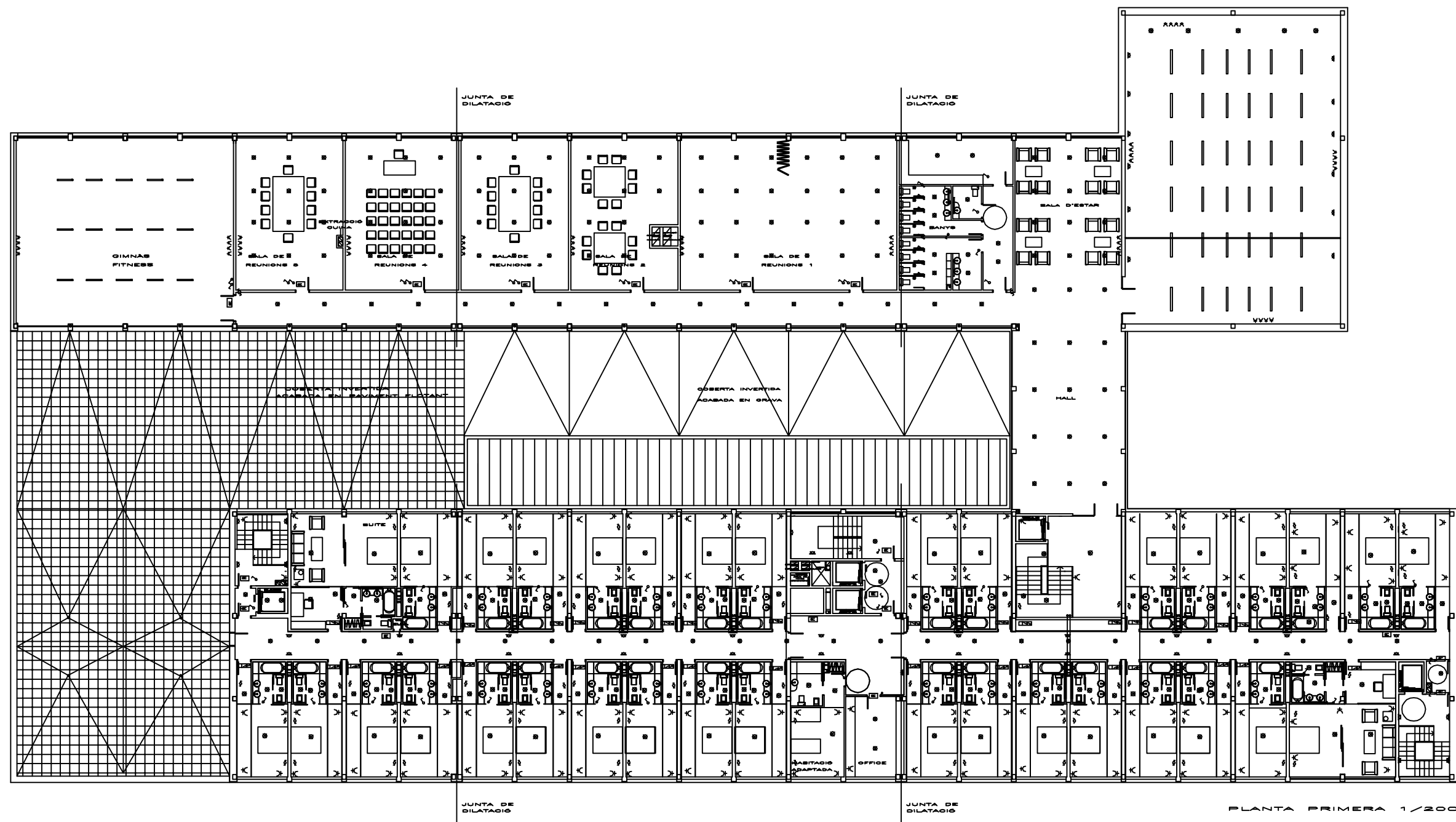


LEGENDA INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA

-  QUADRE GENERAL
-  SUBQUADRE
-  DOWNLIGHT DIODIC 50 W
-  LAMPADA HALOGENA 50 W
-  LAMPADA DECORACIÓ
-  APLIC SOBRE TAULA 50 W
-  APLIC 50 W
-  APLIC PARET 50 W
-  PANTALLA FLUORESCENT 1x15 W ESTANCA
-  PANTALLA FLUORESCENT 1x15 W
-  PANTALLA FLUORESCENT 1x30 W ESTANCA
-  PANTALLA FLUORESCENT 1x30 W
-  PANTALLA FLUORESCENT 1x55 W ESTANCA
-  PANTALLA FLUORESCENT 1x55 W
-  INTERRUPTOR
-  COMMUTADOR
-  LLUM D'EMERGENCIA DE PARET
-  LLUM DE SOSTRE D'EMERGENCIA

PLANTA BAJA 1/200

	Data	Nom	INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*
Dibuixat		MORA MIRO	
Comprovat		MORA MIRO	
Escala	DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA		LAMINA N.4.1.3
1/200			Sustitueix a
			Sustituit per

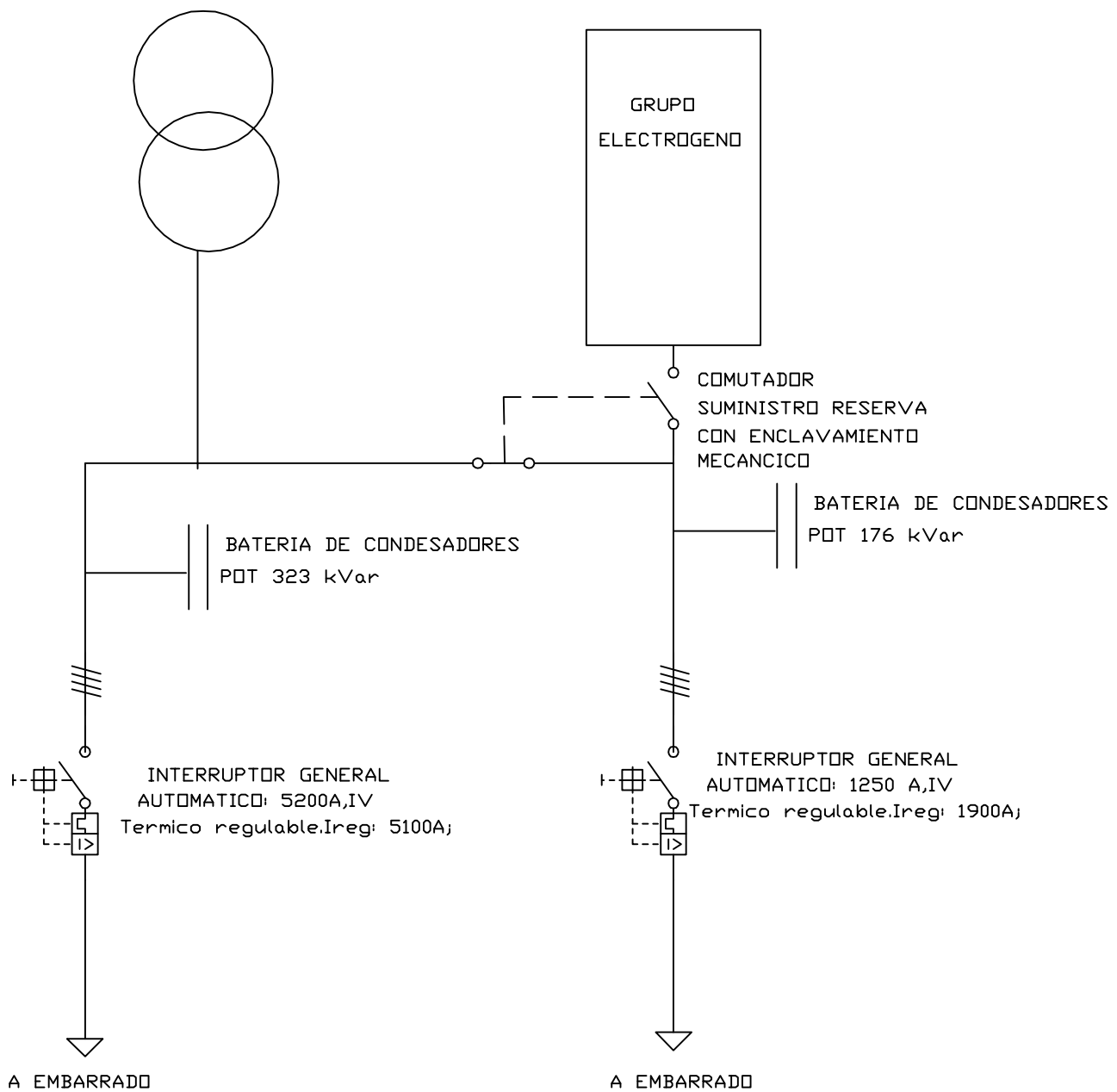


PLANTA PRIMERA 1/200

LLEGENDA INSTAL·LACIO ELECTRICA

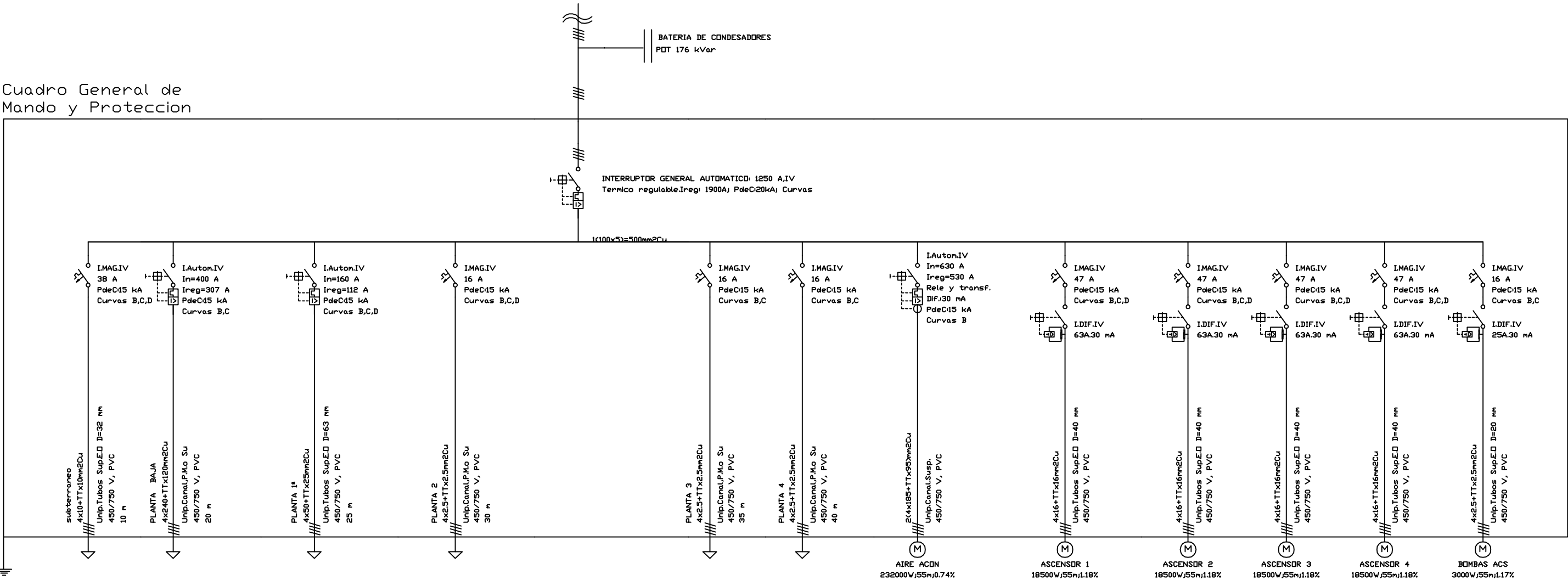
- QUADRE GENERAL
- SUBQUADRE
- DOWNLIGHT DIODIO 50 W
- LAMPADA HALOGENA 50 W
- LAMPADA DECORACIO
- APLIC SOBRE TAULA 50 W
- APLIC 50 W
- APLIC PARET 50 W
- PANTALLA FLUORESCENT 1x15 W ESTANCA
- PANTALLA FLUORESCENT 1x15 W
- PANTALLA FLUORESCENT 1x30 W ESTANCA
- PANTALLA FLUORESCENT 1x30 W
- PANTALLA FLUORESCENT 1x50 W ESTANCA
- PANTALLA FLUORESCENT 1x50 W
- INTERRUPTOR
- COMUTADOR
- LLUM D'EMERGENCIA DE PARET
- LLUM DE SOSTRE D'EMERGENCIA
- ENDOLL

	Data	Nom	INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*	
Dibuixat		MORA MIRO		
Comprovat		MORA MIRO		
S.normes				
Escales	1/200		LAMINA N.4.1.4	
DISTRIBUCIÓN ELECTRICA			Sustitueix a	
			Sustituit per	

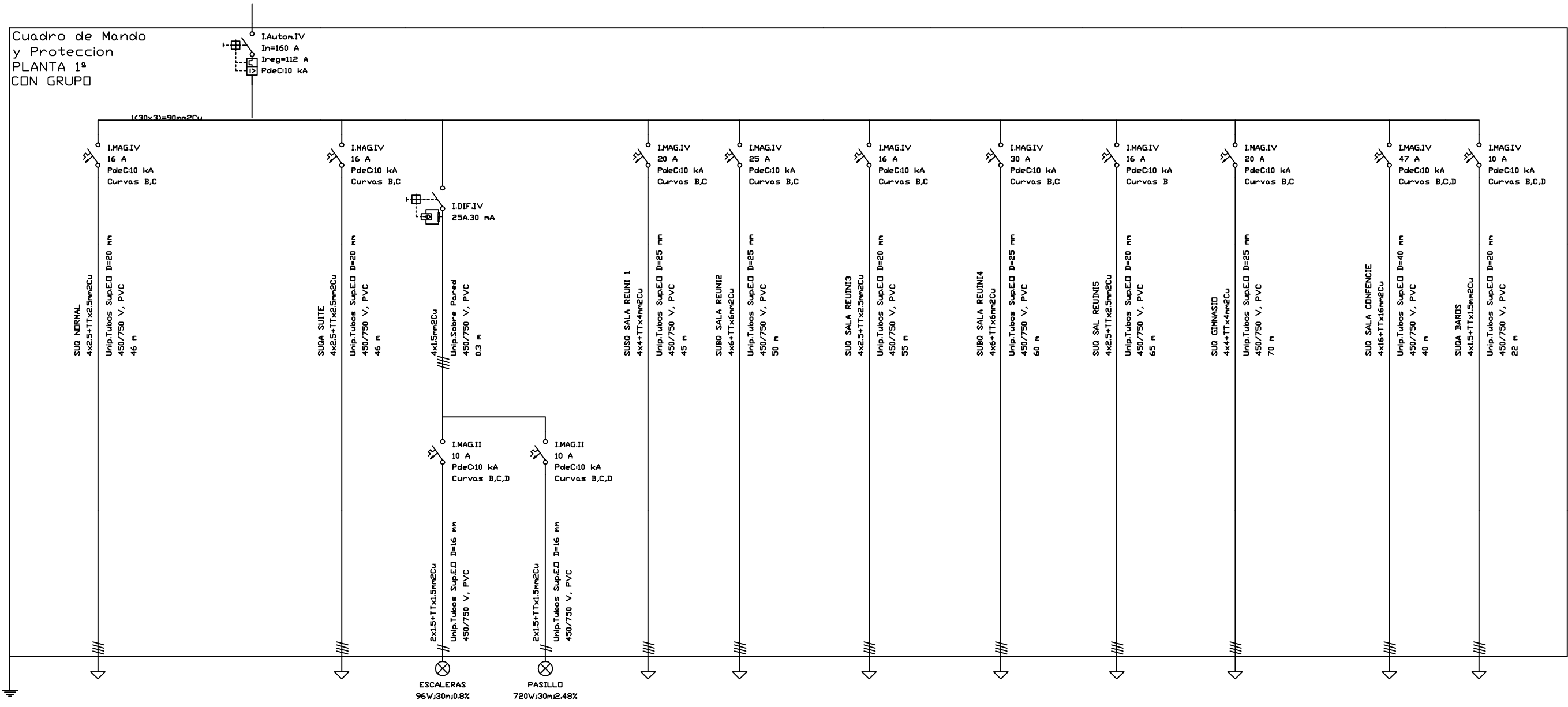


	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*
<i>Dibuixat</i>		MORA MIRO	
<i>Comprovat</i>		MORA MIRO	
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	ESQUEMAS ELECTRICOS CON GRUPO ELECTROGENO		LAMINA N.4.2.1
			Sustitueix a
			Sustituit per

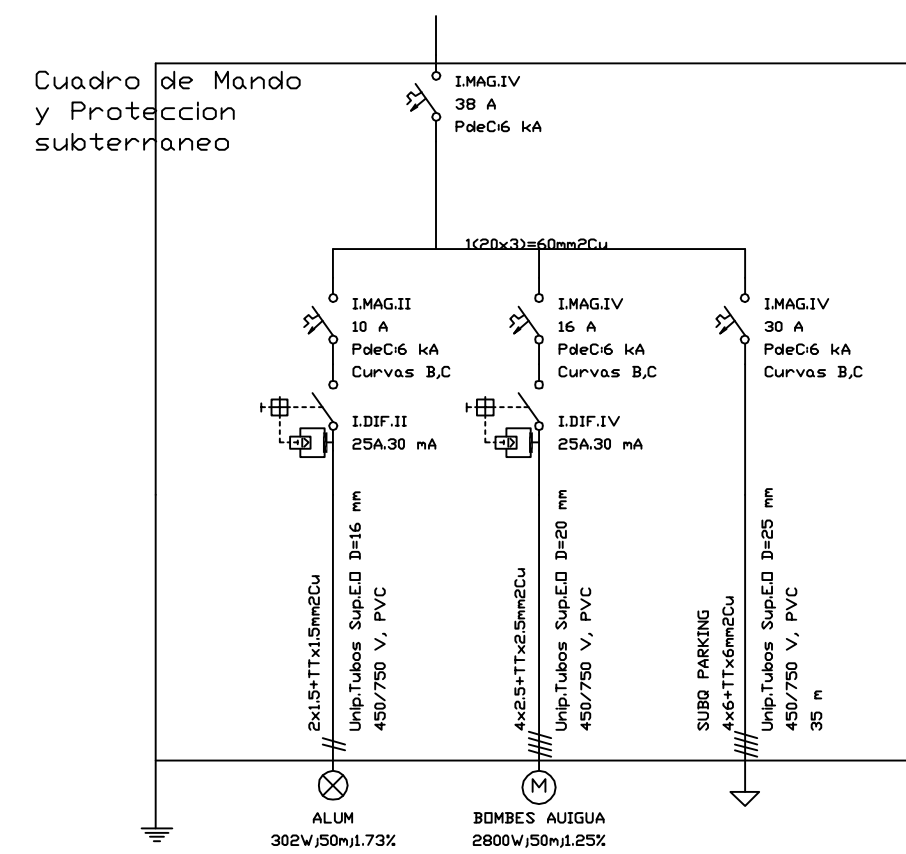
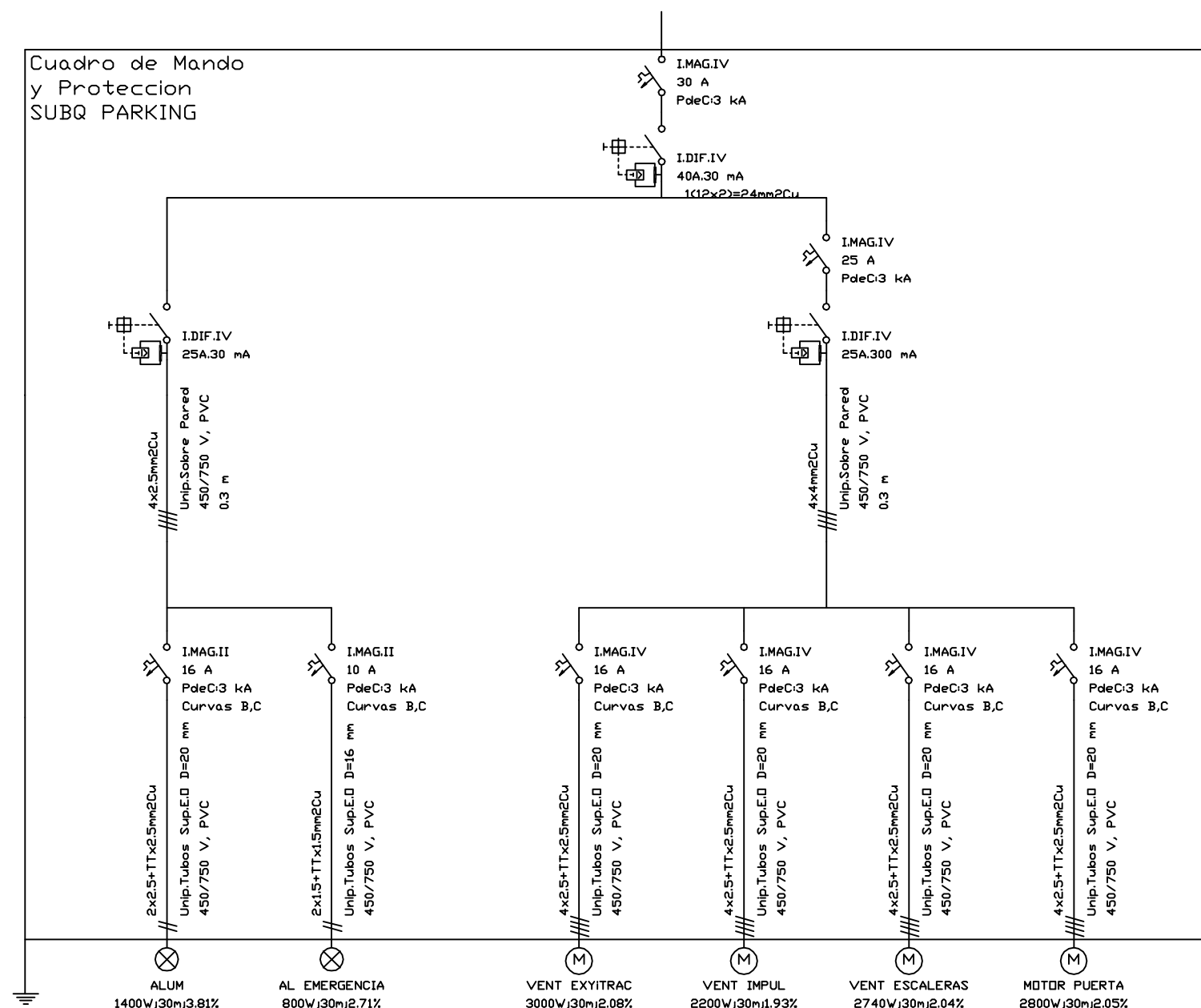
Cuadro General de
Mando y Protección



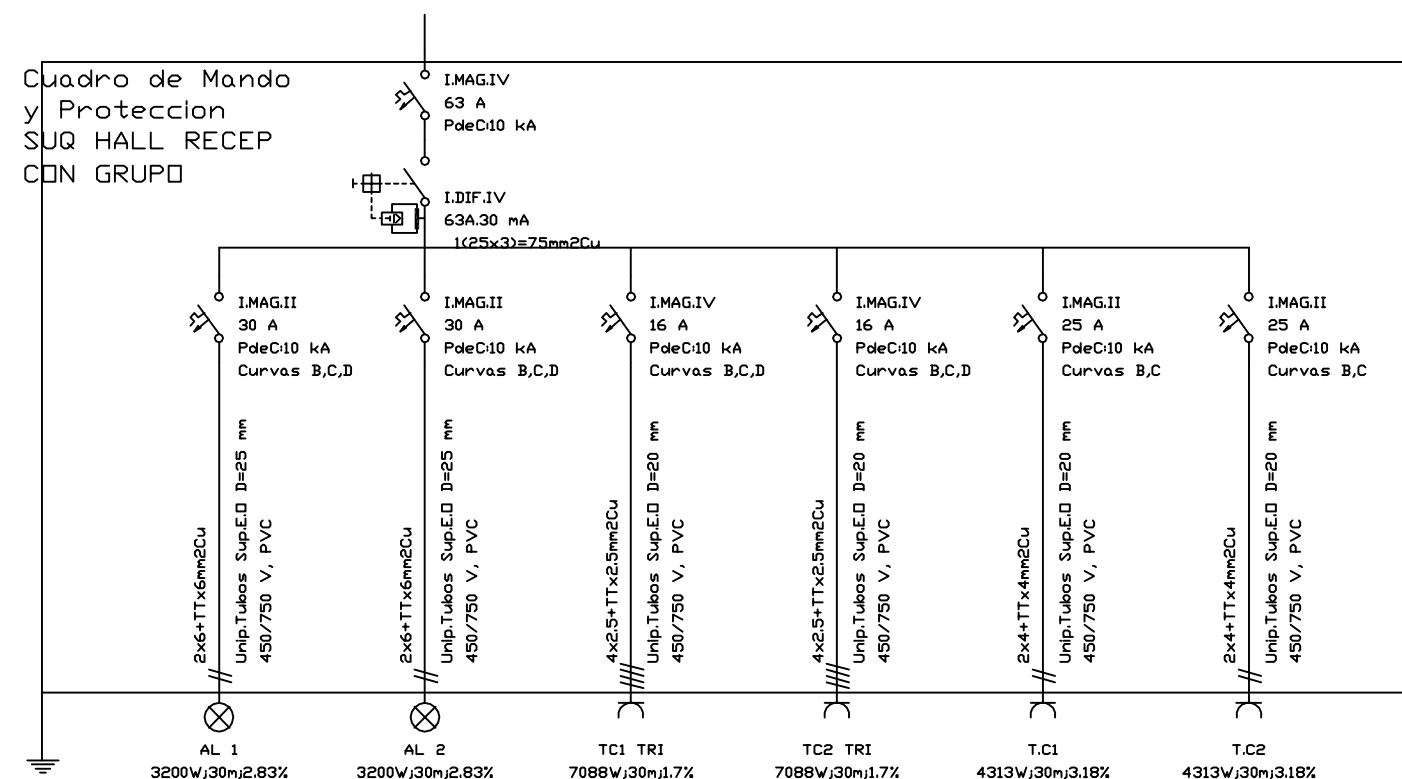
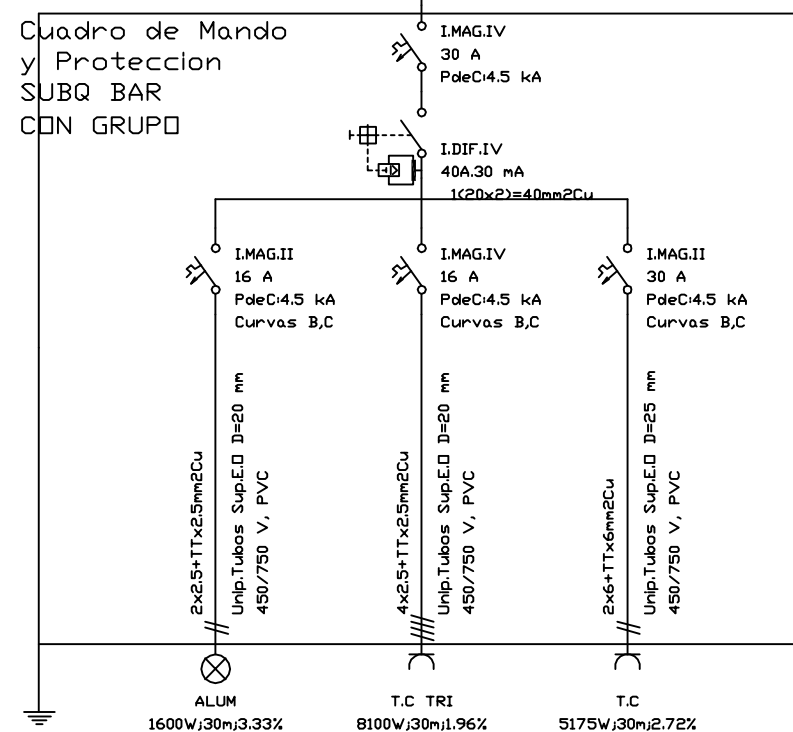
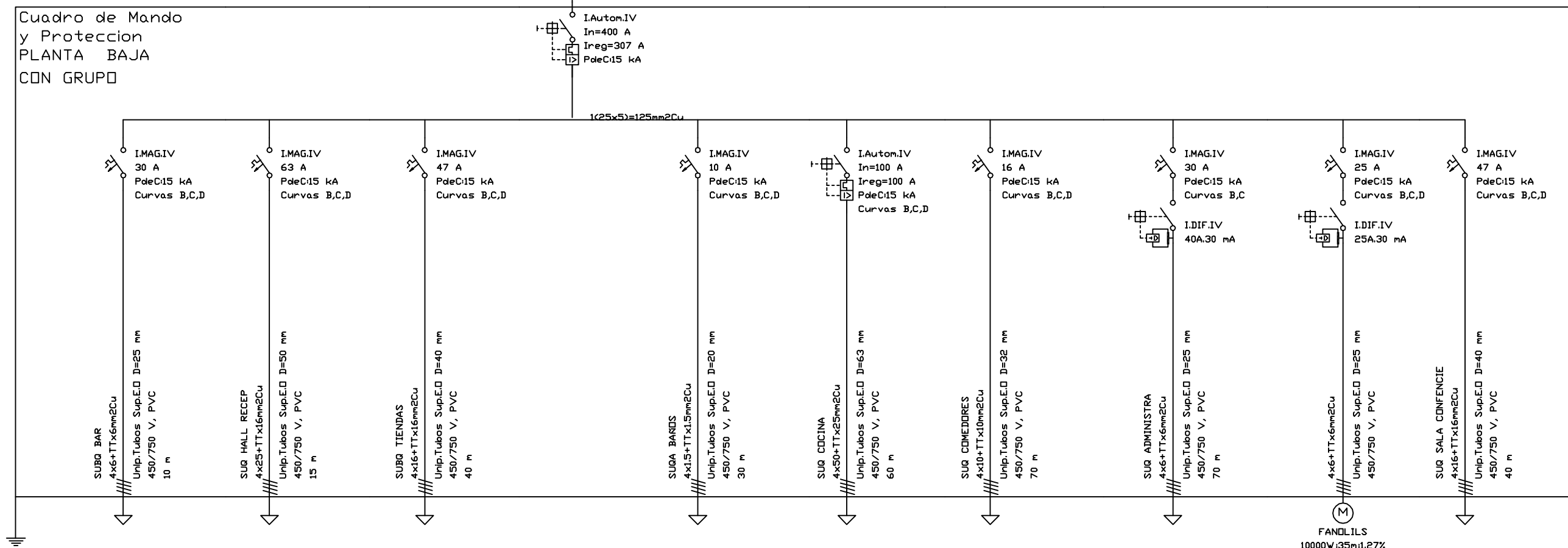
	Data	Nom	INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*
Dibuixat		MORA MIRO	
Comprovat		MORA MIRO	
S.normes			
Escaleta	ESQUEMAS ELECTRICOS CON GRUPO ELECTROGENO		LAMINA N.4.2.2
			Sustitueix a
			Sustituit per



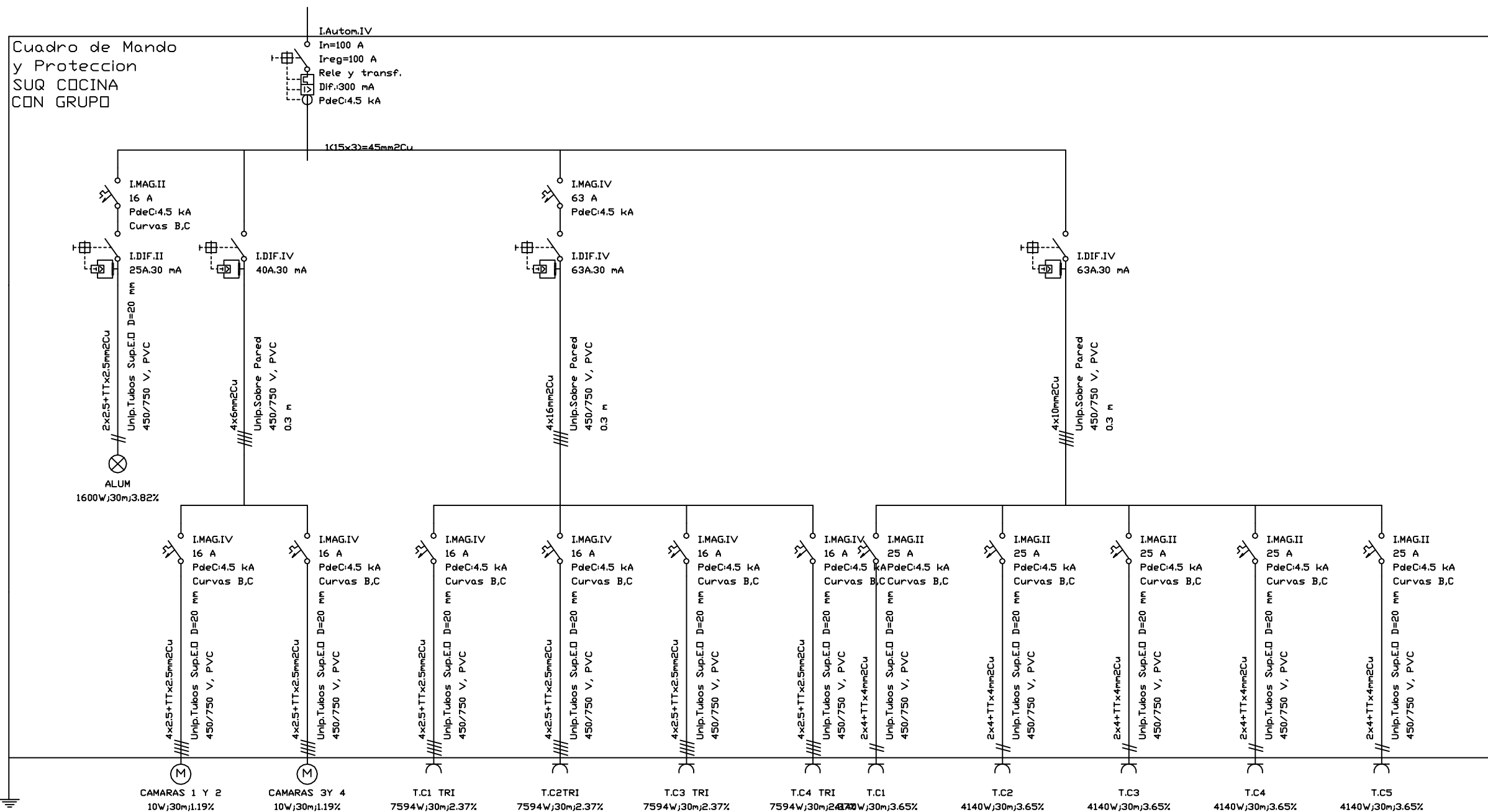
	Data	Nom	INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*
Dibuixat		MORA MIRO	
Comprovat		MORA MIRO	
S.normes			
Escala	ESQUEMAS ELECTRICOS CON GRUPO ELECTROGENO		LAMINA N.4.2.3
	Sustitueix a		
	Sustituit per		



	Data	Nom	INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*
Dibuixat		MORA MIRO	
Comprovat		MORA MIRO	
S.normes			
Escola	ESQUEMAS ELECTRICOS CON GRUPO ELECTROGENO		LAMINA N.4.2.4
			Sustitueix a
			Sustituit per

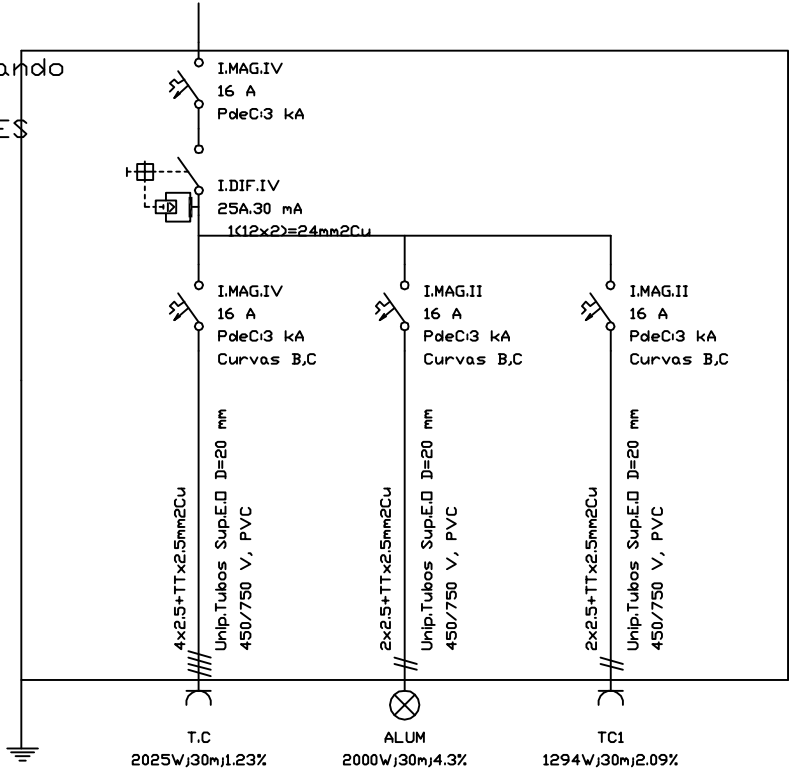


Data	Nom	INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*	
Dibuixat	MORA MIRO		
Comprovat	MORA MIRO		
S.normes			
Escaleta	ESQUEMAS ELECTRICOS CON GRUPO ELECTROGENO		LAMINA N.4.2.5
	Sustitueix a		
	Sustituit per		

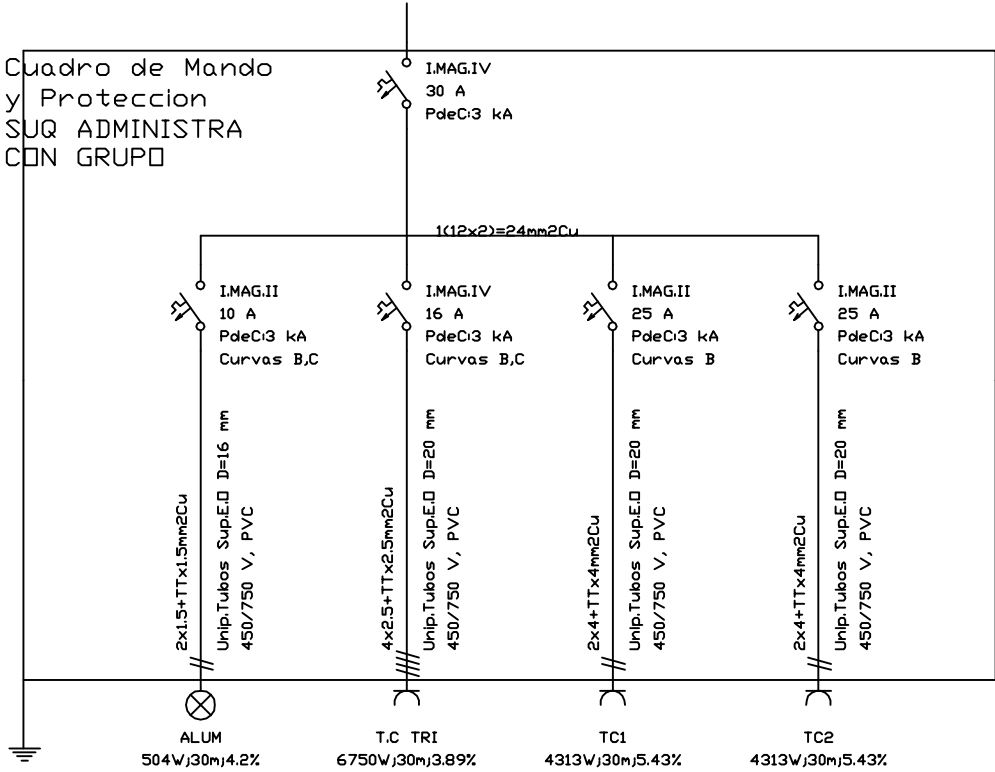


	Data	Nom	INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*
Dibuixat		MORA MIRO	
Comprovat		MORA MIRO	
S.normes			
Escala	ESQUEMAS ELECTRICOS CON GRUPO ELECTROGENO		LAMINA N.4.2.6
			Sustitueix a
			Sustituit per

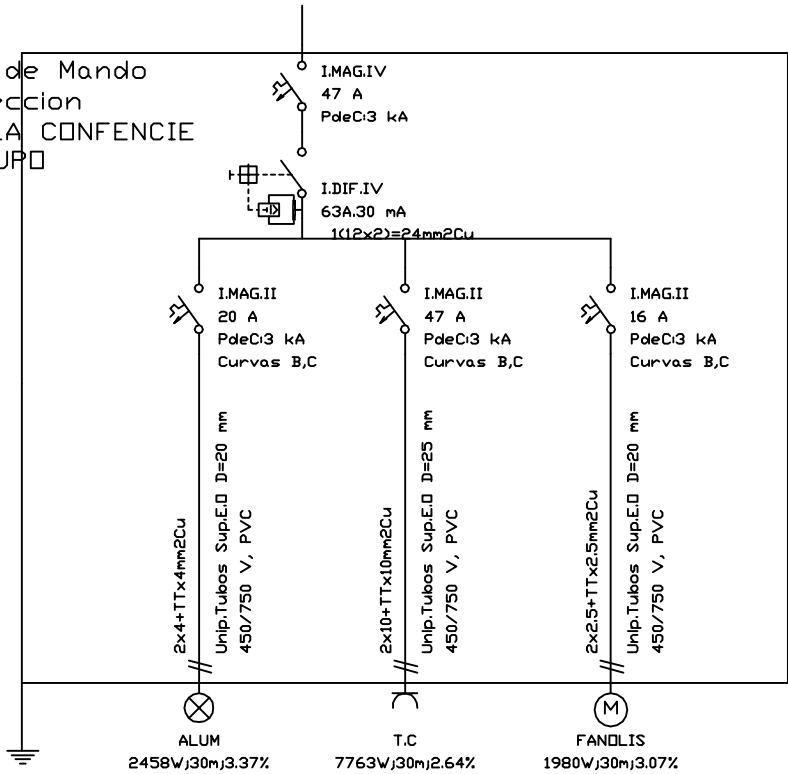
Cuadro de Mando
y Proteccion
SUQ COMEDORES
CON GRUPO



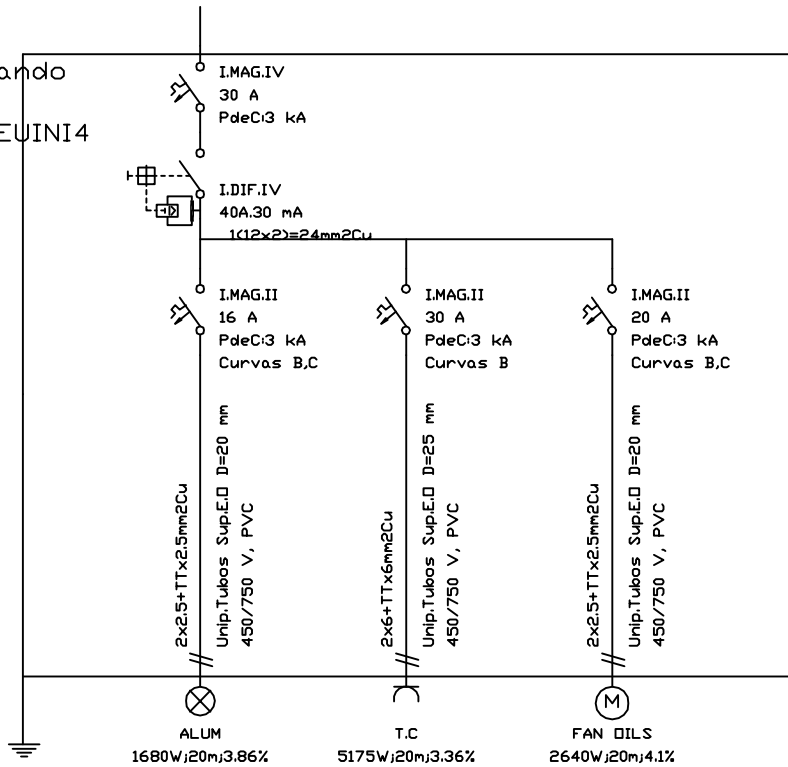
Cuadro de Mando
y Proteccion
SUQ ADMINISTRA
CON GRUPO



Cuadro de Mando
y Proteccion
SUQ SALA CONFENCIE
CON GRUPO

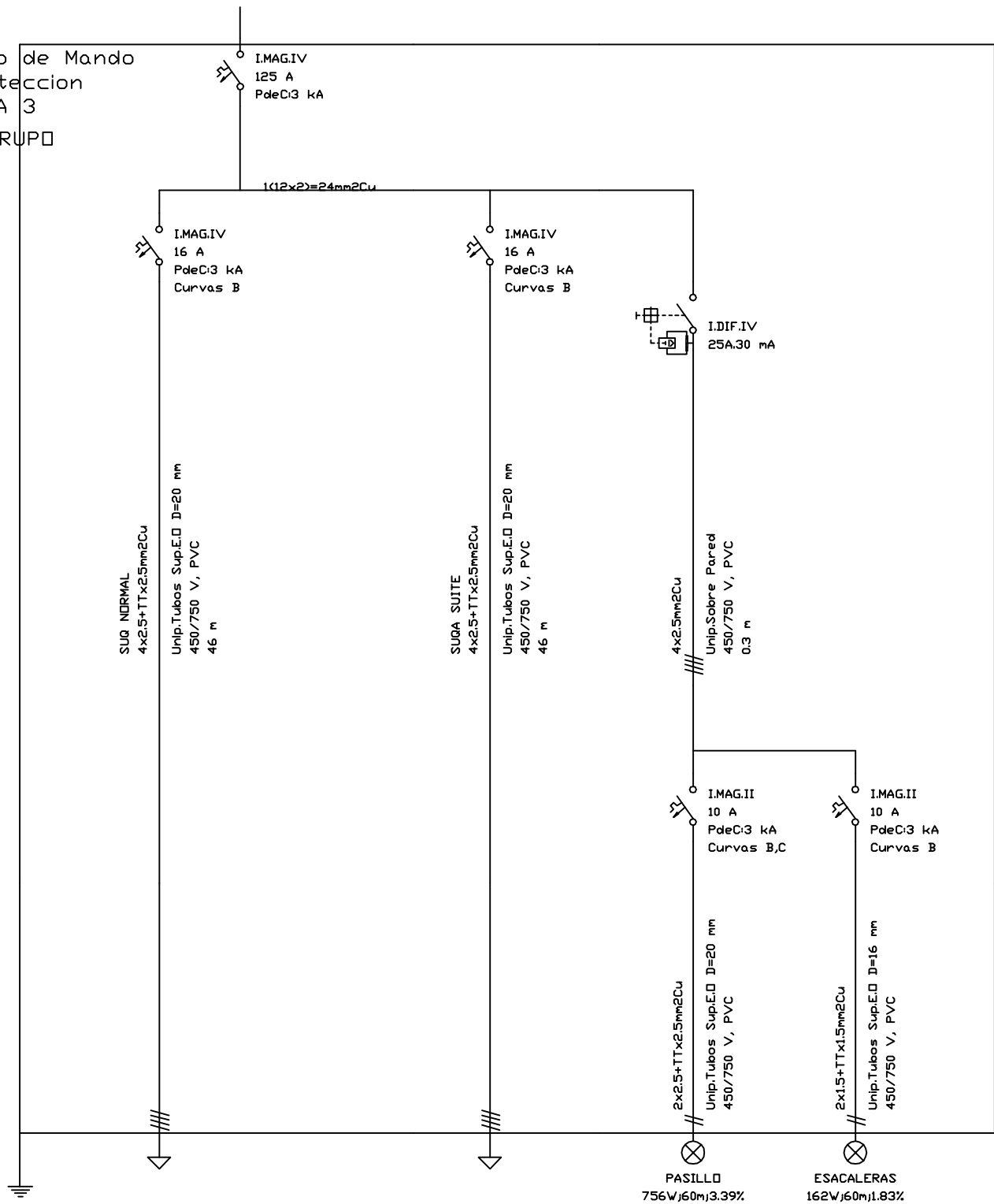


Cuadro de Mando
y Proteccion
SUBQ SALA REUNIA4
CON GRUPO

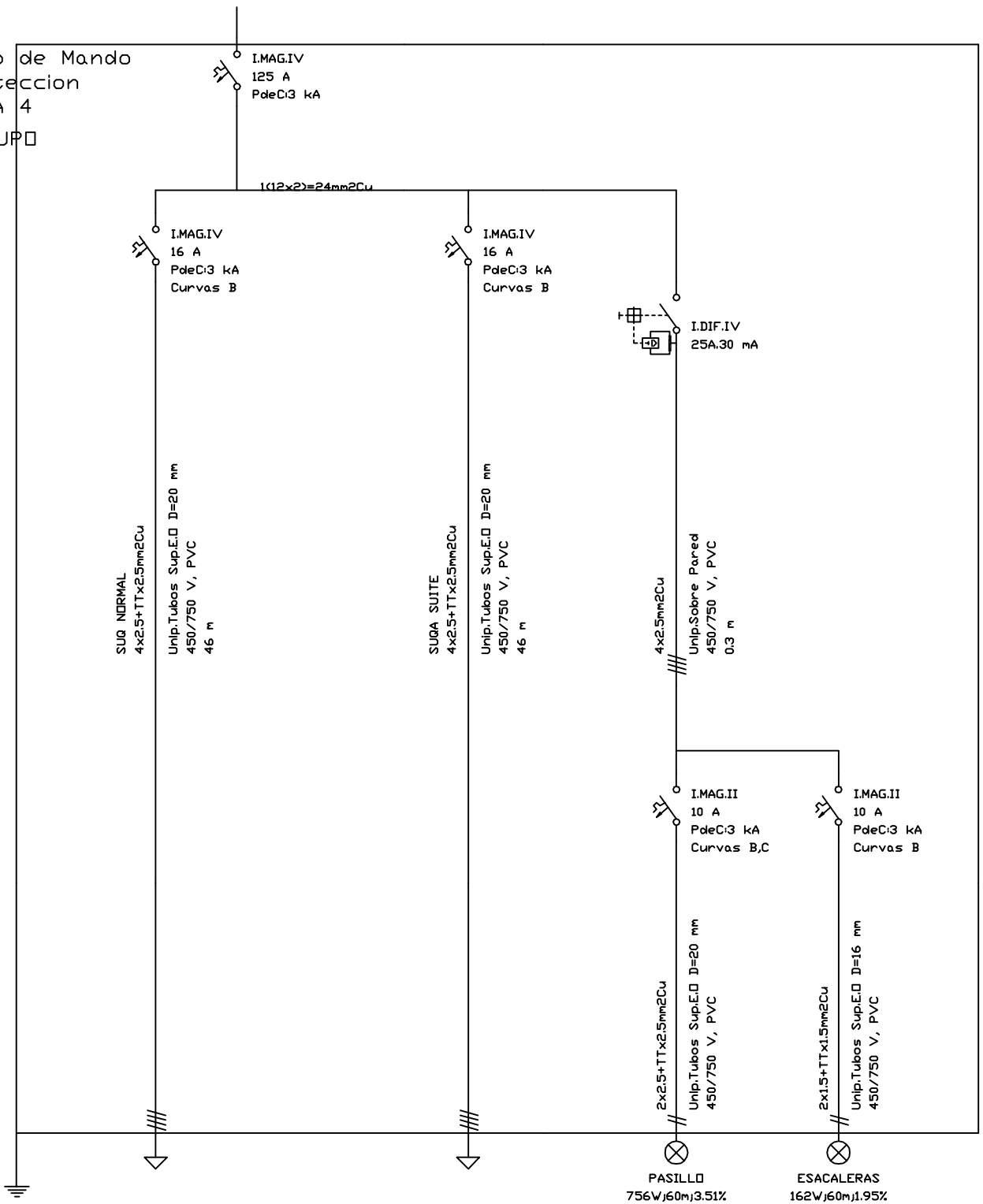


	Data	Norm	INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*
Dibuixat		MORA MIRO	
Comprovat		MORA MIRO	
S.normes			
Escales	ESQUEMAS ELECTRICOS CON GRUPO ELECTROGENO		LAMINA N.4.2.7
	Sustitueix a		
	Sustitueix per		

Cuadro de Mando
y Protección
PLANTA 3
CON GRUPO

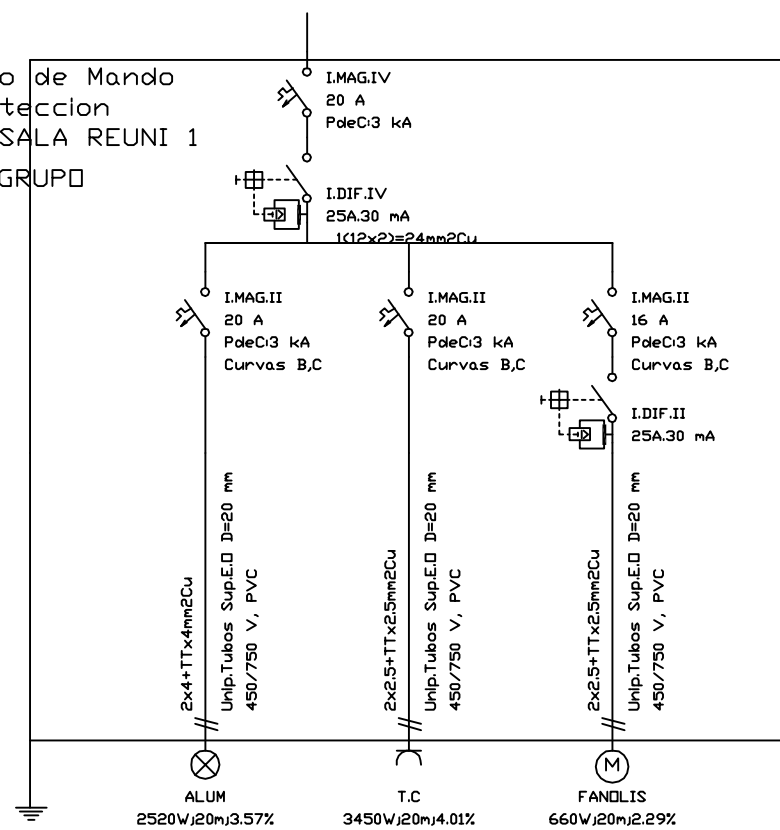


Cuadro de Mando
y Protección
PLANTA 4
CON GRUPO

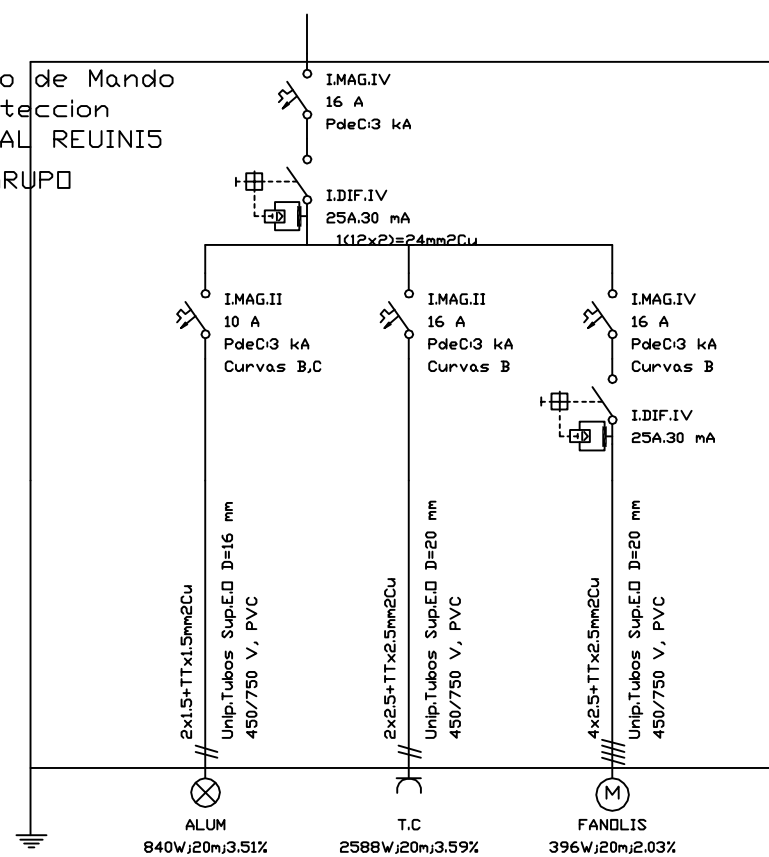


	Data	Nom	INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*
Dibuixat		MORA MIRO	
Comprovat		MORA MIRO	
S.normes			
Escala	ESQUEMAS ELECTRICOS CON GRUPO ELECTROGENO		LAMINA N.4.2.8
			Sustitueix a
			Sustitueix per

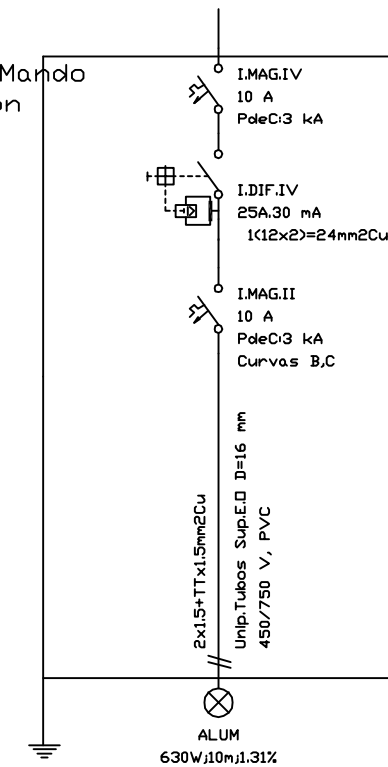
Cuadro de Mando
y Proteccion
SUSQ SALA REUNI 1
CON GRUPO



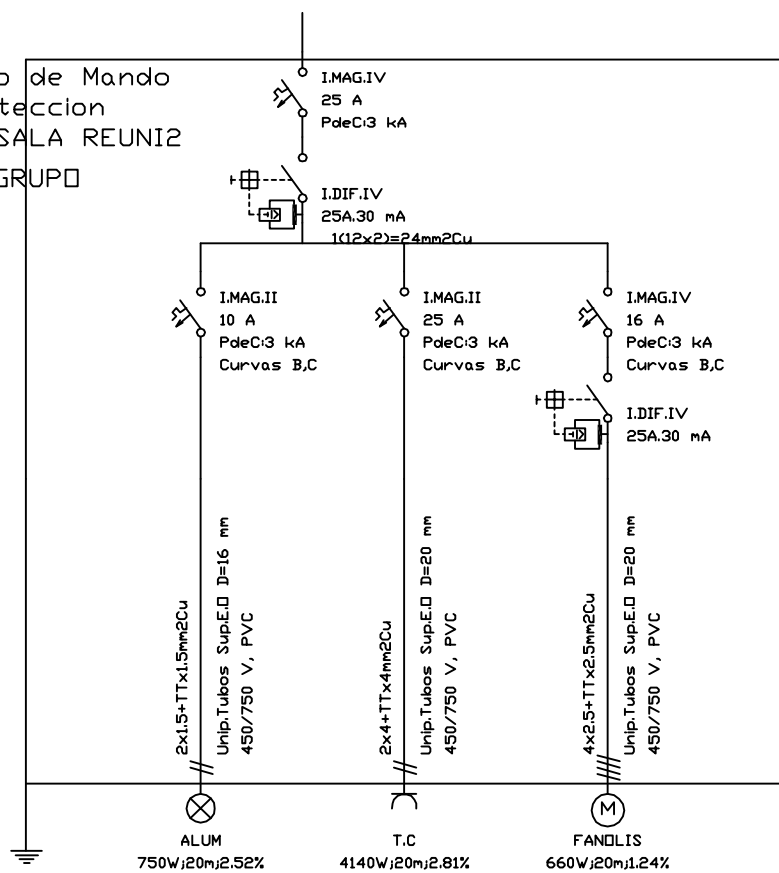
Cuadro de Mando
y Proteccion
SUQ SAL REUNI15
CON GRUPO



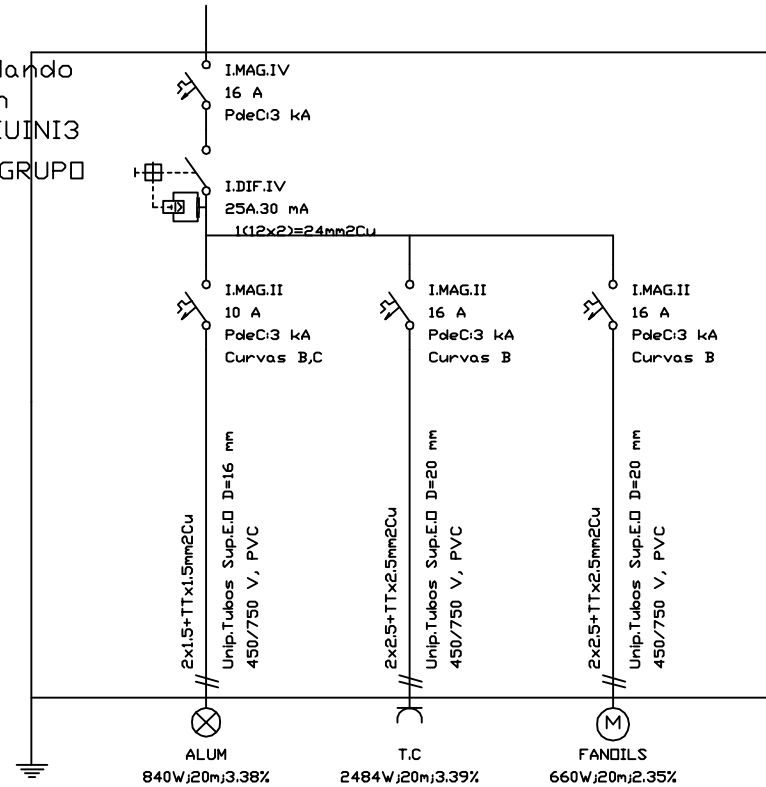
Cuadro de Mando
y Proteccion
SUQA BANDS
CON GRUPO



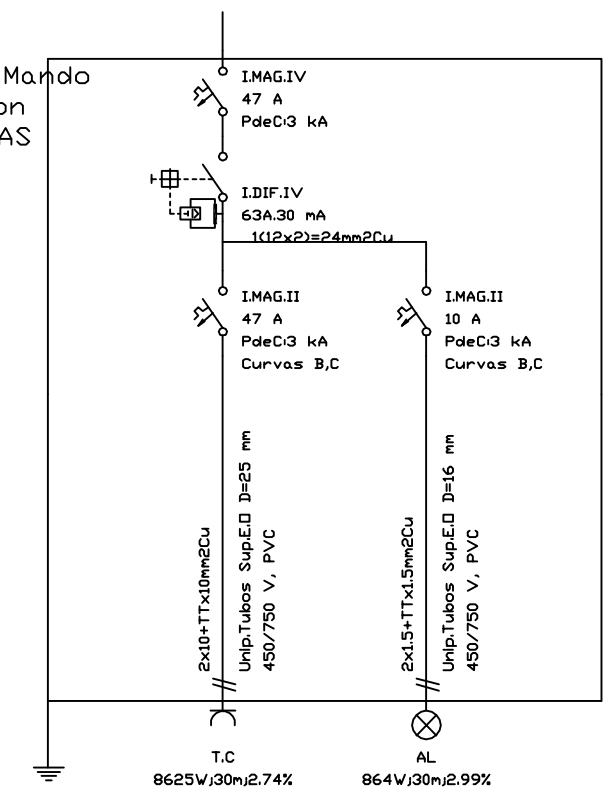
Cuadro de Mando
y Proteccion
SUBQ SALA REUNI2
CON GRUPO



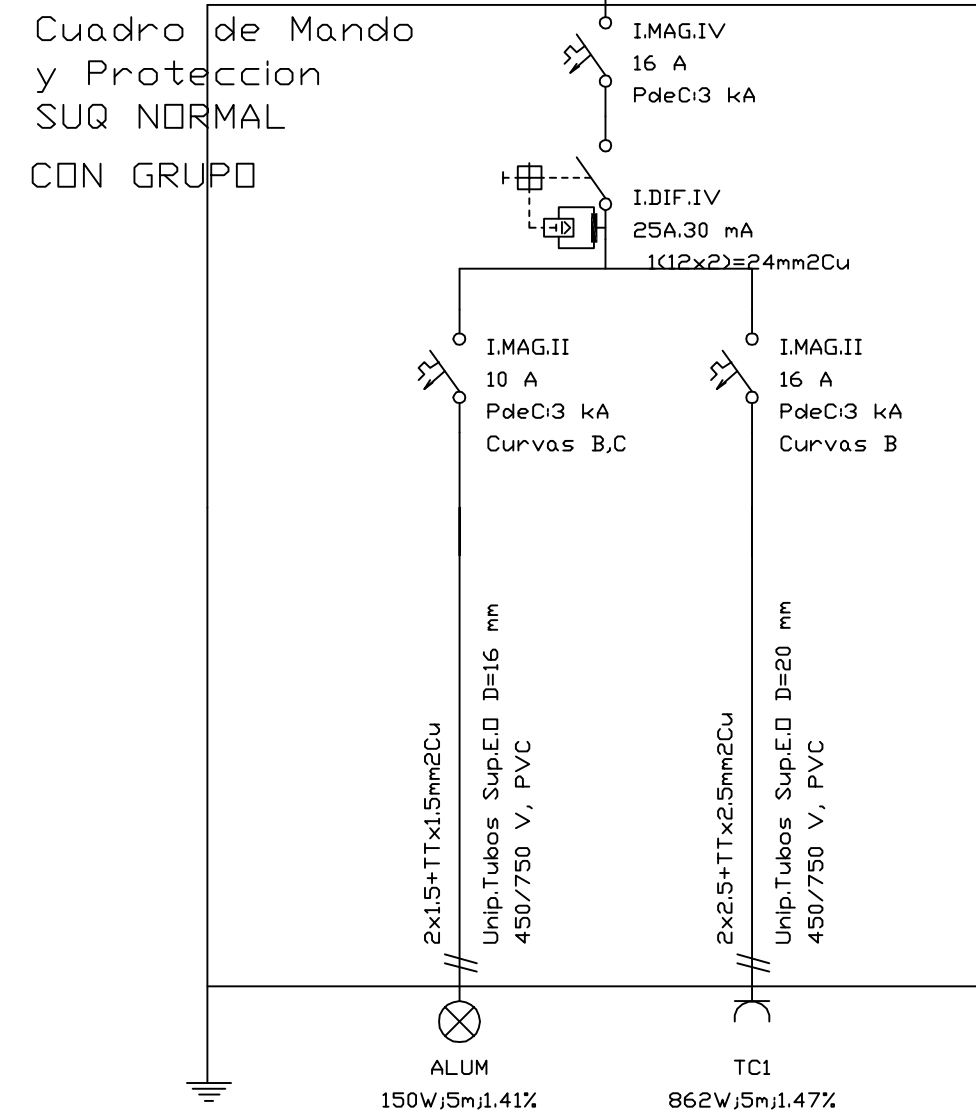
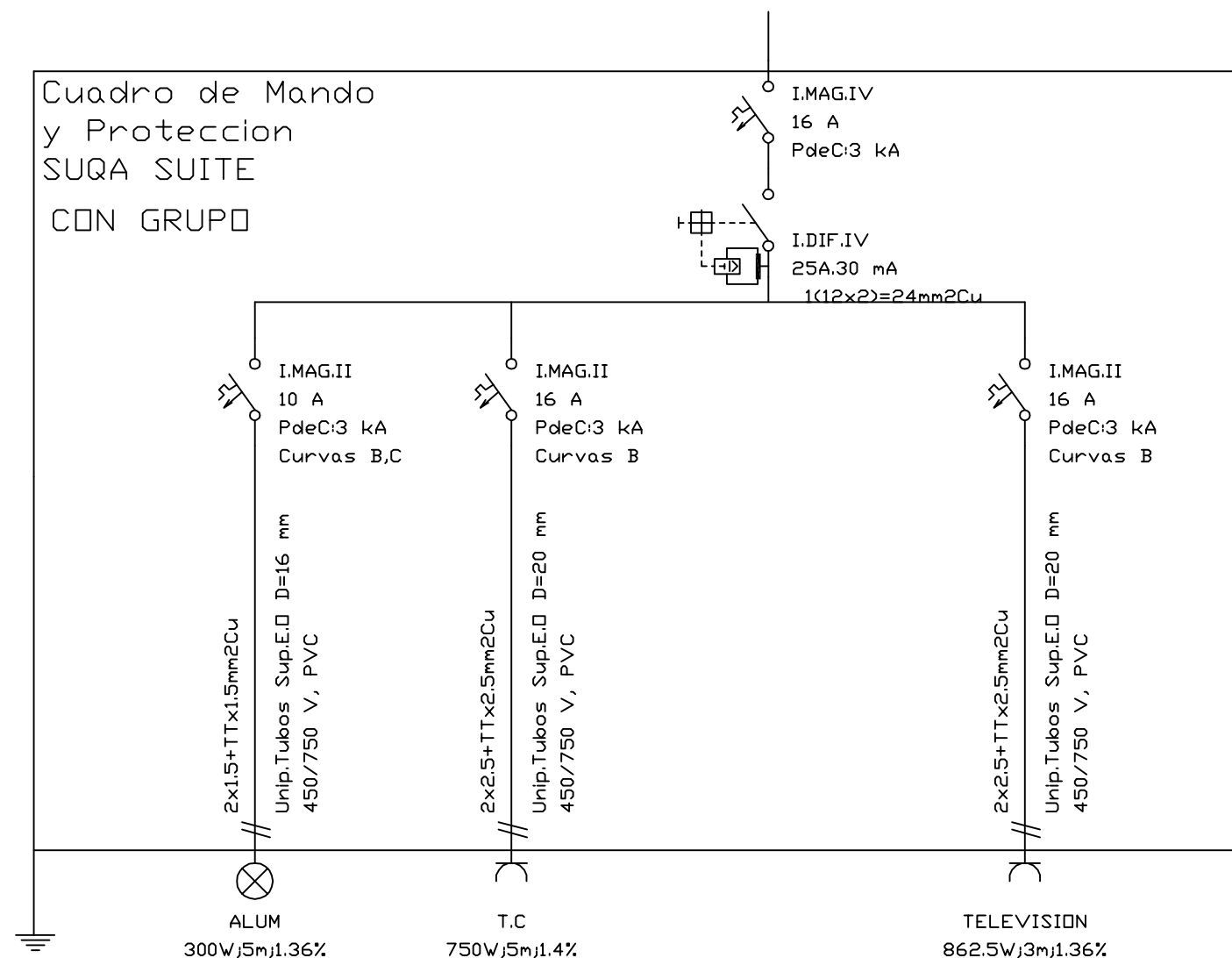
Cuadro de Mando
y Proteccion
SUQ SALA REUNI3
CON GRUPO



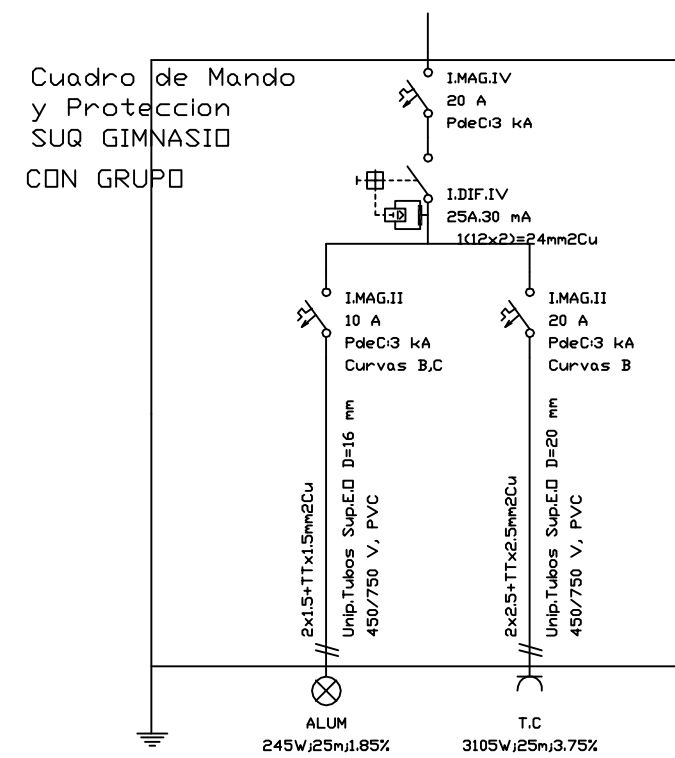
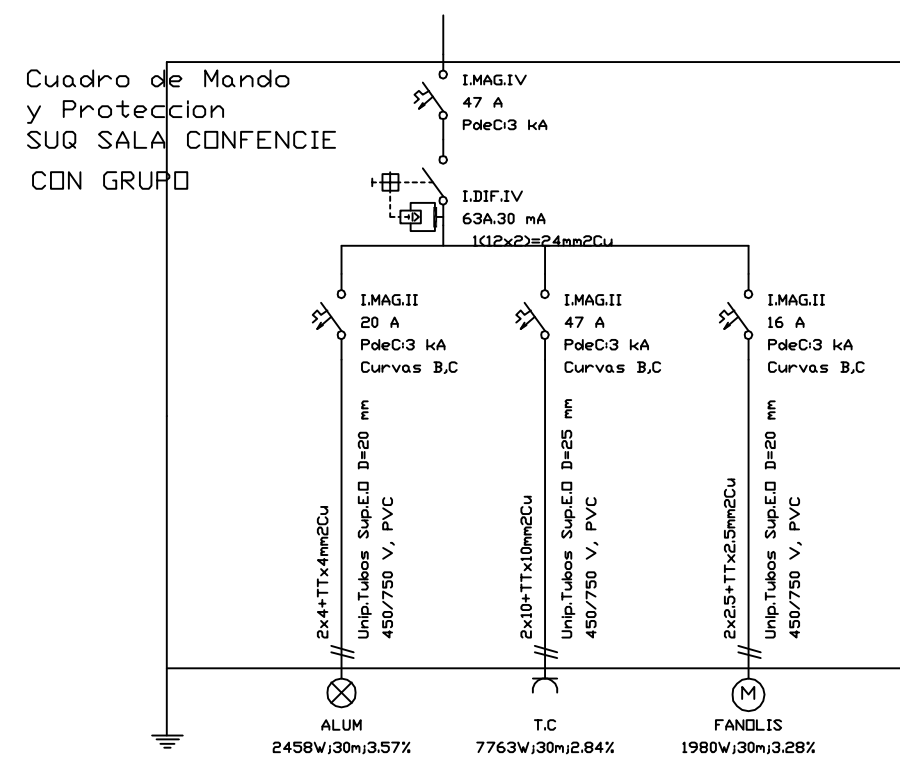
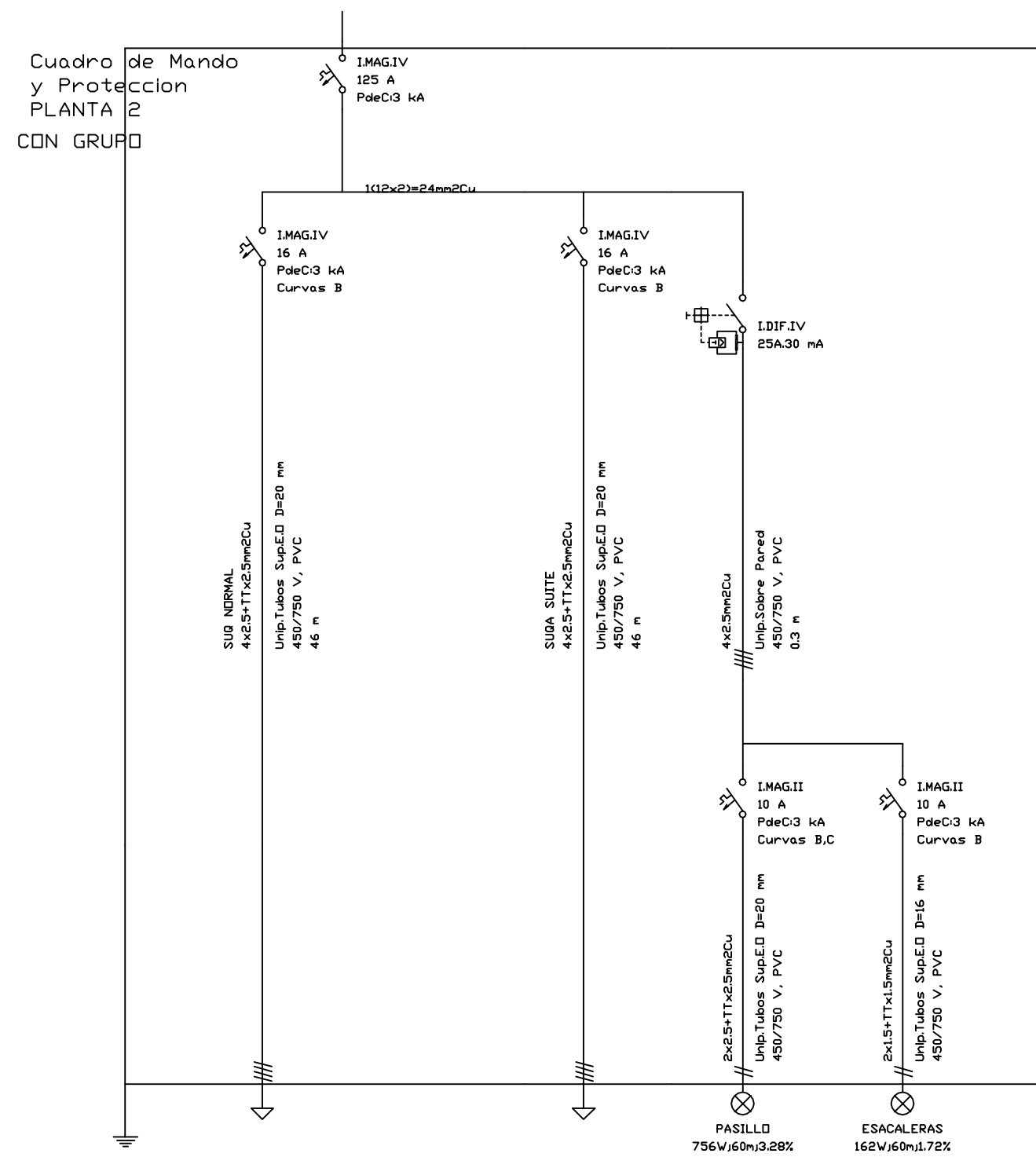
Cuadro de Mando
y Proteccion
SUBQ TIENDAS
CON GRUPO



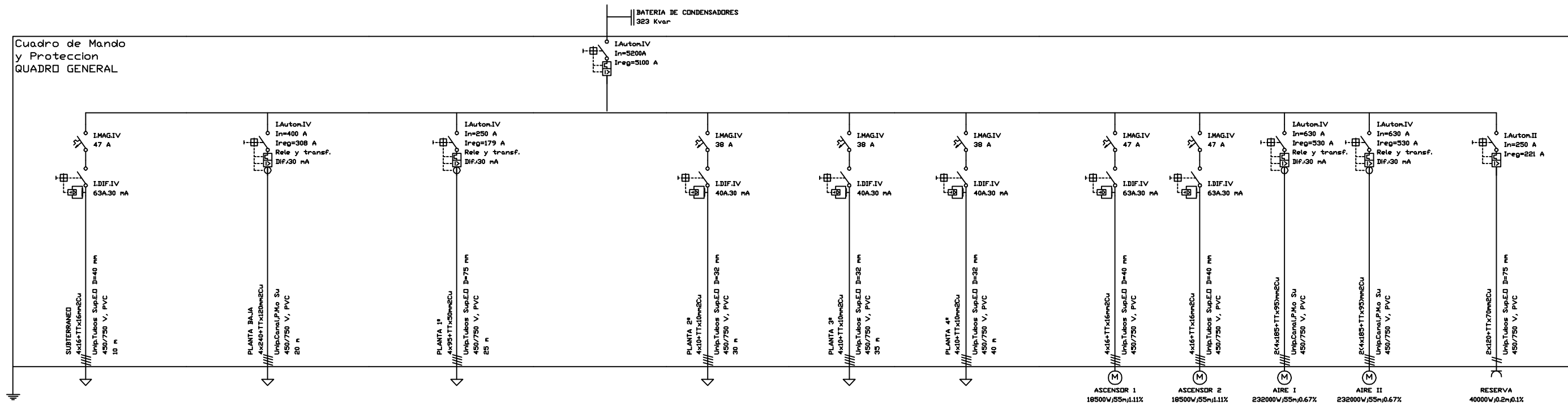
Data	Nom	INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*	
Dibuixat	MORA MIRO	ESQUEMAS ELECTRICOS CON GRUPO ELECTROGENO	
Comprovat	MORA MIRO		
S.normes			
Escala		LAMINA N.4.2.9	
		Sustitueix a	
		Sustitueix per	



	Data	Nom	INSTALACIONES EN UN HOTEL	
Dibuixat		MORA MIRO		
Comprovat		MORA MIRO		
S.normes				
Escala	ESQUEMAS ELECTRICOS CON GRUPO ELECTROGENO		LAMINA N.3.4.210	
			Sustitueix a	
			Sustituit per	

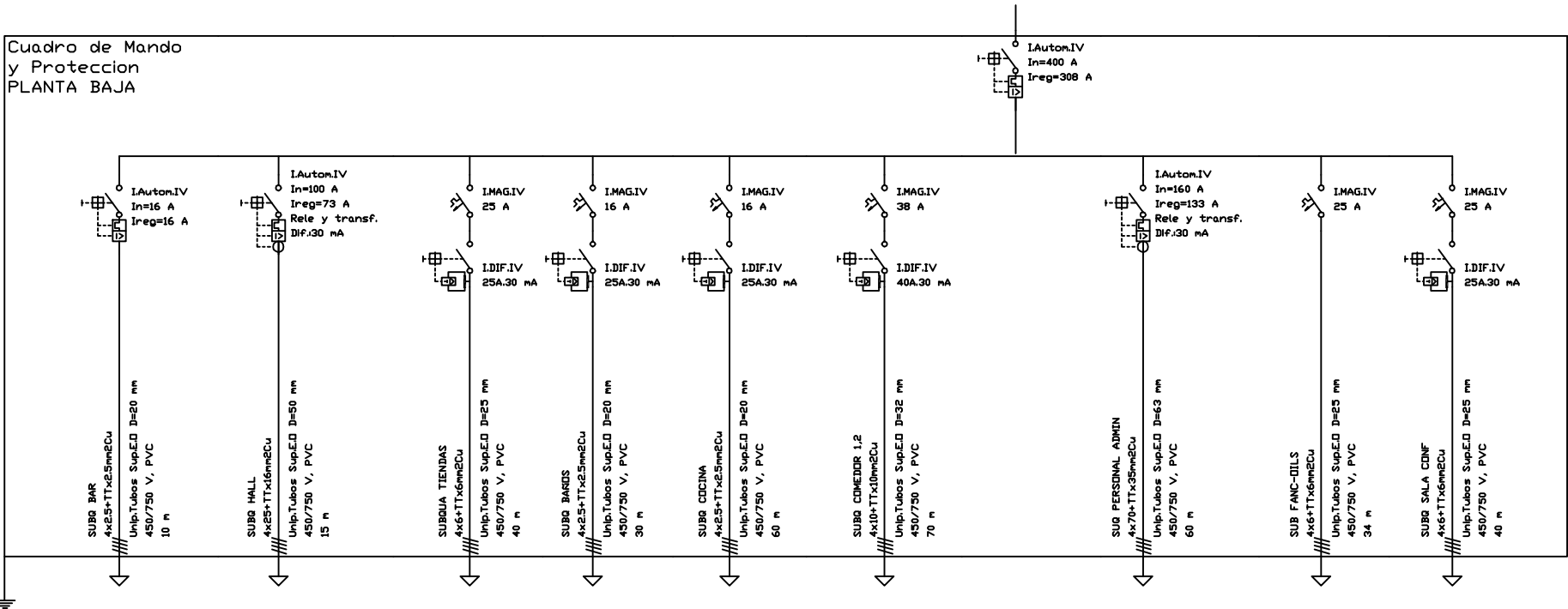


	Data	Norm	INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*
Dibuixat		MORA MIRO	
Comprovat		MORA MIRO	
S.normes			
Escala	ESQUEMAS ELECTRICOS CON GRUPO ELECTROGENO		LAMINA N.4.2.11
			Sustitueix a
			Sustitueix per

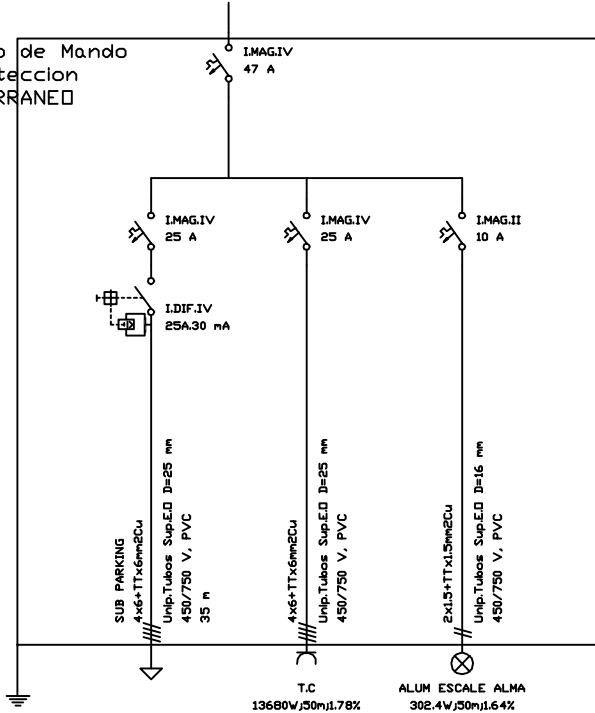


	Data	Nom	INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*
Dibuixat		MORA MIRO	
Comprovat		MORA MIRO	
S.normes			
Escola	ESQUEMAS ELECTRICOS SIN GRUPO ELECTROGENO		LAMINA N.4.2.12
	Sustitueix a		
	Sustitueix per		

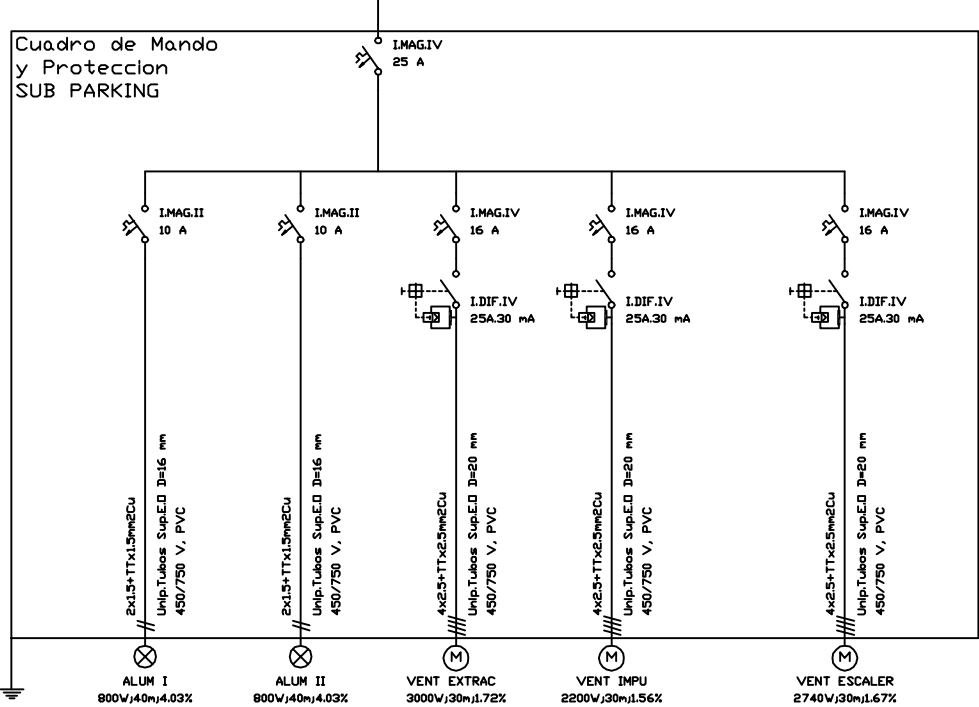
Cuadro de Mando
y Proteccion
PLANTA BAJA



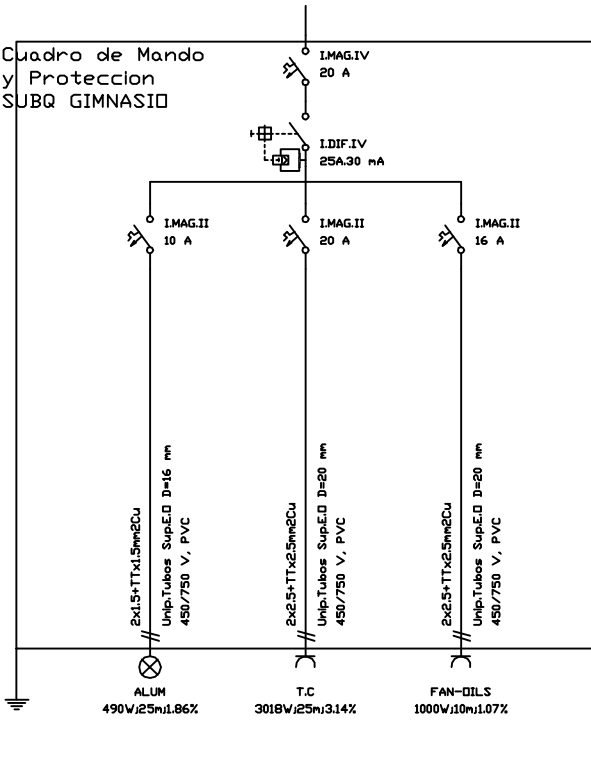
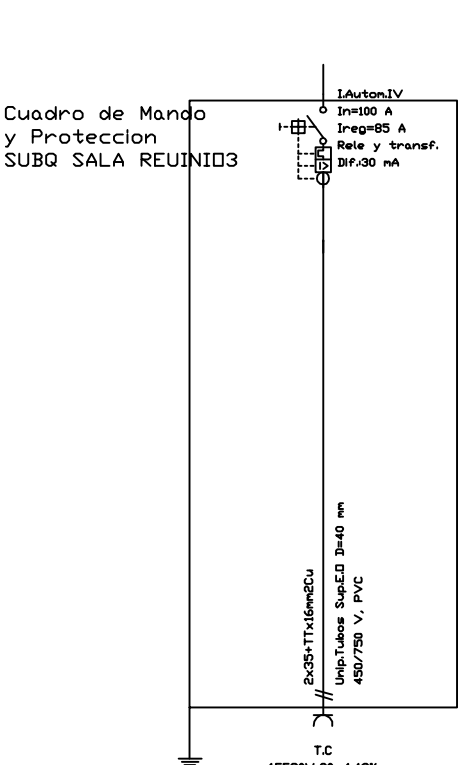
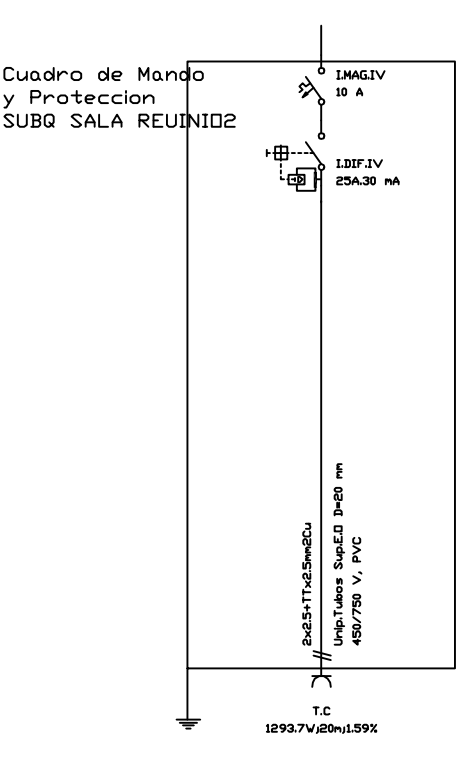
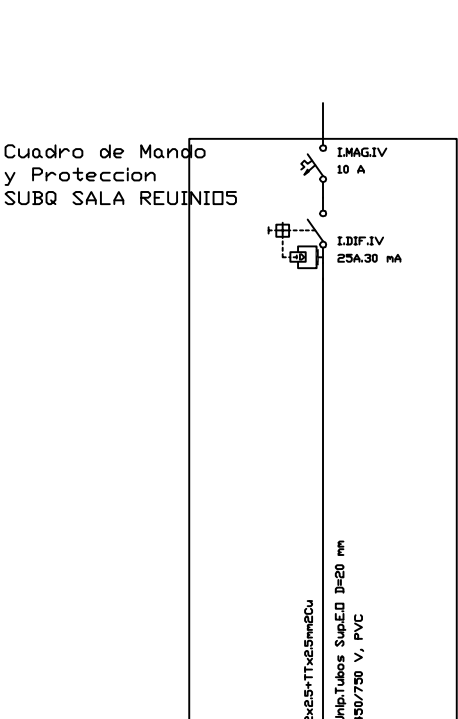
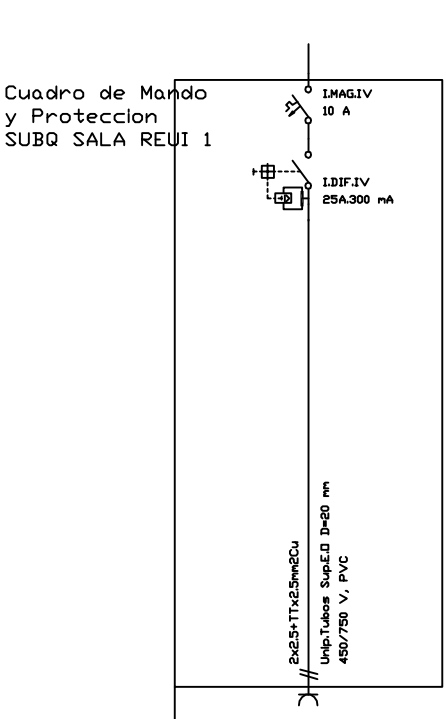
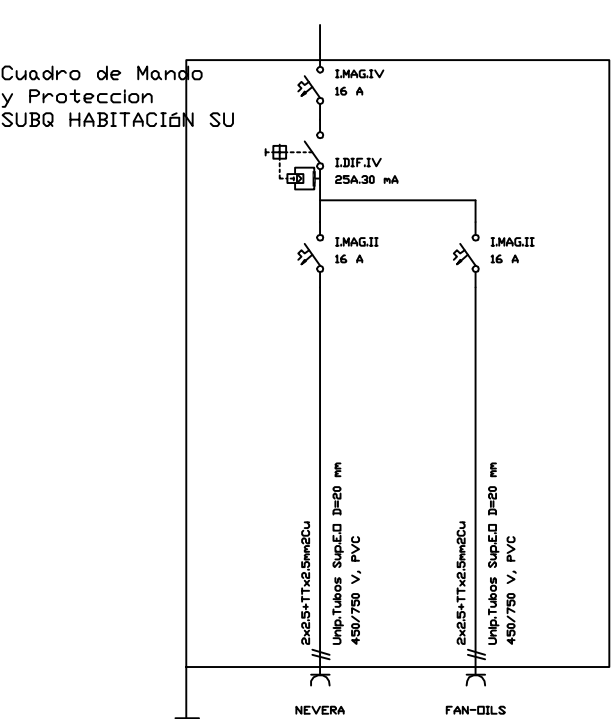
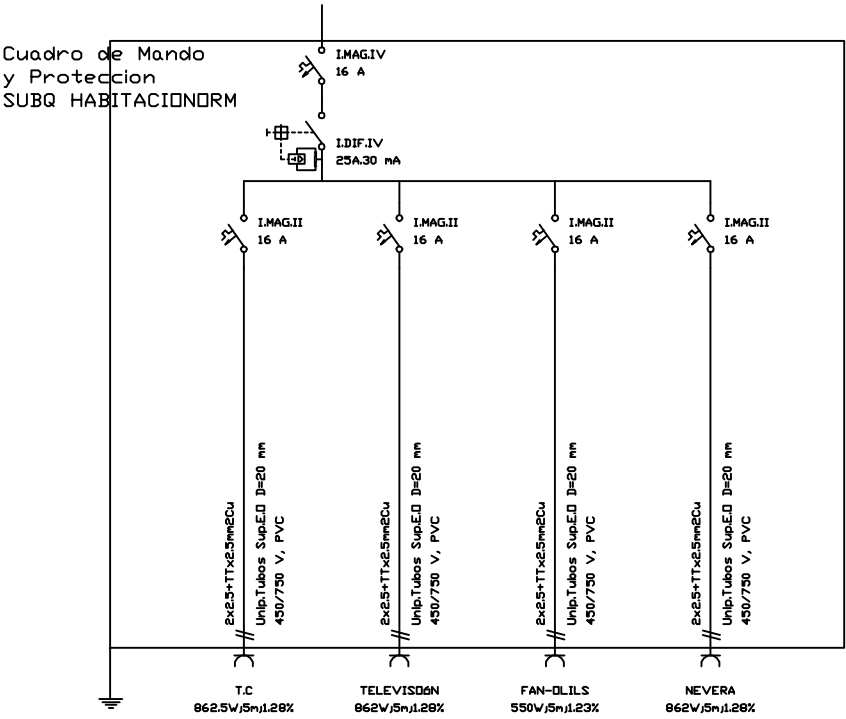
Cuadro de Mando
y Proteccion
SUBTERRANEO



Cuadro de Mando
y Proteccion
SUB PARKING

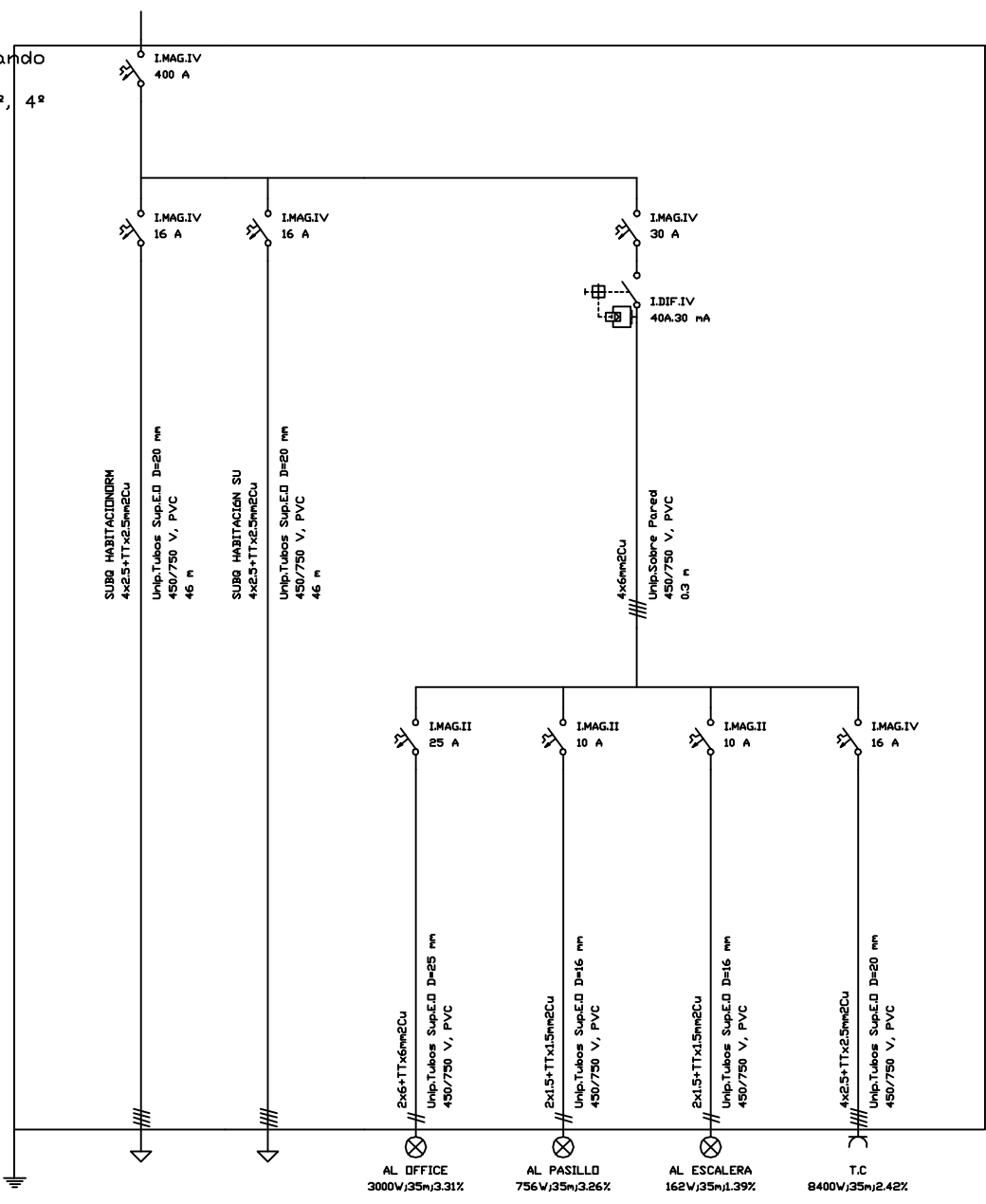


	Data	Nom	INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*	
Dibuixat		MORA MIRO		
Comprovat		MORA MIRO		
S.normes				
Escola	ESQUEMAS ELECTRICOS CON GRUPO ELECTROGENO		LAMINA N.4.2.13	
			Sustitueix a	
			Sustituit per	

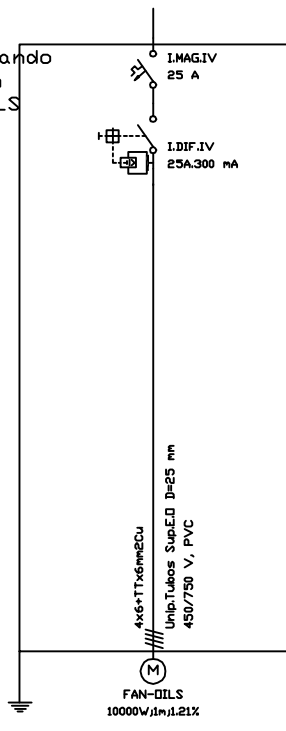


	Data	Nom		INSTALACIONES ELECTRICAS
Dibuixat		MORA MIRO		Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*
Comprovat		MORA MIRO		
S.normes				
Escala	ESQUEMAS ELECTRICOS CON GRUPO ELECTROGENO			LAMINA N.4.2.14
				Sustitueix a
				Sustituit per

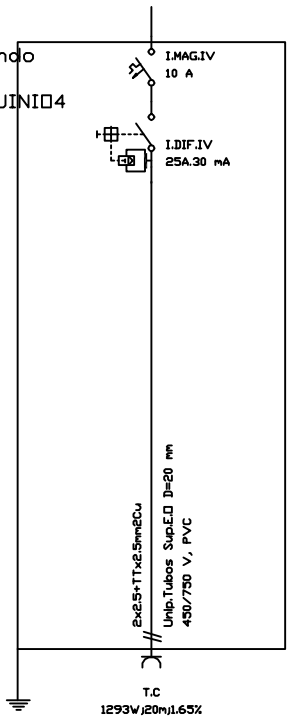
Cuadro de Mando
y Proteccion
PLANTA 2º ,3º, 4º



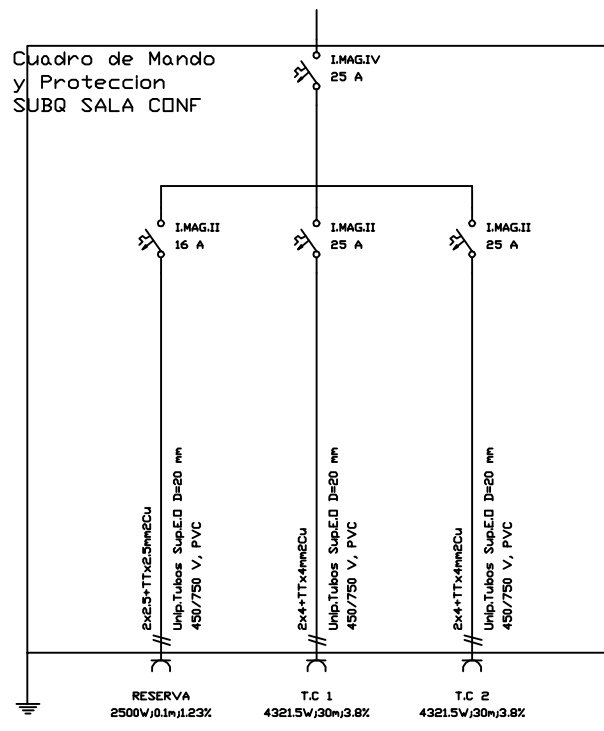
Cuadro de Mando
y Proteccion
SUB FANC-OILS



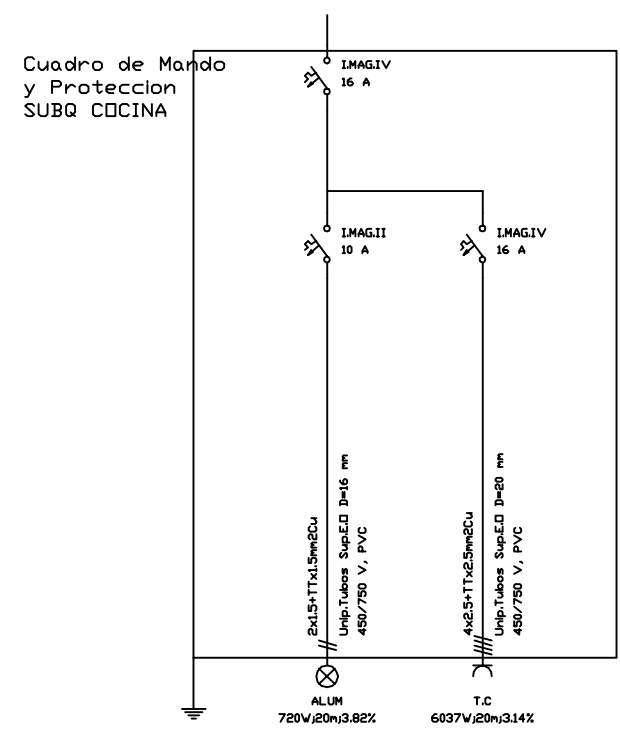
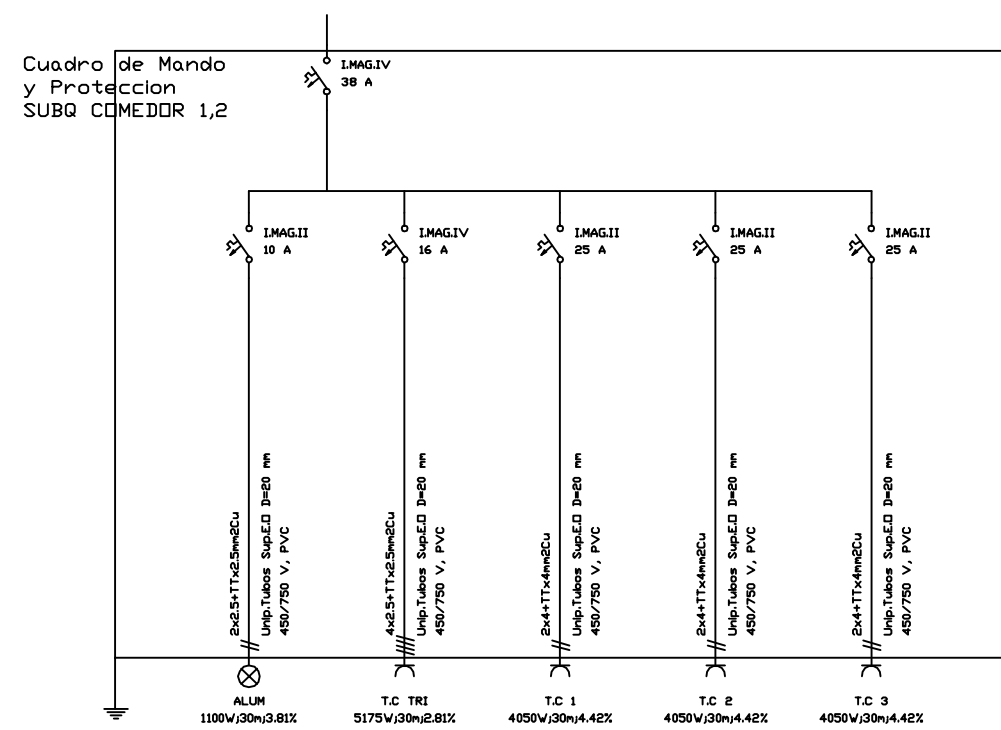
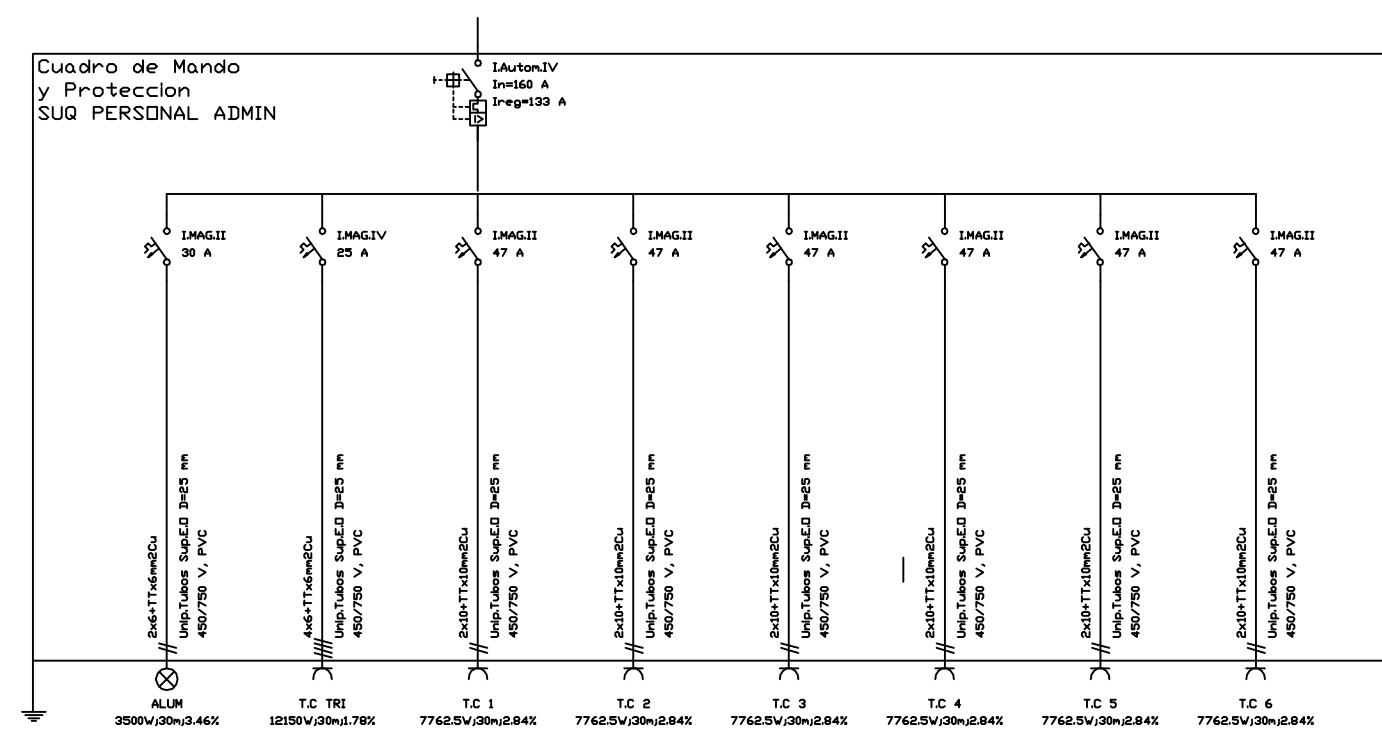
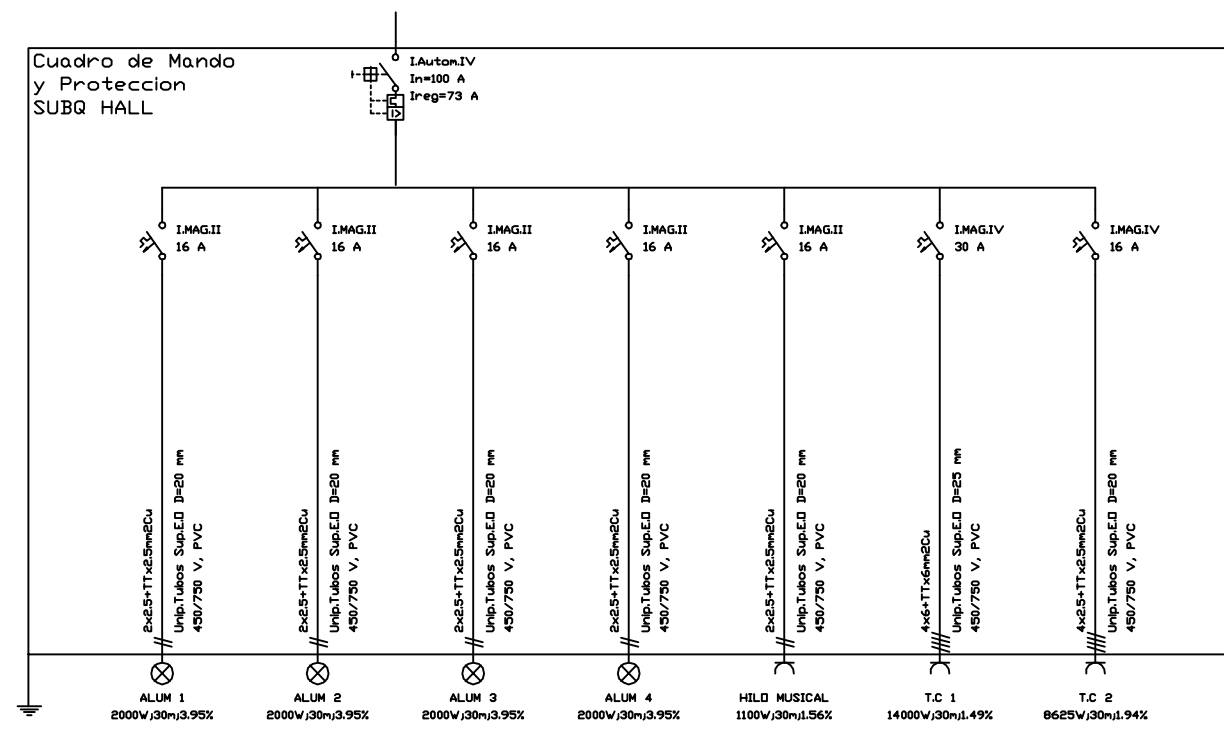
Cuadro de Mando
y Proteccion
SUBQ SALA REUNIO4



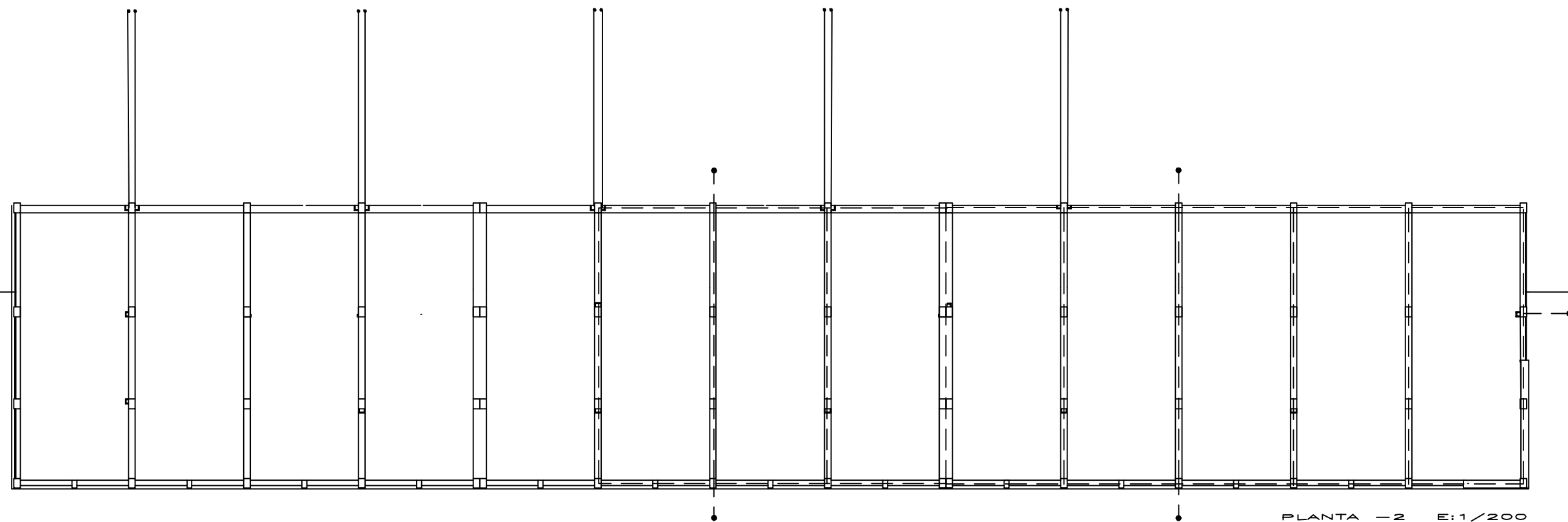
Cuadro de Mando
y Proteccion
SUBQ SALA CONF



	Data	Nom	INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*
Dibuixat		MORA MIRO	
Comprovat		MORA MIRO	
S.normes			
Escola	ESQUEMAS ELECTRICOS CON GRUPO ELECTROGENO		LAMINA N.4.2.15
	Sustitueix a		
	Sustituit per		



	Data	Nom	INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*
Dibuixat		MORA MIRO	
Comprovat		MORA MIRO	
S.normes			
ESCALA	ESQUEMAS ELECTRICOS CON GRUPO ELECTROGENO		LAMINA N.4.2.16
			Sustitueix a
			Sustitueix per



TIERRA DE PROTECCIÓN
Profundidad electrodo: 0,5 m
Sección conductor: 35 mm²
Diámetro pica: 14 mm
Número de picas: 5
Longitud pica: 2 m
Diámetro pica: 20 mm
Separación mínima entre picas: 25 m
—— Conductor
● Picas

	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACS SOLAR EN UN HOTEL 4*
<i>Dibuixat</i>		MORA MIRO	
<i>Comprovat</i>		MORA MIRO	
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i> 1/200	<i>DISTRIBUCIÓN DE PUESTA A TIERRA</i>		<i>LAMINA N.5</i>
			<i>Sustitueix a</i>
			<i>Sustituit per</i>

6.-PLIEGO DE CONDICIONES

6.1.-Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura

Índice

1 Requisitos generales

1.1 Objeto y campo de aplicación

1.2 Generalidades .

1.3 Requisitos generales

1.3.1 Fluido de trabajo

1.3.2 Protección contra heladas

1.3.2.1 Generalidades .

1.3.2.2 Mezclas anticongelantes

1.3.2.3 Recirculación del agua del circuito

1.3.2.4 Drenaje automático con recuperación del fluido

1.3.2.5 Sistemas de drenaje al exterior

1.3.3 Sobre calentamientos ...

1.3.3.1 Protección contra sobre calentamientos

1.3.3.2 Protección contra quemaduras .

1.3.3.3 Protección de materiales y componentes contra altas temperaturas

1.3.4 Resistencia a presión

1.3.5 Prevención de flujo inverso

1.3.6 Prevención de la legionelosis

2 Configuraciones básicas

2.1 Clasificación de las instalaciones .

3 Criterios generales de diseño

3.1 Dimensionado y cálculo

3.1.1 Datos de partida

3.1.2 Dimensionado básico

3.2 Diseño del sistema de captación .

3.2.1 Generalidades

3.2.2 Orientación, inclinación, sombras e integración arquitectónica

3.2.3 Conexionado

3.2.4 Estructura soporte .

3.3 Diseño del sistema de acumulación solar

3.3.1 Generalidades

3.3.2 Situación de las conexiones

3.3.3 Varios acumuladores

3.3.4 Sistema auxiliar en el acumulador solar .

3.4 Diseño del sistema de intercambio

3.5 Diseño del circuito hidráulico .

3.5.1 Generalidades .

3.5.2 Tuberías

3.5.3 Bombas

3.5.4 Vasos de expansión

3.5.5 Purga de aire .

3.5.6 Drenaje

3.6 Recomendaciones específicas adicionales para sistemas por circulación natural . .

3.7 Requisitos específicos adicionales para sistemas directos

3.8 Diseño del sistema de energía auxiliar .

3.9 Diseño del sistema eléctrico y de control

3.10 Diseño del sistema de monitorización .

Anexo I: Normativa de aplicación y consulta .

Anexo II: Definiciones

Anexo III: Pruebas y documentación

Anexo IV: Cálculo de demandas energéticas

Anexo V: Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación

Anexo VI: Cálculo de pérdidas de radiación solar por sombras

Anexo VII: Componentes

Anexo VIII: Condiciones de montaje

Anexo IX: Requisitos técnicos del contrato de mantenimiento .

Anexo X: Tablas de temperaturas y radiación .

Anexo XI: Método de cálculo recomendado .

Bibliografía .

Antecedentes

Esta documentación ha sido realizada tomando como base la aportada por SODEAN, S.A., a través del Pliego de Especificaciones Técnicas para Instalaciones de Energía Solar Térmica a Baja Temperatura del programa PYMEs FEDER-IDAE, y las normativas vigentes o en proyecto, siendo elaborada a través del Convenio para el Impulso Tecnológico de la Energía Solar entre el IDAE y el INTA.

Adicionalmente, han participado en su elaboración el Grupo de Trabajo de Energía Solar, creado en el seno de la Comisión Consultiva de Ahorro y Eficiencia Energética del IDAE y compuesto por representantes de las diferentes Comunidades Autónomas, y el Grupo de Expertos Independientes de la Convocatoria de Ayudas a la Energía Solar Térmica en el ámbito del Plan de Fomento de las Energías Renovables correspondiente al año 2001. Se han tomado en consideración las opiniones que sobre el mismo han expresado algunas de las entidades acreditadas colaboradoras del IDAE para la Convocatoria de Ayudas a la Energía Solar Térmica en el ámbito del Plan de Fomento de las Energías Renovables correspondiente al año 2001 y las de CENSOLAR. Su finalidad es establecer las condiciones técnicas que deben tomarse en consideración en la Convocatoria de Ayudas para la promoción de instalaciones de Energía Solar Térmica en el ámbito del Plan de Fomento de Energías Renovables, correspondiente a 2002.

1 Requisitos generales

1.1 Objeto y campo de aplicación

El objeto de este documento es fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares térmicas para calentamiento de líquido, especificando los requisitos de durabilidad, fiabilidad y seguridad.

El ámbito de aplicación de este documento se extiende a todos los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

En determinados supuestos para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza del mismo o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este documento, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución

de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

Este documento no es de aplicación a instalaciones solares con almacenamientos estacionales.

1.2 Generalidades

En general, a las instalaciones recogidas bajo este documento le son de aplicación el Reglamento

de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC), junto con la serie de normas UNE sobre solar térmica listadas en el Anexo I.

Este Pliego de Condiciones Técnicas (PCT) es de aplicación para instalaciones con captadores cuyo coeficiente global de pérdidas sea inferior o igual a $9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{A}^\circ\text{C})$.

A efectos de requisitos mínimos, se consideran las siguientes clases de instalaciones:

– *Sistemas solares de calentamiento prefabricados* son lotes de productos con una marca registrada, que son vendidos como equipos completos y listos para instalar, con configuraciones fijas. Los sistemas de esta categoría se consideran como un solo producto y se evalúan en un laboratorio de ensayo como un todo.

Si un sistema es modificado cambiando su configuración o cambiando uno o más de sus componentes, el sistema modificado se considera como un nuevo sistema, para el cual es necesario una nueva evaluación en el laboratorio de ensayo.

– *Sistemas solares de calentamiento a medida o por elementos* son aquellos sistemas contruidos de forma única o montados eligiéndolos de una lista de componentes. Los sistemas de esta categoría son considerados como un conjunto de componentes. Los componentes se ensayan de forma separada y los resultados de los ensayos se integran en una evaluación del sistema completo. Los sistemas solares de calentamiento a medida se subdividen en dos categorías:

– *Sistemas grandes a medida* son diseñados únicamente para una situación específica.

En general son diseñados por ingenieros, fabricantes y otros expertos.

– *Sistemas pequeños a medida* son ofrecidos por una Compañía y descritos en el así llamado archivo de clasificación, en el cual se especifican todos los componentes y posibles configuraciones de los sistemas fabricados por la Compañía. Cada posible combinación de una configuración del sistema con componentes de la clasificación se considera un solo sistema a medida.

8

Tabla 1. División de sistemas solares de calentamiento prefabricados y a medida.

Sistemas solares prefabricados () Sistemas solares a medida (**)*

Sistemas por termosifón para agua caliente sanitaria. Sistemas de circulación forzada (o de termosifón) para agua caliente y/o calefacción y/o refrigeración y/o calentamiento de piscinas montados usando componentes y configuraciones descritos en un archivo de documentación (principalmente sistemas pequeños).

Sistemas de circulación forzada como lote de productos con configuración fija para agua caliente sanitaria.

Sistemas con captador-depósito integrados (es decir, en un mismo volumen) para agua caliente sanitaria.

Sistemas únicos en el diseño y montaje, utilizados para calentamiento de agua, calefacción y/o refrigeración y/o calentamiento de piscinas o usos industriales (principalmente sistemas grandes).

(*) También denominados “equipos domésticos” o “equipos compactos”.

(**) También denominados “instalaciones diseñadas por elementos” o “instalaciones partidas”.

Considerando el coeficiente global de pérdidas de los captadores se considerarán, a efectos de permitir o limitar, dos grupos dependiendo del rango de temperatura de trabajo:

– Las instalaciones destinadas exclusivamente a producir agua caliente sanitaria, calentamiento de piscinas, precalentamiento de agua de aporte de procesos industriales, calefacción por suelo radiante o “fan-coil” u otros usos a menos de 45 °C, podrán emplear captadores cuyo coeficiente global de pérdidas esté comprendido entre 9 W/(m²A°C) y 4,5 W/(m²A°C).

– Las instalaciones destinadas a climatización, calefacción por sistemas diferentes a suelo radiante o “fan-coil”, u otros usos en los cuales la temperatura del agua de aporte a la

instalación solar y la de referencia de producción se sitúen en niveles semejantes, deberán emplear captadores cuyo coeficiente global de pérdidas sea inferior a $4,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{A}^\circ\text{C})$.

En ambos grupos el rendimiento medio anual de la instalación deberá ser mayor del 30 %, calculándose de acuerdo a lo especificado en el capítulo 3 (“*Criterios generales de diseño*”).

1.3 Requisitos generales

1.3.1 Fluido de trabajo

Como fluido de trabajo en el circuito primario se utilizará agua de la red, o agua desmineralizada,

o agua con aditivos, según las características climatológicas del lugar y del agua utilizada.

Los aditivos más usuales son los anticongelantes, aunque en ocasiones se puedan utilizar aditivos anticorrosivos.

La utilización de otros fluidos térmicos requerirá incluir su composición y calor específico en la documentación del sistema y la certificación favorable de un laboratorio acreditado.

En cualquier caso el pH a 20°C del fluido de trabajo estará comprendido entre 5 y 9, y el contenido en sales se ajustará a los señalados en los puntos siguientes:

a) La salinidad del agua del circuito primario no excederá de 500 mg/l totales de sales solubles. En el caso de no disponer de este valor se tomará el de conductividad como variable limitante, no sobrepasando los $650 \mu\text{S}/\text{cm}$.

(*) El punto de congelación deberá de estar acorde con las condiciones climáticas del lugar.

9

b) El contenido en sales de calcio no excederá de 200 mg/l. expresados como contenido en carbonato cálcico.

c) El límite de dióxido de carbono libre contenido en el agua no excederá de 50 mg/l.

Fuera de estos valores, el agua deberá ser tratada.

El diseño de los circuitos evitará cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación. En particular, se prestará especial atención a una eventual contaminación del agua potable por el fluido del circuito primario.

Para aplicaciones en procesos industriales, refrigeración o calefacción, las características del agua exigidas por dicho proceso no sufrirán ningún tipo de modificación que pueda afectar al mismo.

1.3.2 Protección contra heladas

1.3.2.1 Generalidades

El fabricante, suministrador final, instalador o diseñador del sistema deberá fijar la mínima temperatura permitida en el sistema. Todas las partes del sistema que estén expuestas al exterior deberán ser capaces de soportar la temperatura especificada sin daños permanentes en el sistema.

Cualquier componente que vaya a ser instalado en el interior de un recinto donde la temperatura pueda caer por debajo de los 0°C , deberá estar protegido contra heladas.

El fabricante deberá describir el método de protección anti-heladas usado por el sistema. A los efectos de este documento, como sistemas de protección anti-heladas podrán utilizarse:

1. Mezclas anticongelantes.
2. Recirculación de agua de los circuitos.
3. Drenaje automático con recuperación de fluido.
4. Drenaje al exterior (sólo para sistemas solares prefabricados).

1.3.2.2 Mezclas anticongelantes

Como anticongelantes podrán utilizarse los productos, solos o mezclados con agua, que cumplan la reglamentación vigente y cuyo punto de congelación sea inferior a 0 °C (*). En todo caso, su calor específico no será inferior a 3 kJ/(kgAK), equivalentes a 0,7 kcal/(kgA°C). Se deberán tomar precauciones para prevenir posibles deterioros del fluido anticongelante como resultado de condiciones altas de temperatura. Estas precauciones deberán de ser comprobadas de acuerdo con UNE-EN 12976-2.

La instalación dispondrá de los sistemas necesarios para facilitar el llenado de la misma y para asegurar que el anticongelante está perfectamente mezclado.

Es conveniente que se disponga de un depósito auxiliar para reponer las pérdidas que se puedan dar del fluido en el circuito, de forma que nunca se utilice un fluido para la reposición cuyas características incumplan el Pliego. Será obligatorio en los casos de riesgos de heladas y cuando el agua deba tratarse.

En cualquier caso, el sistema de llenado no permitirá las pérdidas de concentración producidas por fugas del circuito y resueltas con reposición de agua de red.

(*) Contenido en sales de calcio entre 100 y 200 mg/l (ver apartado 1.3.1).

10

1.3.2.3 Recirculación del agua del circuito

Este método de protección anti-heladas asegurará que el fluido de trabajo está en movimiento cuando exista riesgo a helarse.

El sistema de control actuará, activando la circulación del circuito primario, cuando la temperatura detectada preferentemente en la entrada de captadores o salida o aire ambiente circundante alcance un valor superior al de congelación del agua (como mínimo 3 °C).

Este sistema es adecuado para zonas climáticas en las que los períodos de baja temperatura sean de corta duración.

Se evitará, siempre que sea posible, la circulación de agua en el circuito secundario.

1.3.2.4 Drenaje automático con recuperación del fluido

El fluido en los componentes del sistema que están expuestos a baja temperatura ambiente, es drenado a un depósito, para su posterior uso, cuando hay riesgo de heladas.

La inclinación de las tuberías horizontales debe estar en concordancia con las recomendaciones del fabricante en el manual de instalador al menos en 20 mm/m.

El sistema de control actuará la electroválvula de drenaje cuando la temperatura detectada en captadores alcance un valor superior al de congelación del agua (como mínimo 3 °C).

El vaciado del circuito se realizará a un tanque auxiliar de almacenamiento, debiéndose prever un sistema de llenado de captadores para recuperar el fluido.

El sistema requiere utilizar un intercambiador de calor entre los captadores y el acumulador para mantener en éste la presión de suministro de agua caliente.

1.3.2.5 Sistemas de drenaje al exterior (sólo para sistemas solares prefabricados)

El fluido en los componentes del sistema que están expuestos a baja temperatura ambiente, es drenado al exterior cuando ocurre peligro de heladas.

La inclinación de las tuberías horizontales debe estar en concordancia con las recomendaciones del fabricante en el manual de instalador al menos en 20 mm/m.

Este sistema no está permitido en los sistemas solares a medida.

1.3.3 Sobrecalentamientos

1.3.3.1 Protección contra sobrecalentamientos

El sistema deberá estar diseñado de tal forma que con altas radiaciones solares prolongadas sin consumo de agua caliente, no se produzcan situaciones en las cuales el usuario tenga que

realizar alguna acción especial para llevar al sistema a su forma normal de operación.

Cuando el sistema disponga de la posibilidad de drenajes como protección ante sobrecalentamientos,

la construcción deberá realizarse de tal forma que el agua caliente o vapor del drenaje no supongan ningún peligro para los habitantes y no se produzcan daños en el sistema, ni en ningún otro material en el edificio o vivienda.

Cuando las aguas sean duras (*), se realizarán las previsiones necesarias para que la temperatura de trabajo de cualquier punto del circuito de consumo no sea superior a 60 °C,
11

sin perjuicio de la aplicación de los requerimientos necesarios contra la *legionella*. En cualquier caso, se dispondrán los medios necesarios para facilitar la limpieza de los circuitos.

1.3.3.2 Protección contra quemaduras

En sistemas de agua caliente sanitaria, donde la temperatura de agua caliente en los puntos de consumo pueda exceder de 60 °C deberá ser instalado un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60 °C, aunque en la parte solar pueda alcanzar una temperatura superior para sufragar las pérdidas. Este sistema deberá ser capaz de soportar la máxima temperatura posible de extracción del sistema solar.

1.3.3.3 Protección de materiales y componentes contra altas temperaturas

El sistema deberá ser diseñado de tal forma que nunca se exceda la máxima temperatura permitida por todos los materiales y componentes.

1.3.4 Resistencia a presión

Se deberán cumplir los requisitos de la norma UNE-EN 12976-1.

En caso de sistemas de consumo abiertos con conexión a la red, se tendrá en cuenta la máxima presión de la misma para verificar que todos los componentes del circuito de consumo soportan dicha presión.

1.3.5 Prevención de flujo inverso

La instalación del sistema deberá asegurar que no se produzcan pérdidas energéticas relevantes debidas a flujos inversos no intencionados en ningún circuito hidráulico del sistema.

La circulación natural que produce el flujo inverso se puede favorecer cuando el acumulador se encuentra por debajo del captador, por lo que habrá que tomar, en esos casos, las precauciones oportunas para evitarlo.

En sistemas con circulación forzada se aconseja utilizar una válvula anti-retorno para evitar flujos inversos.

1.3.6 Prevención de la legionelosis

Se deberá cumplir el Real Decreto 909/2001, por lo que la temperatura del agua en el circuito de distribución de agua caliente no deberá ser inferior a 50 °C en el punto más alejado y previo a la mezcla necesaria para la protección contra quemaduras o en la tubería de retorno al acumulador. La instalación permitirá que el agua alcance una temperatura de 70 °C. En consecuencia, no se admite la presencia de componentes de acero galvanizado.

2 Configuraciones básicas

2.1 Clasificación de las instalaciones

En consideración con los diferentes objetivos atendidos por este PCT, se aplicarán los siguientes

criterios de clasificación:

- El principio de circulación.
- El sistema de transferencia de calor.

– El sistema de expansión.

12

– El sistema de energía auxiliar.

– La aplicación.

Por el *principio de circulación* se clasificarán en:

– Instalaciones por termosifón o circulación natural

– Instalaciones por circulación forzada

Por el *sistema de transferencia de calor*:

– Instalaciones de transferencia directa sin intercambiador de calor

– Instalación con intercambiador de calor en el acumulador solar

– Sumergido

– De doble envolvente

– Instalaciones con intercambiador de calor independiente

Por el *sistema de expansión*:

– Sistema abierto

– Sistema cerrado

Por el *sistema de aporte de energía auxiliar*:

– Sistema de energía auxiliar en el acumulador solar

– Sistema de energía auxiliar en acumulador secundario individual

– Sistema de energía auxiliar en acumulador secundario centralizado

– Sistema de energía auxiliar en acumuladores secundarios distribuidos

– Sistema de energía auxiliar en línea centralizado

– Sistema de energía auxiliar en línea distribuido

– Sistema de energía auxiliar en paralelo

Por su *aplicación*:

– Instalaciones para calentamiento de agua sanitaria

– Instalaciones para usos industriales

– Instalaciones para calefacción

– Instalaciones para refrigeración

– Instalaciones para climatización de piscinas

– Instalaciones de uso combinado

– Instalaciones de precalentamiento

Esta clasificación se hace con referencia a las definiciones dadas en el Anexo II de este PCT.

En la figura 1 aparecen diferentes configuraciones de instalaciones recomendadas según el tipo de aplicación, recogiendo las más usuales. Siempre pueden existir otras y combinaciones de las anteriores.

El empleo de otras configuraciones diferentes a las que aquí se recomiendan debe dar lugar a prestaciones o ganancias solares similares a las obtenidas con éstas.

13

Aplicación Sistema Comentarios

Agua caliente

sanitaria

Circulación natural Circulación forzada. Sistema indirecto

Sistema

directo

Sistema

indirecto

Acumulación
solar centralizada
Acumulación
solar distribuida
Usos
industriales
Circulación forzada. Sistema indirecto
Acumulación solar
centralizada
Acumulación solar
distribuida
Fig. 1
Aplicación Sistema Comentarios
Calefacción
y/o
refrigeración
Circulación forzada
Sistema
auxiliar en
línea o paralelo
o trabajando
contra el
depósito
Sistema
directo
Sistema
indirecto
Usos
combinados:
para agua
caliente
sanitaria y
calefacción
Circulación forzada por sistema indirecto
con acumulador solar centralizado
Sistema solar
en línea
compartido
Usos
combinados
para todas las
aplicaciones
Circulación forzada
Único intercambiador
de calor
Intercambiador de calor
por aplicación
Fig. 1 (continuación)
15

3 Criterios generales de diseño

3.1 Dimensionado y cálculo

3.1.1 Datos de partida

Los datos de partida necesarios para el dimensionado y cálculo de la instalación están constituidos por dos grupos de parámetros que definen las condiciones de uso y climáticas.

Condiciones de uso

Las condiciones de uso vienen dadas por la demanda energética asociada a la instalación según los diferentes tipos de consumo:

- Para aplicaciones de A.C.S., la demanda energética se determina en función del consumo de agua caliente, siguiendo lo especificado en el Anexo IV.
- Para aplicaciones de calentamiento de piscinas, la demanda energética se calcula en función de las pérdidas de la misma, siguiendo lo recogido en el Anexo IV.
- Para aplicaciones de climatización (calefacción y refrigeración), la demanda energética viene dada por la carga térmica del habitáculo a climatizar, calculándose según lo especificado en el RITE.
- Para aplicaciones de uso industrial se tendrá en cuenta la demanda energética y potencia necesaria, realizándose un estudio específico y pormenorizado de las necesidades, definiendo claramente si es un proceso discreto o continuo y el tiempo de duración del mismo.
- Para instalaciones combinadas se realizará la suma de las demandas energéticas sobre base diaria o mensual, aplicando si es necesario factores de simultaneidad.

Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas vienen dadas por la radiación global total en el campo de captación, la temperatura ambiente diaria y la temperatura del agua de la red.

Al objeto de este PCT podrán utilizarse datos de radiación publicados por entidades de reconocido prestigio y los datos de temperatura publicados por el Instituto Nacional de Meteorología.

A falta de otros datos, se recomienda usar las tablas de radiación y temperatura ambiente por provincias publicadas por CENSOLAR, recogidas en los Anexos IV y X.

Para piscinas cubiertas, los valores ambientales de temperatura y humedad deberán ser fijados en el proyecto, la temperatura seca del aire del local será entre 2 °C y 3 °C mayor que la del agua, con un mínimo de 26 °C y un máximo de 28 °C, y la humedad relativa del ambiente se mantendrá entre el 55 % y el 70 %, siendo recomendable escoger el valor de diseño 60 %.

3.1.2 Dimensionado básico

A los efectos de este PCT, el dimensionado básico de las instalaciones o sistemas a medida se refiere a la selección de la superficie de captadores solares y, en caso de que exista, al volumen de acumulación solar, para la aplicación a la que está destinada la instalación. El dimensionado básico de los sistemas solares prefabricados se refiere a la selección del sistema solar prefabricado para la aplicación de A.C.S. a la que está destinado.

16

El dimensionado básico de una instalación, para cualquier aplicación, deberá realizarse de forma que en ningún mes del año la energía producida por la instalación solar supere el 110 % de la demanda de consumo y no más de tres meses seguidos el 100 %. A estos efectos, y para instalaciones de un marcado carácter estacional, no se tomarán en consideración aquellos períodos de tiempo en los cuales la demanda se sitúe un 50 % debajo de la media correspondiente al resto del año.

En el caso de que se dé la situación de estacionalidad en los consumos indicados anteriormente, deberán tomarse las medidas de protección de la instalación correspondientes, indicadas en el Anexo IX (*“Requisitos técnicos del contrato de mantenimiento”*).

El rendimiento de la instalación se refiere sólo a la parte solar de la misma. En caso de sistemas de refrigeración por absorción se refiere a la producción de la energía solar térmica necesaria para el sistema de refrigeración.

A estos efectos, se definen los conceptos de fracción solar y rendimiento medio estacional o anual de la siguiente forma:

Fracción solar mes “x” = (Energía solar aportada el mes “x” / Demanda energética durante el mes “x”) × 100

Fracción solar año “y” = (Energía solar aportada el año “y” / Demanda energética durante el año “y”) × 100

Rendimiento medio año “y” = (Energía solar aportada el año “y” / Irradiación incidente año “y”) × 100

Irradiación incidente año “y” = Suma de las irradiaciones incidentes de los meses del año “y”

Irradiaciones incidentes en el mes “x” = Irradiación en el mes “x” × Superficie captadora

El concepto de *energía solar aportada el año “y”* se refiere a la energía demandada realmente satisfecha por la instalación de energía solar. Esto significa que para su cálculo nunca podrá considerarse más de un 100 % de aporte solar en un determinado mes.

Para el cálculo del dimensionado básico de instalaciones a medida podrá utilizarse cualquiera de los métodos de cálculo comerciales de uso aceptado por proyectistas, fabricantes e instaladores. El método de cálculo especificará, al menos sobre base mensual, los valores medios diarios de la demanda de energía y del aporte solar. Asimismo, el método de cálculo incluirá las prestaciones globales anuales definidas por:

- La demanda de energía térmica.
- La energía solar térmica aportada.
- La fracción solar media anual.
- El rendimiento medio anual.

La selección del sistema solar prefabricado se realizará a partir de los resultados de ensayo del sistema, teniendo en cuenta que tendrá también que cumplir lo especificado en RITE ITE 3.13. Independientemente de lo especificado en los párrafos anteriores, en caso de A.C.S., se debe tener en cuenta que el sistema solar se debe diseñar y calcular en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda y el aporte, al no ser ésta simultánea con la generación.

Para esta aplicación el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < V/A < 180$$

donde A será el área total de los captadores, expresada en m², y V es el volumen del depósito

(*) En la actualidad únicamente se encuentra operativo el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial INTA.

17

de acumulación solar, expresado en litros, cuyo valor recomendado es aproximadamente la carga de consumo diaria M: $V = M$.

Además, para instalaciones con fracciones solares bajas, se deberá considerar el uso de relaciones V/A pequeñas y para instalaciones con fracciones solares elevadas se deberá aumentar dicha relación.

Para instalaciones de climatización de piscinas exclusivamente, no se podrá usar ningún volumen de acumulación, aunque se podrá utilizar un pequeño almacenamiento de inercia en

el primario.

Para instalaciones de climatización se dimensionará el volumen de acumulación para que se cubran las necesidades de energía demandada durante, al menos, una hora. De cualquier forma se recomienda usar una relación de V/A entre 25 l/m² y 50 l/m²

3.2 Diseño del sistema de captación

3.2.1 Generalidades

El captador seleccionado deberá poseer la certificación emitida por un organismo competente en la materia o por un laboratorio de ensayos según lo regulado en el RD 891/1980 de 14 de abril, sobre homologación de los captadores solares y en la Orden de 28 de julio de 1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares.

A efectos de este PCT, será necesaria la presentación de la homologación del captador por el organismo de la Administración competente en la materia y la certificación del mismo por laboratorio acreditado (*), así como las curvas de rendimiento obtenidas por el citado laboratorio.

Se recomienda que los captadores que integren la instalación sean del mismo modelo, tanto por criterios energéticos como por criterios constructivos.

3.2.2 Orientación, inclinación, sombras e integración arquitectónica

La orientación e inclinación del sistema de captación y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas respecto al óptimo, sean inferiores a los límites de la tabla 2. Se considerarán tres casos: general, superposición de captadores e integración arquitectónica según se define más adelante. En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

Tabla 2

*Orientación e
inclinación (OI)*

Sombras

(S)

Total

(OI + S)

General 10 % 10 % 15 %

Superposición 20 % 15 % 30 %

Integración arquitectónica 40 % 20 % 50 %

18

Se considera la dirección Sur como orientación óptima y la mejor inclinación, θ_{opt} , dependiendo del período de utilización, uno de los valores siguientes:

- Consumo constante anual: la latitud geográfica
- Consumo preferente en invierno: la latitud geográfica + 10°
- Consumo preferente en verano: la latitud geográfica - 10°

Se debe evaluar la disminución de prestaciones que se origina al modificar la orientación e inclinación de la superficie de captación.

Se considera que existe integración arquitectónica cuando los captadores cumplen una doble función energética y arquitectónica y además sustituyen elementos constructivos convencionales.

Se considera que existe superposición arquitectónica cuando la colocación de los captadores se realiza paralela a la envolvente del edificio, no aceptándose en este concepto la

disposición horizontal del absorbedor. Una regla fundamental a seguir para conseguir la integración o superposición de las instalaciones solares es la de mantener, dentro de lo posible, la alineación con los ejes principales de la edificación.

3.2.3 Conexionado

Los captadores se dispondrán en filas constituidas, preferentemente, por el mismo número de elementos. Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie o en serie-paralelo,

debiéndose instalar válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc.

Dentro de cada fila los captadores se conectarán en serie o en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante. El número de captadores conexicionados en serie no será superior a tres. En casos de aplicaciones para algunos usos industriales y refrigeración por absorción, si está justificado, este número podrá elevarse a cuatro, siempre y cuando sea permitido por el fabricante. En el caso de que la aplicación sea de A.C.S. no deben conectarse más de dos captadores en serie. Se dispondrá de un sistema para asegurar igual recorrido hidráulico en todas las baterías de captadores. En general se debe alcanzar un flujo equilibrado mediante el sistema de retorno invertido. Si esto no es posible, se puede controlar el flujo mediante mecanismos adecuados, como válvulas de equilibrado.

Se deberá prestar especial atención en la estanquidad y durabilidad de las conexiones del captador.

En la figura 2 se pueden observar de forma esquemática las conexiones mencionadas en este apartado.

19

(a) (b)

(c)

Fig. 2. Conexión de captadores: a) En serie. b) En paralelo. c) En serie-paralelo.

3.2.4 Estructura soporte

Si el sistema posee una estructura soporte que es montada normalmente en el exterior, el fabricante deberá especificar los valores máximos de s_k (carga de nieve) y v_m (velocidad media de viento) de acuerdo con ENV 1991-2-3 y ENV 1991-2-4.

Esto deberá verificarse durante el diseño calculando los esfuerzos de la estructura soporte de acuerdo con estas normas.

El sistema sólo podrá ser instalado en localizaciones donde los valores de s_k y v_m determinados de acuerdo con ENV 1991-2-3 y ENV 1991-2-4 sean menores que los valores máximos especificados por el fabricante.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de captadores, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

Los puntos de sujeción del captador serán suficientes en número, teniendo el área de apoyo y posición relativa adecuadas, de forma que no se produzcan flexiones en el captador superiores a las permitidas por el fabricante.

Los topes de sujeción de los captadores y la propia estructura no arrojarán sombra sobre estos últimos.

3.3 Diseño del sistema de acumulación solar

3.3.1 Generalidades

Los acumuladores para A.C.S. y las partes de acumuladores combinados que estén en contacto con agua potable, deberán cumplir los requisitos de UNE EN 12897.

20

Preferentemente, los acumuladores serán de configuración vertical y se ubicarán en zonas interiores.

Para aplicaciones combinadas con acumulación centralizada es obligatoria la configuración vertical del depósito, debiéndose además cumplir que la relación altura/diámetro del mismo sea mayor de dos.

En caso de que el acumulador esté directamente conectado con la red de distribución de agua caliente sanitaria, deberá ubicarse un termómetro en un sitio claramente visible por el usuario. El sistema deberá ser capaz de elevar la temperatura del acumulador a 60 °C y hasta 70 °C con objeto de prevenir la legionelosis, tal como aparece en el RD 909/2001 de 27 de julio.

En caso de aplicaciones para A.C.S. y sistema de energía auxiliar no incorporado en el acumulador solar, es necesario realizar un conexionado entre el sistema auxiliar y el solar de forma que se pueda calentar este último con el auxiliar, para poder cumplir con las medidas de prevención de legionella. Se podrán proponer otros métodos de tratamiento anti-legionella. Aun cuando los acumuladores solares tengan el intercambiador de calor incorporado, se cumplirán los requisitos establecidos para el diseño del sistema de intercambio en el apartado 3.4 de este documento.

Los acumuladores de los sistemas grandes a medida con un volumen mayor de 20 m³ deberán llevar válvulas de corte u otros sistemas adecuados para cortar flujos al exterior del depósito no intencionados en caso de daños del sistema.

3.3.2 Situación de las conexiones

Con objeto de aprovechar al máximo la energía captada y evitar la pérdida de la estratificación por temperatura en los depósitos, la situación de las tomas para las diferentes conexiones serán las establecidas en los puntos siguientes:

a) La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al acumulador se realizará, preferentemente, a una altura comprendida entre el 50 % y el 75 % de la altura total del mismo.

b) La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores se realizará por la parte inferior de éste.

c) En caso de una sola aplicación, la alimentación de agua de retorno de consumo al depósito se realizará por la parte inferior. En caso de sistemas abiertos en el consumo, como por ejemplo A.C.S., esto se refiere al agua fría de red. La extracción de agua caliente del depósito se realizará por la parte superior.

d) En caso de varias aplicaciones dentro del mismo depósito habrá que tener en cuenta los niveles térmicos de éstas, de forma que tanto las salidas como los retornos para aplicaciones que requieran un mayor nivel térmico en temperaturas estén por encima de las que requieran un nivel menor.

Se recomienda que la/s entrada/s de agua de retorno de consumo esté equipada con una placa deflectora en la parte interior, a fin de que la velocidad residual no destruya la estratificación en el acumulador o el empleo de otros métodos contrastados que minimicen la mezcla.

Las conexiones de entrada y salida se situarán de forma que se eviten caminos preferentes de circulación del fluido.

21

3.3.3 Varios acumuladores

Cuando sea necesario que el sistema de acumulación solar esté formado por más de un depósito, éstos se conectarán en serie invertida en el circuito de consumo o en paralelo con los circuitos primarios y secundarios equilibrados, tal como se puede ver en la figura 3.

La conexión de los acumuladores permitirá la desconexión individual de los mismos sin interrumpir el funcionamiento de la instalación.

(a)

(b)

Fig. 3. a) Conexión en serie invertida con el circuito de consumo. b) Conexión en paralelo con el circuito secundario equilibrado.

22

3.3.4 Sistema auxiliar en el acumulador solar

No se permite la conexión de un sistema auxiliar en el acumulador solar, ya que esto puede suponer una disminución de las posibilidades de la instalación solar para proporcionar las prestaciones energéticas que se pretenden obtener con este tipo de instalaciones.

No obstante, y cuando existan circunstancias específicas en la instalación que lo demanden, se podrá considerar la incorporación de energía convencional en el acumulador solar, para lo cual será necesaria la presentación de una descripción detallada de todos los sistemas y equipos empleados, que justifique suficientemente que se produce el proceso de estratificación y que además permita la verificación del cumplimiento, como mínimo, de todas y cada una de las siguientes condiciones en el acumulador solar:

1. Deberá tratarse de un sistema indirecto: acumulación solar en el secundario.

2. Volumen total máximo de 2000 litros.

3. Configuración vertical con relación entre la altura y el diámetro del acumulador no inferior a 2.

4. Calentamiento solar en la parte inferior y calentamiento convencional en la parte superior considerándose el acumulador dividido en dos partes separadas por una de transición de, al menos, 10 centímetros de altura. La parte solar inferior deberá cumplir con los criterios de dimensionado de estas prescripciones y la parte convencional superior deberá cumplir con los criterios y normativas habituales de aplicación.

5. La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador solar al acumulador se realizará, preferentemente, a una altura comprendida entre el 50 % y el 75 % de la altura total del mismo, y siempre por debajo de la zona de transición. La conexión de salida de agua fría hacia el intercambiador se realizará por la parte inferior del acumulador.

6. Las entradas de agua estarán equipadas con una placa deflectora o equivalente, a fin de que la velocidad residual no destruya la estratificación en el acumulador.

7. No existirá recirculación del circuito de distribución de consumo de A.C.S.

En su caso y adicionalmente, se tendrá en cuenta lo indicado en el punto 2 del párrafo cuarto del apartado 3.8.

En cualquier caso, queda a criterio del IDAE el dar por válido el sistema propuesto.

Para los equipos prefabricados que no cumpliendo lo indicado anteriormente en este apartado, vengan preparados de fábrica para albergar un sistema auxiliar eléctrico, se deberá anular esta posibilidad de forma permanente, mediante sellado irreversible u otro medio.

3.4 Diseño del sistema de intercambio

La potencia mínima de diseño del intercambiador independiente P , en W, en función del área de captadores A , en m^2 , cumplirá la condición:

$$P \geq 500 A$$

El intercambiador independiente será de placas de acero inoxidable o cobre y deberá soportar las temperaturas y presiones máximas de trabajo de la instalación.

El intercambiador del circuito de captadores incorporado al acumulador solar estará situado en la parte inferior de este último y podrá ser de tipo sumergido o de doble envolvente. El

23

intercambiador sumergido podrá ser de serpentín o de haz tubular. La relación entre la superficie

útil de intercambio del intercambiador incorporado y la superficie total de captación no será inferior a 0,15.

En caso de aplicación para A.C.S. se puede utilizar el circuito de consumo con un intercambiador,

teniendo en cuenta que con el sistema de energía auxiliar de producción instantánea en línea o en acumulador secundario hay que elevar la temperatura hasta 60 °C y siempre en el punto más

alejado de consumo hay que asegurar 50 °C.

3.5 Diseño del circuito hidráulico

3.5.1 Generalidades

Debe concebirse en fase de diseño un circuito hidráulico de por sí equilibrado. Si no fuera posible, el flujo debe ser controlado por válvulas de equilibrado.

En caso de aplicación para A.C.S., el circuito hidráulico del sistema de consumo deberá cumplir los requisitos especificados en UNE-EN 806-1.

En cualquier caso los materiales del circuito deberán cumplir lo especificado en ISO/TR 10217.

3.5.2 Tuberías

Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible, evitando al máximo los codos y pérdidas de carga en general.

El diseño y los materiales deberán ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal en sus circuitos que influyan drásticamente en el rendimiento del sistema.

3.5.3 Bombas

Si el circuito de captadores está dotado con una bomba de circulación, la caída de presión se debería mantener aceptablemente baja en todo el circuito.

Siempre que sea posible, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal.

En instalaciones con superficies de captación superiores a 50 m^2 se montarán dos bombas idénticas en paralelo, dejando una de reserva, tanto en el circuito primario como en el secundario. En este caso se establecerá el funcionamiento alternativo de las mismas, de forma manual o automática.

Las tuberías conectadas a las bombas se soportarán en las inmediaciones de éstas, de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos de torsión o flexión. El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

En instalaciones de piscinas la disposición de los elementos será la siguiente: el filtro ha de

colocarse siempre entre la bomba y los captadores y el sentido de la corriente ha de ser bombafiltro-captadores, para evitar que la resistencia del filtro provoque una sobrepresión perjudicial para los captadores, prestando especial atención a su mantenimiento. La impulsión de agua caliente deberá hacerse por la parte inferior de la piscina, quedando la impulsión de agua filtrada en superficie.

24

3.5.4 Vasos de expansión

Los vasos de expansión preferentemente se conectarán en la aspiración de la bomba. Cuando no se cumpla el punto anterior, la altura en la que se situarán los vasos de expansión abiertos será tal que asegure el no desbordamiento del fluido y la no introducción de aire en el circuito primario.

3.5.5 Purga de aire

En los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil del botellín será superior a 100 cm³. Este volumen podrá disminuirse si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desaireador con purgador automático.

3.5.6 Drenaje

Los conductos de drenaje de las baterías de captadores se diseñarán en lo posible de forma que no puedan congelarse.

3.6 Recomendaciones específicas adicionales para sistemas por circulación natural

Es muy importante, en instalaciones que funcionen por circulación natural, el correcto diseño de los distintos componentes y circuitos que integran el sistema, de forma que no se introduzcan

grandes pérdidas de carga y se desfavorezca la circulación del fluido por termosifón. Para esto se recomienda prestar atención a:

- El diseño del captador y su conexionado. Preferentemente se instalarán captadores con conductos distribuidores horizontales y sin cambios complejos de dirección de los conductos internos.
- El trazado de tuberías. Deberá ser de la menor longitud posible, situando el acumulador cercano a los captadores. En ningún caso el diámetro de las tuberías será inferior a DN15. En general, dicho diámetro se calculará de forma que corresponda al diámetro normalizado inmediatamente superior al necesario en una instalación equivalente con circulación forzada.
- El sistema de acumulación. Depósitos situados por encima de la batería de captadores favorecen la circulación natural. En caso de que la acumulación esté situada por debajo de la batería de captadores, es muy importante utilizar algún tipo de dispositivo que, sin introducir pérdidas de carga adicionales de consideración, evite el flujo inverso no intencionado.

3.7 Requisitos específicos adicionales para sistemas directos

Con la documentación del sistema se deberá aportar un certificado de los análisis de agua de la empresa de abastecimiento, en el cual se deberá poder verificar que se cumple con lo especificado en el apartado “*Requisitos generales*” del presente PCT. En este caso el usuario adicionalmente aportará su compromiso a utilizar el agua que provenga de la fuente de abastecimiento referida, no empleando por ningún motivo la procedente de otros suministros

tales como pozos.

En el caso de que no esté previsto el suministro por parte de la empresa de abastecimiento y se utilicen otras fuentes se realizarán las mediciones correspondientes para comprobar que cumple
25

con lo especificado en el apartado “*Requisitos generales*” del presente PCT, aportando en la documentación el certificado correspondiente. En este caso el usuario adicionalmente aportará su compromiso a utilizar el agua que provenga de la fuente de abastecimiento referida no empleando por ningún motivo la procedente de otros suministros.

En el caso que no se disponga de una fuente de suministro que cumpla con lo especificado sobre

el fluido de trabajo en el apartado “*Requisitos generales*” del presente PCT, se incorporará un equipo de tratamiento de agua. En este caso el usuario adicionalmente aportará su compromiso de tener el equipo siempre en perfectas condiciones de utilización para que se respeten los parámetros de calidad de agua del presente PCT.

En el manual de instrucciones se indicará las condiciones del agua para el buen funcionamiento de la instalación.

No podrán instalarse sistemas directos en zonas con riesgo de heladas.

Siempre que se opte por un sistema directo se aportará documentación, obtenida en el Instituto Nacional de Meteorología u otra entidad similar, donde se demuestre que la zona donde se va a realizar la instalación no tiene riesgo de heladas.

3.8 Diseño del sistema de energía auxiliar

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica, las instalaciones de energía solar deben disponer de un sistema de energía auxiliar.

Por razones de eficiencia energética, entre otras, se desaconseja la utilización de energía eléctrica

efecto Joule como fuente auxiliar, especialmente en los casos de altos consumos y fracciones solares anuales bajas.

Queda prohibido el uso de sistemas de energía auxiliar en el circuito primario de captadores.

El diseño del sistema de energía auxiliar se realizará en función de la aplicación (o aplicaciones)

de la instalación, de forma que sólo entre en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario

y que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación solar. Para ello

se seguirán los siguientes criterios:

1. Para pequeñas cargas de consumo se recomienda usar un sistema de energía auxiliar en línea, siendo para estos casos los sistemas de gas modulantes en temperatura los más idóneos.

2. En caso de aceptarse, de acuerdo con el punto 3.3.4, la instalación de una resistencia eléctrica como sistema de energía auxiliar dentro del acumulador solar, su conexión, salvo que se apruebe expresamente otro procedimiento, sólo se podrá hacer mediante un pulsador manual y la desconexión será automática a la temperatura de referencia.

Adicionalmente, se instalará un termómetro en la parte baja de la zona de calentamiento con energía convencional (ver 3.3.4) cuya lectura sea fácilmente visible para el usuario.

La documentación a entregar al usuario deberá contener instrucciones claras de operación del sistema auxiliar y deberá ser previamente aprobada por el IDAE.

3. No se recomienda la conexión de un retorno desde el acumulador de energía auxiliar al acumulador solar, salvo que existan períodos de bajo consumo estacionales, en los que se prevea elevadas temperaturas en el acumulador solar. La instalación térmica deberá efectuarse de manera que en ningún caso se introduzca en el acumulador solar energía procedente de la fuente auxiliar.

26

4. Para la preparación de agua caliente sanitaria, se permitirá la conexión del sistema de energía auxiliar en paralelo con la instalación solar cuando se cumplan los siguientes requisitos:

- Exista previamente un sistema de energía auxiliar constituido por uno o varios calentadores instantáneos no modulantes y sin que sea posible regular la temperatura de salida del agua.

- Exista una preinstalación solar que impida o dificulte el conexionado en serie.

5. Para sistemas con energía auxiliar en paralelo y especialmente en aplicaciones de climatización, usos industriales y otras aplicaciones en ese rango de temperaturas, es necesario un sistema de regulación del agua calentada por el sistema solar y auxiliar de forma que se aproveche al máximo la energía solar.

En los puntos 4 y 5, la conmutación de sistemas será fácilmente accesible.

Para A.C.S., el sistema de aporte de energía auxiliar con acumulación o en línea siempre dispondrá de un termostato de control sobre la temperatura de preparación que en condiciones normales de funcionamiento permitirá cumplir con el RD 909/2001. Este punto no será de aplicación en los calentadores instantáneos de gas no modulantes.

En el caso de climatización de piscinas, el termostato de control sobre la temperatura se equilibrará de forma que se cumpla lo establecido por el RITE en ITE 10.2.1.2.

En caso de climatización, el termostato de control estará ajustado en función de la aplicación de frío o calor de forma automática o manual.

Cuando el sistema de energía auxiliar sea eléctrico, la potencia correspondiente será inferior a 300 W por cada metro cuadrado de superficie captadora. Para instalaciones de tamaño inferior a 5 m² la potencia podrá ser de 1500 W. En el caso de resistencias sumergidas, los valores de potencia disminuirán hasta 150 W por metro cuadrado y hasta 750 W para instalaciones de tamaño inferior a 5 m². En el caso de sistemas preexistentes, no habrá ningún límite.

3.9 Diseño del sistema eléctrico y de control

El diseño del sistema de control asegurará el correcto funcionamiento de las instalaciones, procurando obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar. El sistema de regulación y control comprende los siguientes sistemas:

- Control de funcionamiento del circuito primario y secundario (si existe).

- Sistemas de protección y seguridad de las instalaciones contra sobrecalentamientos, heladas, etc.

El sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos.

Con independencia de que realice otras funciones, el sistema de control se realizará por control diferencial de temperaturas, mediante un dispositivo electrónico (módulo de control diferencial, en los esquemas representado por MCD) que compare la temperatura de captadores con la temperatura de acumulación o retorno, como por ejemplo ocurre en la acumulación distribuida. El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha

cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2 °C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada de termostato diferencial no será menor de 2 °C. De esta forma el funcionamiento de la parte solar

de una instalación se optimiza. Para optimizar el aprovechamiento solar de la instalación y, cuando exista intercambiador exterior, se podrán instalar también dos controles diferenciales. El sistema de control asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura tres grados superior a la de congelación del fluido. Las instalaciones con varias aplicaciones deberán ir dotadas con un sistema individual para seleccionar la puesta en marcha de cada una de ellas, complementado con otro que regule la aportación de energía a la misma. Esto se puede realizar por control de temperatura o caudal actuando sobre una válvula de reparto, de tres vías todo o nada, bombas de circulación... o por combinación de varios mecanismos.

Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior de los captadores, de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación. Cuando exista, el sensor de temperatura de la acumulación se colocará preferentemente en la parte inferior, en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si éste fuera incorporado.

3.10 Diseño del sistema de monitorización

Para el caso de instalaciones mayores de 20 m² se deberá disponer al menos de un sistema analógico de medida local que indique como mínimo las siguientes variables:

Opción 1:

- Temperatura de entrada de agua fría de red
- Temperatura de salida del acumulador solar
- Caudal de agua fría de red

Opción 2:

- Temperatura inferior del acumulador solar
- Temperatura de captadores
- Caudal por el circuito primario

El tratamiento de los datos proporcionará al menos la energía solar térmica acumulada a lo largo del tiempo.

En el Anexo VII se describe un sistema de monitorización más completo.

ANEXO I

NORMATIVA DE APLICACIÓN Y CONSULTA

31

Normativa de aplicación y consulta

I.1 Normativa de aplicación

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Reglamento de Recipientes a Presión (RAP).

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Complementaria MI.BT, incluidas las hojas de interpretación.

Normas Básicas de la Edificación: *Estructuras de Acero en la Edificación* (NBE-EA.95).

Normas Básicas de la Edificación: *Condiciones Acústicas en los Edificios* (NBE-CA).

Normas Básicas de la Edificación: *Condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios* (NBE-CPI).

Ordenanzas de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OSHT).

Ley de Protección del Ambiente Atmosférico (LPAA).

Ley número 88/67 de 8 de noviembre: *Sistema Internacional de Unidades de Medida S.I.*

I.2 Normativa de consulta

UNE-EN 12975-1: *Sistemas solares térmicos y componentes. Captadores solares. Parte 1: Requisitos generales.*

UNE-EN 12975-2: *Sistemas solares térmicos y componentes. Captadores solares. Parte 2: Métodos de ensayo.*

UNE-EN 12976-1: *Sistemas solares térmicos y componentes. Sistemas solares prefabricados. Parte 1: Requisitos generales.*

UNE-EN 12976-2: *Sistemas solares térmicos y componentes. Sistemas solares prefabricados. Parte 2: Métodos de ensayo.*

UNE-EN 12977-1: *Sistemas solares térmicos y componentes. Sistemas solares a medida. Parte 1: Requisitos generales.*

UNE-EN 12977-2: *Sistemas solares térmicos y componentes. Sistemas solares a medida. Parte 2: Métodos de ensayo.*

prEN 806-1: *Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption. Part 1: General.*

prEN 1717: *Protection against pollution of potable water in drinking water installations and general requirements of devices to prevent pollution by back flow.*

ENV 1991-2-3: *Eurocode 1. Basis of design and actions on structures. Part 2-3: Action on structures; snow loads.*

ENV 1991-2-4: *Eurocode 1. Basis of design and actions on structures. Part 2-4: Action on structures; wind loads.*

EN 60335-1/1995: *Safety of household and similar electrical appliances. Part 1: General requirements* (IEC 335-1/1991 modified).

32

EN 60335-2-21: *Safety of household and similar electrical appliances. Part 2: Particular requirements for storage water heaters* (IEC 335-2-21/1989 + Amendments 1/1990 and 2/1990, modified).

ENV 61024-1: *Protection of structures against lightning. Part 1: General principles* (IEC 1024-1/1990, modified).

ISO 9488: *Energía solar. Vocabulario.*

Se considerará la edición más reciente de las normas antes mencionadas, con las últimas modificaciones oficialmente aprobadas.

ANEXO II

DEFINICIONES

Definiciones

II.1 Parámetros ambientales

Radiación solar: Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

Radiación solar directa: Radiación solar incidente sobre un plano dado, procedente de un pequeño ángulo sólido centrado en el disco solar.

Radiación solar hemisférica: Radiación solar incidente en una superficie plana dada, recibida desde un ángulo sólido de 2π sr (del hemisferio situado por encima de la superficie). Hay que especificar la inclinación y azimut de la superficie receptora.

Radiación solar difusa: Radiación solar hemisférica menos la radiación solar directa.

Radiación solar global: Radiación solar hemisférica recibida en un plano horizontal.

Irradiancia solar: Potencia radiante incidente por unidad de superficie sobre un plano dado. Se expresa en W/m^2 .

Irradiancia solar directa: Cociente entre el flujo radiante recibido en una superficie plana dada, procedente de un pequeño ángulo sólido centrado en el disco solar, y el área de dicha superficie. Si el plano es perpendicular al eje del ángulo sólido, la irradiancia solar recibida se llama directa normal. Se expresa en W/m^2 .

Irradiancia solar difusa: Irradiancia de la radiación solar difusa sobre una superficie receptora plana. Hay que especificar la inclinación y el azimut de la superficie receptora.

Irradiancia solar reflejada: La radiación por unidad de tiempo y unidad de área que, procedente de la reflexión de la radiación solar en el suelo y otros objetos, incide sobre una superficie.

Irradiación: Energía incidente por unidad de superficie sobre un plano dado, obtenida por integración de la irradiancia durante un intervalo de tiempo dado, normalmente una hora o un día. Se expresa en MJ/m^2 o kWh/m^2 .

Aire ambiente: Aire (tanto interior como exterior) que envuelve a un acumulador de energía térmica, a un captador solar o a cualquier objeto que se esté considerando.

II.2 Instalación

Instalaciones abiertas: Instalaciones en las que el circuito primario está comunicado de forma permanente con la atmósfera.

Instalaciones cerradas: Instalaciones en las que el circuito primario no tiene comunicación directa con la atmósfera.

Instalaciones de sistema directo: Instalaciones en las que el fluido de trabajo es la propia agua de consumo que pasa por los captadores.

Instalaciones de sistema indirecto: Instalaciones en las que el fluido de trabajo se mantiene en un circuito separado, sin posibilidad de comunicarse con el circuito de consumo.

36

Instalaciones por termosifón: Instalaciones en las que el fluido de trabajo circula por convección libre.

Instalación con circulación forzada: Instalación equipada con dispositivos que provocan la circulación forzada del fluido de trabajo.

Circuito primario: Circuito del que forman parte los captadores y las tuberías que los unen, en el cual el fluido recoge la energía solar y la transmite.

Circuito secundario: Circuito en el que se recoge la energía transferida del circuito primario

para ser distribuida a los puntos de consumo.

Circuito de consumo: Circuito por el que circula agua de consumo.

Sistema solar prefabricado: Sistema de energía solar para los fines de preparación sólo de agua caliente, ya sea como un sistema compacto o como un sistema partido. Consiste bien en un sistema integrado o bien un conjunto y configuración uniformes de componentes. Se produce bajo condiciones que se presumen uniformes y ofrecidas a la venta bajo un solo nombre comercial.

Un solo sistema puede ser ensayado como un todo en un laboratorio, dando lugar a resultados que representan sistemas con la misma marca comercial, configuración, componentes y dimensiones.

Sistemas de energía auxiliar conectados en serie con el sistema solar prefabricado no se consideran partes del mismo.

Sistema compacto: Equipo solar prefabricado cuyos elementos se encuentran montados en una sola unidad, aunque físicamente pueden estar diferenciados.

Sistema partido: Equipo solar prefabricado cuyos elementos principales (captación y acumulación) se pueden encontrar a una distancia física relevante.

Sistema integrado: Equipo solar prefabricado cuyos elementos principales (captación y acumulación) constituyen un único componente y no es posible diferenciarlos físicamente.

II.3 Captadores

Captador solar térmico: Dispositivo diseñado para absorber la radiación solar y transmitir la energía térmica así producida a un fluido de trabajo que circula por su interior.

Captador solar de líquido: Captador solar que utiliza un líquido como fluido de trabajo.

Captador solar de aire: Captador solar que utiliza aire como fluido de trabajo.

Captador solar plano: Captador solar sin concentración cuya superficie absorbadora es sensiblemente plana.

Captador sin cubierta: Captador solar sin cubierta sobre el absorbedor.

Captador de concentración: Captador solar que utiliza reflectores, lentes u otros elementos ópticos para redireccionar y concentrar sobre el absorbedor la radiación solar que atraviesa la apertura.

Captador de vacío: Captador en el que se ha realizado el vacío en el espacio entre absorbedor y cubierta.

Captador de tubos de vacío: Captador de vacío que utiliza un tubo transparente (normalmente de cristal) donde se ha realizado el vacío entre la pared del tubo y el absorbedor.

37

Cubierta: Elemento o elementos transparentes (o translúcidos) que cubren el absorbedor para reducir las pérdidas de calor y protegerlo de la intemperie.

Absorbedor: Componente de un captador solar cuya función es absorber la energía radiante y transferirla en forma de calor a un fluido.

Placa absorbente: Absorbedor cuya superficie es sensiblemente plana.

Apertura: Superficie a través de la cual la radiación solar no concentrada es admitida en el captador.

Área de apertura: Es la máxima proyección plana de la superficie del captador transparente expuesta a la radiación solar incidente no concentrada.

Área total: Área máxima proyectada por el captador completo, excluyendo cualquier medio de soporte y acoplamiento de los tubos expuesta.

Fluido de transferencia de calor o fluido de trabajo: Es el fluido encargado de recoger y

transmitir la energía captada por el absorbedor.

Carcasa: Es el componente del captador que conforma su superficie exterior, fija la cubierta, contiene y protege a los restantes componentes del captador y soporta los anclajes del mismo.

Materiales aislantes: Son aquellos materiales de bajo coeficiente de conductividad térmica cuyo empleo en el captador solar tiene por objeto reducir las pérdidas de calor por la parte posterior y laterales.

Junta de cubierta: Es un elemento cuya función es asegurar la estanquidad de la unión cubierta-carcasa.

Temperatura de estancamiento del captador: Corresponde a la máxima temperatura del fluido que se obtiene cuando, sometido el captador a altos niveles de radiación y temperatura ambiente y siendo la velocidad del viento despreciable, no existe circulación en el captador y se alcanzan condiciones cuasi-estacionarias.

II.4 Componentes

Intercambiador de calor: Dispositivo en el que se produce la transferencia de energía del circuito primario al circuito secundario.

Acumulador solar o depósito solar: Depósito en el que se acumula el agua calentada por energía solar.

Depósito de expansión: Dispositivo que permite absorber las variaciones de volumen y presión en un circuito cerrado producidas por las variaciones de temperatura del fluido circulante. Puede ser abierto o cerrado, según esté o no en comunicación con la atmósfera.

Bomba de circulación: Dispositivo electromecánico que produce la circulación forzada del fluido a través de un circuito.

Purgador de aire: Dispositivo que permite la salida del aire acumulado en el circuito. Puede ser manual o automático.

Válvula de seguridad: Dispositivo que limita la presión máxima del circuito.

Válvula anti-retorno: Dispositivo que evita el paso de fluido en un sentido.

38

Controlador diferencial de temperaturas: Dispositivo electrónico que comanda distintos elementos eléctricos de la instalación (bombas, electroválvulas, etc.) en función, principalmente, de las temperaturas en distintos puntos de dicha instalación.

Termostato de seguridad: Dispositivo utilizado para detectar la temperatura máxima admisible del fluido de trabajo en el algún punto de la instalación.

Controlador anti-hielo: Dispositivo que impide la congelación del fluido de trabajo.

II.5 Otras definiciones

Almacenamiento estacional: Es el que se produce o realiza durante una estación o parte del año.

Archivo de clasificación: Es el archivo de documentación técnica para sistemas solares de calentamiento pequeños a medida de una Compañía, el cual incluye:

- Clasificación completa para sistemas pequeños a medida.
- Descripción completa de todas las configuraciones del sistema.
- Descripción completa de todas las combinaciones comercializadas de las configuraciones del sistema y componentes, incluyendo dimensiones de éstos y número de unidades.
- Información técnica de todo.

Referencia : *Sistemas solares de calentamiento pequeños a medida*, UNE 12977-1, párrafo 3.2.

Archivo de documentación: La documentación del sistema deberá ser completa y entendible:

- Todos los componentes de cada sistema pequeño a medida deberán ir provistos con un conjunto de instrucciones de montaje y funcionamiento entendibles, así como recomendaciones de servicio. Esta documentación deberá incluir todas las instrucciones necesarias para el montaje, instalación, operación y mantenimiento. Estas instrucciones deberán incluir toda la información que contiene la lista de 4.6 de EN 12976-1:2000.
- Cada sistema grande a medida deberá ir provisto con un conjunto de instrucciones de montaje y funcionamiento, así como recomendaciones de servicio. Esta documentación deberá incluir todas las instrucciones necesarias para el montaje, instalación, operación y mantenimiento y todos los registros de arranque inicial y puesta en servicio de acuerdo con 6.6. de la UNE 12977-1
- Los documentos deberán ser guardados en un lugar visible (preferentemente cerca del acumulador), protegidos del calor, agua y polvo.

ANEXO III

PRUEBAS Y DOCUMENTACIÓN

41

Pruebas y documentación

III.1 Pruebas

El suministrador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar.

Las pruebas a realizar por el instalador serán, como mínimo, las siguientes:

- Llenado, funcionamiento y puesta en marcha del sistema.
- Se probarán hidrostáticamente los equipos y el circuito de energía auxiliar.
- Se comprobará que las válvulas de seguridad funcionan y que las tuberías de descarga de las mismas no están obturadas y están en conexión con la atmósfera. La prueba se realizará incrementando hasta un valor de 1,1 veces el de tarado y comprobando que se produce la apertura de la válvula.
- Se comprobará la correcta actuación de las válvulas de corte, llenado, vaciado y purga de la instalación.
- Se comprobará que alimentando (eléctricamente) las bombas del circuito, entran en funcionamiento y el incremento de presión indicado por los manómetros se corresponde en la curva con el caudal del diseño del circuito.
- Se comprobará la actuación del sistema de control y el comportamiento global de la instalación realizando una prueba de funcionamiento diario, consistente en verificar, que, en un día claro, las bombas arrancan por la mañana, en un tiempo prudencial, y paran al atardecer, detectándose en el depósito saltos de temperatura significativos.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la instalación, no obstante el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos han funcionado correctamente durante un mínimo de un mes, sin interrupciones o paradas.

III.2 Documentación

III.2.A Documentación para sistemas solares prefabricados

III.2.A.1 Generalidades

Con cada sistema solar prefabricado, el fabricante o distribuidor oficial deberá suministrar instrucciones para el montaje e instalación (para el instalador) e instrucciones de operación (para el usuario). Estos documentos deberán estar escritos en el idioma(s) oficial(es) del país de venta y deberán incluir todas las instrucciones necesarias para el montaje y operación, incluyendo mantenimiento, y prestando atención a mayores requisitos y reglas técnicas de interés.

42

III.2.A.2 Documentos para el instalador

Las instrucciones de montaje deberán ser apropiadas al sistema e incluir información concerniente a:

a) Datos técnicos, aquellos que se refieren a:

- 1) Diagramas del sistema.
- 2) Localización y diámetros nominales de todas las conexiones externas.
- 3) Un resumen con todos los componentes que se suministran (como captador solar, depósito de acumulación, estructura soporte, circuito hidráulico, provisiones de energía auxiliar, sistema de control/regulación y accesorios), con información de cada componente del modelo, potencia eléctrica, dimensiones, peso, marca y montaje.

4) Máxima presión de operación de todos los circuitos de fluido del sistema, tales como el circuito de captadores, el circuito de consumo y el circuito de calentamiento auxiliar (en kg/cm²).

5) Límites de trabajo: temperaturas y presiones admisibles, etc. a través del sistema.

6) Tipo de protección contra la corrosión.

7) Tipo de fluido de transferencia de calor.

b) Embalaje y transporte de todo el sistema y/o componentes y modo de almacenaje (exterior, interior, embalado, no embalado).

c) Guías de instalación con recomendaciones sobre:

- 1) Superficies de montaje.
- 2) Distancias a paredes y seguridad en relación con el hielo.
- 3) Forma en la que las tuberías de entrada al edificio han de estar terminadas (resistencia a lluvia y humedad).
- 4) Procedimiento a seguir para el aislamiento térmico de las tuberías.
- 5) Integración en el tejado del captador (si es apropiado).

d) Si una estructura soporte que normalmente montada al exterior es parte del sistema, los valores máximos de s_k (carga de nieve) y v_m (velocidad principal de viento) de acuerdo con ENV 1991-2-3 y ENV 1991-2-4 y una declaración de que el sistema sólo puede ser instalado en sitios con valores menores de s_k y v_m .

e) Método de conexión de tuberías.

f) Tipos y tamaños de los dispositivos de seguridad y su drenaje. Las instrucciones de montaje deberán indicar que cualquier válvula de tarado de presión que se instale por la cual pueda salir vapor en condiciones de operación normal o estancamiento, habrá de ser montada de tal forma que no se produzcan lesiones, agravios o daños causados por el escape de vapor. Cuando el sistema esté equipado para drenar una cantidad de agua como protección contra sobrecalentamiento, el drenaje de agua caliente debe estar construido de tal forma que el agua drenada no cause ningún daño al sistema ni a otros

materiales del edificio.

g) Los dispositivos necesarios de control y seguridad con esquema unifilar, incluyendo la necesidad de una válvula termostática de mezcla que limite la temperatura de extracción a 60 °C, cuando así se requiera de acuerdo con 1.3.3.2.

43

h) Revisión, llenado y arranque del sistema.

i) Montaje del sistema.

j) Una lista de comprobación para el instalador para verificar el correcto funcionamiento del sistema.

k) La mínima temperatura hasta la cual el sistema puede soportar heladas.

III.2.A.3 Documentos para el usuario

Las instrucciones de operación deberán incluir información concerniente a:

a) Componentes de seguridad existentes y ajustes de termostato cuando sea aplicable.

b) Implementación del sistema poniendo especial atención en el hecho de que:

1) Antes de poner el sistema en operación se debe comprobar que todas las válvulas trabajan correctamente y que el sistema está llenado completamente con agua y/o fluido anticongelante de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

2) En caso de cualquier avería, deberá llamarse a un especialista.

c) Operación normal de las válvulas de seguridad.

d) Precauciones en relación con riesgo de daños por congelación o sobrecalentamientos.

e) La manera de evitar averías cuando se arranque el sistema bajo condiciones de congelación o posible congelación.

f) Desmontaje del sistema.

g) Mantenimiento del sistema por un especialista, incluyendo frecuencia de inspecciones y mantenimiento y una lista de partes que tienen que ser repuestas durante el mantenimiento normal.

h) Datos de rendimiento del sistema.

1) Rango de cargas recomendado para el sistema (en l/día) a la temperatura especificada.

2) Consumo de electricidad anual de bombas, sistemas de control y válvulas eléctricas del sistema para las mismas condiciones que las especificadas para el rendimiento térmico, asumiendo un tiempo de operación de la bomba de captadores de 2000 h.

3) Si el sistema contiene dispositivos de protección contra heladas que causen consumo eléctrico, se hará constar la potencia eléctrica de estos dispositivos (en W) y sus características (temperatura de arranque).

i) Cuando el sistema de protección contra heladas dependa de la electricidad y/o suministro de agua fría y/o el sistema haya sido llenado con agua de consumo, el requisito de no cortar nunca el suministro eléctrico y/o el suministro de agua fría, o que el sistema no sea drenado cuando haya alta radiación solar.

j) El hecho de que durante situaciones de alta radiación, agua de consumo puede ser drenada, si éste es el método usado para prevenir sobrecalentamientos.

k) Mínima temperatura hasta la cual el sistema puede soportar heladas.

l) Tipo de fluido de transferencia de calor.

m) En caso de sistemas con calentadores de emergencia, habrá de indicarse que dicho calentador deberá ser usado para propósitos de emergencia.

III.2.B Documentación para sistemas solares a medida

La documentación del sistema descrita a continuación deberá ser completa y entendible. Para sistemas pequeños debería estar disponible la documentación técnica describiendo la clasificación propuesta por la Compañía, estando establecido el archivo de acuerdo con III.2.B.1. Deberá suministrarse una documentación de cada sistema de acuerdo con III.2.B.2. Para sistemas grandes, deberá suministrarse una documentación completa del sistema de acuerdo con III.2.B.3.

III.2.B.1 Fichero de clasificación para sistemas pequeños

La documentación describiendo la clasificación de los sistemas pequeños debería incluir:

- a) Todas las configuraciones propuestas del sistema incluyendo los esquemas hidráulicos y de control y las especificaciones que permitan al usuario entender el modo de funcionamiento del sistema.
- b) Lista de componentes a incluir dentro de las configuraciones del sistema, con referencias completas de dimensión y tipo. La identificación de los componentes de la lista deberá ser fácil y sin ambigüedades.
- c) Una lista de combinaciones propuestas de opciones dimensionales en cada una de las configuraciones del sistema.
- d) Diagramas o tablas estableciendo el rendimiento del sistema bajo condiciones de referencia para cada combinación propuesta de opciones dimensionales en cada configuración del sistema. Las condiciones de referencia deberían estar completamente especificadas incluyendo supuestos hechos en cargas térmicas y datos climatológicos. Las cargas térmicas supuestas deberían de estar en el rango comprendido entre 0,5 y 1,5 veces la carga de diseño especificada por el fabricante.

III.2.B.2 Documentación para sistemas pequeños

Todos los componentes de cada sistema pequeño a medida deberán ir provistos con un conjunto de instrucciones de montaje y funcionamiento entendibles, así como recomendaciones de servicio. Esta documentación deberá incluir todas las instrucciones necesarias para el montaje, instalación, operación y mantenimiento.

Los documentos deberán ser guardados en un lugar visible (preferentemente cerca del acumulador), protegidos del calor, agua y polvo.

III.2.B.3 Documentos para sistemas grandes

Cada sistema grande a medida deberá ir provisto con un conjunto de instrucciones de montaje y funcionamiento, así como recomendaciones de servicio. Esta documentación deberá incluir todas las instrucciones necesarias para el montaje, instalación, operación y mantenimiento, y todas las de arranque inicial y puesta en servicio.

Los documentos deberán ser guardados en un lugar visible (preferentemente cerca del acumulador), protegidos del calor, agua y polvo.

III.2.B.3.1 Documentos con referencia a la puesta en servicio

La documentación debería incluir:

- a) Todos los supuestos hechos en la carga (ofreciendo conjunto de valores en el intervalo $\pm 30\%$ sobre la carga media seleccionada).
- b) Referencia completa de los datos climáticos usados.
- c) Registro completo del método usado para el dimensionado del área de captadores, sistema(s) de almacenamiento e intercambiador de calor, incluyendo todas los supuestos

(fracción solar deseada) y referencia completa a cualquier programa de simulación usado.

d) Registro completo de los procedimientos usados para el dimensionado hidráulico del circuito de captadores y sus componentes.

e) Registro completo de procedimientos usados para la predicción del rendimiento térmico del sistema, incluyendo referencia completa al programa de simulación usado.

III.2.B.3.2 Documentos de montaje e instalación

Los documentos deberán cumplir con los puntos a), e), f), g), h), j) y k) de III.2.A.2.

La descripción del montaje e instalación del sistema deberá dar lugar a una instalación correcta de acuerdo con los dibujos del sistema.

III.2.B.3.3 Documentos para el funcionamiento

La documentación deberá cumplir con los párrafos a), f) y g) de III.2.A.2.

Los documentos deberán incluir también:

a) Esquemas hidráulicos y eléctricos del sistema.

b) Descripción del sistema de seguridad con referencia a la localización y ajustes de los componentes de seguridad.

NOTA: Se debería dar una guía para la comprobación del sistema antes de ponerlo en funcionamiento de nuevo después de haber descargado una o más válvulas de seguridad.

c) Acción a tomar en caso de fallo del sistema o peligro, como está especificado según concepto de seguridad.

d) Descripción del concepto y sistema de control incluyendo la localización de los componentes del control (sensores). Éstos deberían estar incluidos en el esquema hidráulico del sistema.

e) Instrucciones de mantenimiento incluyendo arranque y parada del sistema.

f) Comprobación de función y rendimiento.

ANEXO IV

CÁLCULO DE DEMANDAS ENERGÉTICAS

49

Cálculo de demandas energéticas

IV.1 Cálculo de demanda energética en instalaciones de calentamiento de piscinas

La demanda energética viene dada por las pérdidas térmicas en la pila de la piscina, calculándose de forma diferente si se trata de piscina cubierta o al aire libre.

Se seguirán las indicaciones del RITE en su punto ITE 10.2.1.2 sobre la temperatura del agua de la pileta.

IV.1.A Cálculo en piscina cubierta

En piscinas cubiertas las pérdidas vienen dadas por:

– Las pérdidas por evaporación representan entre el 70 % y el 80 % de las pérdidas totales.

– Las pérdidas por radiación representan entre el 15 % y el 20 % de las pérdidas totales.

– Las pérdidas por conducción son despreciables.

Para el cálculo de las pérdidas energéticas en piscinas cubiertas, se utilizará la siguiente fórmula

empírica:

$$P \text{ (en kW)} = (130 - 3 t_{ws} + 0,2 t_{ws}^2) (S_w/1000)$$

donde:

t_{ws} = Temperatura del agua (°C)

S_w = Superficie de la piscina (m²)

IV.1.B Cálculo en piscina al aire libre

En piscinas al aire libre se tendrán en cuenta los distintos tipos de pérdida de energía:

- Por radiación del agua hacia la atmósfera, más acentuadas por la noche.
- Por evaporación del agua.
- Por convección, influidas por el viento.
- Por conducción, con las paredes de la piscina.
- Por arrastre y salpicaduras de agua.

Para el cálculo de las pérdidas energéticas en piscinas al aire libre, se utilizará la siguiente fórmula empírica:

$$P \text{ [en W/(m}^2 \text{ AK)]} = [(28 + 20 V) (t_{ws} - t_{bs}) S_w] / 1000$$

donde:

t_{ws} = Temperatura del agua (°C)

t_{bs} = Temperatura del aire (°C)

V = Velocidad del viento (m/s)

S_w = Superficie de la piscina (m²)

(*) Es conveniente realizar tomas de datos de consumo de agua caliente, en el caso de que no los hubiera.

50

IV.2 Cálculo de demanda energética en instalaciones de agua caliente sanitaria

La demanda energética en instalaciones de agua caliente sanitaria viene dada por el volumen de consumo diario y las temperaturas de preparación y de agua fría.

En instalaciones existentes para las que se disponga de datos de consumo medidos en años anteriores, se utilizarán estos datos previa justificación de los mismos. En instalaciones, nuevas o existentes, para las que se disponga de datos de consumo de instalaciones similares, podrá utilizarse éstos previa justificación (*).

En caso de no disponer de datos, se utilizarán para el diseño los consumos unitarios máximos expresados en la tabla 3.

Tabla 3

Criterio de consumo Litros/día

Viviendas unifamiliares 40 por persona

Viviendas multifamiliares 30 por persona

Hospitales y clínicas 80 por cama

Hoteles (4 estrellas) 100 por cama

Hoteles (3 estrellas) 80 por cama

Hoteles/Hostales (2 estrellas) 60 por cama

Campings 60 por emplazamiento

Hostales/Pensiones (1 estrella) 50 por cama

Residencias (ancianos, estudiantes, etc.) 80 por cama

Vestuarios/Duchas colectivas 20 por servicio

Escuelas 5 por alumno
Cuarteles 30 por persona
Fábricas y talleres 20 por persona
Oficinas 5 por persona
Gimnasios 30 a 40 por usuario
Lavanderías 5 a 7 por kilo de ropa
Restaurantes 8 a 15 por comida
Cafeterías 2 por almuerzo

Adicionalmente se tendrán en cuenta las pérdidas de distribución/recirculación del agua a los puntos de consumo.

A efectos del cálculo de la carga de consumo, los valores de temperatura de agua fría se podrán tomar de la tabla 4.

La utilización de otros datos de temperaturas de agua fría deberá ser justificada indicando la procedencia y proceso de obtención de los mismos.

51

Tabla 4. Temperatura media del agua de la red general, en °C. (Fuente: CENSOLAR).

ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC AÑO

1	ÁLAVA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
2	ALBACETE	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
3	ALICANTE	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
4	ALMERÍA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
5	ASTURIAS	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
6	ÁVILA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
7	BADAJOS	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
8	BALEARES	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
9	BARCELONA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
10	BURGOS	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
11	CÁCERES	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
12	CÁDIZ	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
13	CANTABRIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
14	CASTELLÓN	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
15	CEUTA	8	9	10	12	13	13	14	13	13	12	11	8	11,3
16	CIUDAD REAL	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
17	CÓRDOBA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
18	LA CORUÑA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
19	CUENCA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
20	GERONA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
21	GRANADA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
22	GUADALAJARA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
23	GUIPÚZCOA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
24	HUELVA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
25	HUESCA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
26	JAÉN	8	9	11	13	14	15	17	16	14	13	11	7	12,3
27	LEÓN	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
28	LÉRIDA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
29	LUGO	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
30	MADRID	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
31	MÁLAGA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
32	MELILLA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
33	MURCIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
34	NAVARRA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
35	ORENSE	5	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,2
36	PALENCIA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
37	LAS PALMAS	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
38	PONTEVEDRA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3

39 LA RIOJA 6 7 9 11 12 13 14 13 12 11 9 6 10,3
40 SALAMANCA 5 6 8 10 11 12 13 12 11 10 8 5 9,3
41 STA. C. DE TENERIFE 8 9 11 13 14 15 16 15 14 13 11 8 12,3
42 SEGOVIA 4 5 7 9 10 11 12 11 10 9 7 4 8,3
43 SEVILLA 8 9 11 13 14 15 16 15 14 13 11 8 12,3
44 SORIA 4 5 7 9 10 11 12 11 10 9 7 4 8,3
45 TARRAGONA 6 7 9 11 12 13 14 13 12 11 9 6 10,3
46 TERUEL 4 5 7 9 10 11 12 11 10 9 7 4 8,3
47 TOLEDO 6 7 9 11 12 13 14 13 12 11 9 6 10,3
48 VALENCIA 8 9 11 13 14 15 16 15 14 13 11 8 12,3
49 VALLADOLID 5 6 8 10 11 12 13 12 11 10 8 5 9,3
50 VIZCAYA 6 7 9 11 12 13 14 13 12 11 9 6 10,3
51 ZAMORA 5 6 8 10 11 12 13 12 11 10 8 5 9,3
52 ZARAGOZA 5 6 8 10 11 12 13 12 11 10 8 5 9,3

ANEXO V

CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

55

Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación

V.1 Introducción

El objeto de este Anexo es determinar los límites en la orientación e inclinación de los captadores de acuerdo a las pérdidas máximas permisibles.

Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de:

- Ángulo de inclinación, β , definido como el ángulo que forma la superficie de los captadores con el plano horizontal (figura 4). Su valor es 0° para captadores horizontales y 90° para verticales.
- Ángulo de azimut, α , definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del captador y el meridiano del lugar (figura 5). Valores típicos son 0° para captadores orientados al Sur, -90° para captadores orientados al Este y $+90^\circ$ para captadores orientados al Oeste.

Fig. 4 Fig. 5

V.2 Procedimiento

Habiendo determinado el ángulo de azimut del captador, se calcularán los límites de inclinación aceptables de acuerdo a las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima establecida. Para ello se utilizará la figura 6, válida para una latitud (N) de 41° , de la siguiente forma:

- Conocido el azimut, determinamos en la figura 6 los límites para la inclinación en el caso $N = 41^\circ$. Para el caso general, las pérdidas máximas por este concepto son del 10 %, para superposición, del 20 % y para integración arquitectónica, del 40 %. Los puntos de intersección del límite de pérdidas con la recta de azimut nos proporcionan los valores de inclinación máxima y mínima.
- Si no hay intersección entre ambas, las pérdidas son superiores a las permitidas y la instalación estará fuera de los límites. Si ambas curvas se intersectan, se obtienen los valores para latitud $N = 41^\circ$ y se corrigen de acuerdo con lo que se cita a continuación.

56

Se corregirán los límites de inclinación aceptables en función de la diferencia entre la latitud del lugar en cuestión y la de 41°, de acuerdo a las siguientes fórmulas:

Inclinación máxima = inclinación (N = 41°) – (41° – latitud);

Inclinación mínima = inclinación (N = 41°) – (41° – latitud); siendo 0° su valor mínimo.

En casos cerca del límite y como instrumento de verificación, se utilizará la siguiente fórmula:

Pérdidas (%) = $100 \times [1,2 \times 10^{-4} (\$ - \$_{\text{opt}})^2 + 3,5 \times 10^{-5} \cdot \$]$ para $15^\circ < \$ < 90^\circ$

Pérdidas (%) = $100 \times [1,2 \times 10^{-4} (\$ - \$_{\text{opt}})^2]$ para $\$ \# 15^\circ$

[NOTA: ", \$ se expresan en grados]

V.3 Ejemplo de cálculo

Se trata de evaluar si las pérdidas por orientación e inclinación del captador están dentro de los límites permitidos para una instalación en un tejado orientado 15° hacia el Oeste (azimut = +15°) y con una inclinación de 40° respecto a la horizontal, para una localidad situada en el archipiélago Canario cuya latitud es de 29°.

Conocido el azimut, cuyo valor es +15°, determinamos en la figura 6 los límites para la inclinación para el caso de N = 41°. Los puntos de intersección del límite de pérdidas del 10 % (borde exterior de la región 90 % - 95 %), máximo para el caso general, con la recta de azimut nos proporcionan los valores (ver figura 7):

Inclinación máxima = 60°

Inclinación mínima = 7°

Corregido para la latitud del lugar:

Inclinación máxima = $60^\circ - (41^\circ - 29^\circ) = 48^\circ$.

Inclinación mínima = $7^\circ - (41^\circ - 29^\circ) = -5^\circ$, que está fuera de rango y se toma, por tanto, inclinación mínima = 0°.

Por tanto, esta instalación, de inclinación 40°, cumple los requisitos de pérdidas por orientación e inclinación.

57

Fig. 6

Fig. 7. Resolución del ejemplo.

ANEXO VI

CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR POR SOMBRAS

61

Cálculo de pérdidas de radiación solar por sombras

VI.1 Introducción

El presente Anexo describe un método de cálculo de las pérdidas de radiación solar que experimenta una superficie debidas a sombras circundantes. Tales pérdidas se expresan como porcentaje de la radiación solar global que incidiría sobre la mencionada superficie, de no existir sombra alguna.

VI.2 Procedimiento

El procedimiento consiste en la comparación del perfil de obstáculos que afecta a la superficie

de estudio con el diagrama de trayectorias aparentes del Sol. Los pasos a seguir son los siguientes:

VI.2.1 Obtención del perfil de obstáculos

Localización de los principales obstáculos que afectan a la superficie, en términos de sus coordenadas de posición azimuth (ángulo de desviación con respecto a la dirección Sur) y elevación (ángulo de inclinación con respecto al plano horizontal). Para ello puede utilizarse un teodolito.

VI.2.2 Representación del perfil de obstáculos

Representación del perfil de obstáculos en el diagrama de la figura 8, en el que se muestra la banda de trayectorias del Sol a lo largo de todo el año, válido para localidades de la Península Ibérica y Baleares (para las Islas Canarias el diagrama debe desplazarse 12° en sentido vertical ascendente). Dicha banda se encuentra dividida en porciones, delimitadas por las horas solares (negativas antes del mediodía solar y positivas después de éste) e identificadas por una letra y un número (A1, A2,... D14).

Fig. 8. Diagrama de trayectorias del Sol. [Nota: Los grados de ambas escalas son sexagesimales].

62

VI.2.3 Selección de la tabla de referencia para los cálculos

Cada una de las porciones de la figura 8 representa el recorrido del Sol en un cierto período de tiempo (una hora a lo largo de varios días) y tiene, por tanto, una determinada contribución a la irradiación solar global anual que incide sobre la superficie de estudio. Así, el hecho de que un obstáculo cubra una de las porciones supone una cierta pérdida de irradiación, en particular aquella que resulte interceptada por el obstáculo. Deberá escogerse como referencia para el cálculo la tabla más adecuada de entre las que se incluyen en este Anexo.

VI.2.4 Cálculo final

La comparación del perfil de obstáculos con el diagrama de trayectorias del Sol permite calcular las pérdidas por sombreado de la irradiación solar global que incide sobre la superficie, a lo largo de todo el año. Para ello se han de sumar las contribuciones de aquellas porciones que resulten total o parcialmente ocultas por el perfil de obstáculos representado. En el caso de ocultación parcial se utilizará el factor de llenado (fracción oculta respecto del total de la porción) más próximo a los valores: 0,25; 0,50; 0,75 ó 1.

El apartado VI.4 muestra un ejemplo concreto de utilización del método descrito.

VI.3 Tablas de referencia

Las tablas incluidas en esta sección se refieren a distintas superficies caracterizadas por sus ángulos de inclinación y orientación (θ y ϕ , respectivamente). Deberá escogerse aquella que resulte más parecida a la superficie en estudio. Los números que figuran en cada casilla se corresponden con el porcentaje de irradiación solar global anual que se perdería si la porción correspondiente resultase interceptada por un obstáculo.

Tabla 5-A Tabla 5-B

Tabla 5-C Tabla 5-D

Tabla 5-E Tabla 5-F

64

Tabla 5-G Tabla 5-H

Tabla 5-I Tabla 5-J

Tabla 5-K

65

VI.4 Ejemplo

Superficie de estudio ubicada en Madrid, inclinada 30° y orientada 10° al Sudeste.

Fig. 9. Perfil de obstáculos.

Tabla 6. Tabla de referencia.

$\beta = 35^\circ$

" = 0° A B C D

13 0 0 0 3

11 0 1 12 44

9 13 41 62 149

7 100 95 127 276

5 184 150 183 387

3 270 188 221 467

1 315 212 243 504

2 317 212 233 499

4 270 189 201 446

6 179 151 165 363

8 98 99 108 255

10 11 42 52 133

12 0 2 10 40

14 0 0 0 2

66

Cálculos:

Pérdidas por sombreado (% de irradiación global incidente anual) =

$= 0,25 \times B4 + 0,5 \times A5 + 0,75 \times A6 + B6 + 0,25 \times C6 + A8 + 0,5 \times B8 + 0,25 \times A10 =$

$= 0,25 \times 1,89 + 0,5 \times 1,84 + 0,75 \times 1,79 + 1,51 + 0,25 \times 1,65 + 0,98 + 0,5 \times 0,99 + 0,25 \times 0,11$

=

= 6,16 % • 6 %

VI.5 Distancia mínima entre filas de captadores

La distancia d , medida sobre la horizontal, entre una fila de captadores y un obstáculo, de altura h , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia d será superior al valor obtenido por la expresión:

$d = h / \tan (61^\circ - \text{latitud})$

donde $1 / \tan (61^\circ - \text{latitud})$ es un coeficiente adimensional denominado k .

Algunos valores significativos de k se pueden ver en la tabla 7 en función de la latitud del lugar.

Tabla 7

Latitud 29° 37° 39° 41° 43° 45°

k 1,600 2,246 2,475 2,747 3,078 3,487

En la figura 10 aparecen algunos ejemplos de la toma de datos relativos a h y d .

Fig. 10

La separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a la obtenida por la expresión anterior, aplicando h a la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la siguiente, efectuando todas las medidas de acuerdo con el plano que contiene a las bases de los captadores.

ANEXO VII

COMPONENTES

Componentes

VII.1 Generalidades

Los materiales de la instalación deben soportar las máximas temperaturas y presiones que puedan alcanzarse.

Todos los componentes y materiales cumplirán lo dispuesto en el Reglamento de Aparatos a Presión, que les sea de aplicación.

Cuando sea imprescindible utilizar en el mismo circuito materiales diferentes, especialmente cobre y acero, en ningún caso estarán en contacto, debiendo situar entre ambos juntas o manguitos dieléctricos.

En todos los casos es aconsejable prever la protección catódica del acero.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Para procesos industriales, el diseño, cálculo, montaje y características de los materiales deberán cumplir los requisitos establecidos por el proceso industrial.

Se debe tener particular precaución en la protección de equipos y materiales que pueden estar expuestos a agentes exteriores especialmente agresivos producidos por procesos industriales cercanos.

VII.2 Captadores solares

Si se utilizan captadores convencionales de absorbedor metálico, ha de tenerse en cuenta que el cobre solamente es admisible si el pH del fluido en contacto con él está comprendido entre 7,2 y 7,6. Absorbedores de hierro no son aptos en absoluto.

La pérdida de carga del captador para un caudal de 1 l/min por m² será inferior a 1 m c.a.

El captador llevará, preferentemente, un orificio de ventilación, de diámetro no inferior a 4 mm, situado en la parte inferior de forma que puedan eliminarse acumulaciones de agua en el captador. El orificio se realizará de manera que el agua pueda drenarse en su totalidad sin afectar al aislamiento.

Cuando se utilicen captadores con absorbedores de aluminio, obligatoriamente se utilizarán fluidos de trabajo con un tratamiento inhibidor de los iones de cobre y hierro.

VII.3 Acumuladores

Cuando el acumulador lleve incorporada una superficie de intercambio térmico entre el fluido primario y el agua sanitaria, en forma de serpentín o camisa de doble envolvente, se denominará interacumulador.

Cuando el intercambiador esté incorporado al acumulador, la placa de identificación indicará además, los siguientes datos:

70

- Superficie de intercambio térmico en m².
- Presión máxima de trabajo del circuito primario.

Cada acumulador vendrá equipado de fábrica de los necesarios manguitos de acoplamiento, soldados antes del tratamiento de protección, para las siguientes funciones:

- Manguitos roscados para la entrada de agua fría y la salida de agua caliente.
- Registro embridado para inspección del interior del acumulador y eventual acoplamiento del serpentín.

- Manguitos roscados para la entrada y salida del fluido primario.
- Manguitos roscados para accesorios como termómetro y termostato.
- Manguito para el vaciado.

Los acumuladores vendrán equipados de fábrica con las bocas necesarias soldadas antes de efectuar el tratamiento de protección interior.

El acumulador estará enteramente recubierto con material aislante, y es recomendable disponer una protección mecánica en chapa pintada al horno, PRFV, o lámina de material plástico.

Todos los acumuladores irán equipados con la protección catódica establecida por el fabricante para garantizar la durabilidad del acumulador.

Todos los acumuladores se protegerán, como mínimo, con los dispositivos indicados en el punto 5 de la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP-11 del Reglamento de Aparatos a Presión (Orden 11764 de 31 de mayo de 1985 - BOE número 148 de 21 de junio de 1985).

La utilización de acumuladores de hormigón requerirá la presentación de un proyecto firmado por un técnico competente.

Al objeto de estas especificaciones, podrán utilizarse acumuladores de las características y tratamiento descritos a continuación:

- Acumuladores de acero vitrificado de volumen inferior a 1000 l.
- Acumuladores de acero con tratamiento epoxídico.
- Acumuladores de acero inoxidable.
- Acumuladores de cobre.
- Acumuladores no metálicos que soporten la temperatura máxima del circuito, cumplan las normas UNE que le sean de aplicación y esté autorizada su utilización por las Compañías de suministro de agua potable.
- Acumuladores de acero negro (sólo en circuitos cerrados, sin agua de consumo)

VII.4 Intercambiadores de calor

Se indicará el fabricante y modelo del intercambiador de calor, así como datos de sus características de actuación medidos por el propio fabricante o por un laboratorio acreditado.

El intercambiador seleccionado resistirá la presión máxima de trabajo de la instalación. En particular se prestará especial atención a los intercambiadores que, como en el caso de los depósitos de doble pared, presentan grandes superficies expuestas por un lado a la presión y por otro, a la atmósfera, o bien, a fluidos a mayor presión.

En ningún caso se utilizarán interacumuladores con envoltente que dificulten la convección natural en el interior del acumulador.

71

Los materiales del intercambiador de calor resistirán la temperatura máxima de trabajo del circuito primario y serán compatibles con el fluido de trabajo.

Los intercambiadores de calor utilizados en circuitos de agua sanitaria serán de acero inoxidable o cobre.

El diseño del intercambiador de calor permitirá su limpieza utilizando productos líquidos.

El fabricante del intercambiador de calor garantizará un factor de ensuciamiento menor al permitido en diseño, dimensionado y cálculo de Instalaciones de Energía Solar Térmica.

Los tubos de los intercambiadores de calor tipo serpentín sumergido en el depósito, tendrán diámetros interiores inferiores o iguales a una pulgada, para instalaciones por circulación forzada. En instalaciones por termosifón, tendrán un diámetro mínimo de una pulgada.

Cualquier intercambiador de calor existente entre el circuito de captadores y el sistema de suministro al consumo no debería reducir la eficiencia del captador debido a un incremento en

la temperatura de funcionamiento de captadores en más de lo que los siguientes criterios especifican:

- Cuando la ganancia solar del captador haya llegado al valor máximo posible, la reducción de la eficiencia del captador debido al intercambiador de calor no debería exceder el 10 % (en valor absoluto).
 - Si se instala más de un intercambiador de calor, también este valor debería de no ser excedido por la suma de las reducciones debidas a cada intercambiador. El criterio se aplica también si existe en el sistema un intercambiador de calor en la parte de consumo.
 - Si en una instalación a medida sólo se usa un intercambiador entre el circuito de captadores y el acumulador, la transferencia de calor del intercambiador de calor por unidad de área de captador no debería ser menor de $40 \text{ W}/(\text{KAm}_2)$.
- Se recomienda dimensionar el intercambiador de calor, en función de la aplicación, con las condiciones expresadas en la tabla 8.

Tabla 8

Aplicación Temperatura

entrada primario

Temperatura

salida secundario

Temperatura

entrada secundario

Piscinas 50 °C 28 °C 24 °C

Agua caliente sanitaria 60 °C 50 °C 45 °C

Calefacción a baja temperatura 60 °C 50 °C 45 °C

Refrigeración/Calefacción 105 °C 90 °C 75 °C

La pérdida de carga de diseño en el intercambiador de calor no será superior a 3 m c.a., tanto en el circuito primario como en el secundario.

El factor de ensuciamiento del intercambiador de calor no será inferior al especificado en la tabla 9 para cada tipo de agua utilizada como fluido de trabajo.

72

Tabla 9

Circuitos de consumo $\text{m}^2\text{AK}/\text{W}$

Agua blanda y limpia 0,0006

Agua dura 0,0012

Agua muy dura y/o sucia 0,0018

Circuitos cerrados 0,0008

VII.5 Bombas de circulación

Las bombas podrán ser del tipo en línea, de rotor seco o húmedo o de bancada. Siempre que sea posible se utilizarán bombas tipo circuladores en línea.

En circuitos de agua caliente para usos sanitarios, los materiales de la bomba serán resistentes a la corrosión.

Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado.

Las bombas serán resistentes a las averías producidas por efecto de las incrustaciones calizas.

Las bombas serán resistentes a la presión máxima del circuito.

La bomba se seleccionará de forma que el caudal y la pérdida de carga de diseño se encuentren dentro de la zona de rendimiento óptimo especificado por el fabricante.

Cuando todas las conexiones son en paralelo, el caudal nominal será el igual al caudal unitario de diseño multiplicado por la superficie total de captadores conectados en paralelo.

La presión de la bomba deberá compensar todas las pérdidas de carga del circuito correspondiente.

La potencia eléctrica parásita para la bomba no debería exceder los valores dados en tabla 10.

Tabla 10

Sistema Potencia eléctrica de la bomba

Sistemas pequeños 50 W o 2 % de la mayor potencia calorífica que pueda suministrar el grupo de captadores

Sistemas grandes 1 % de la mayor potencia calorífica que pueda suministrar el grupo de captadores

La potencia máxima de la bomba especificada anteriormente excluye la potencia de las bombas de los sistemas de drenaje con recuperación, que sólo es necesaria para rellenar el sistema después de un drenaje.

La bomba permitirá efectuar de forma simple la operación de desaireación o purga.

73

VII.6 Tuberías

En sistemas directos se utilizará cobre o acero inoxidable en el circuito primario. Se admiten tuberías de material plástico acreditado apto para esta aplicación.

En las tuberías del circuito primario podrán utilizarse como materiales el acero negro, el cobre y el acero inoxidable, con uniones roscadas, soldadas o embridadas y protección exterior con pintura anticorrosiva. Se admite material plástico acreditado apto para esta aplicación.

En el circuito secundario o de servicio de agua caliente sanitaria, podrá utilizarse cobre y acero inoxidable. Además, podrán utilizarse materiales plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito, cumplan las normas UNE que le sean de aplicación y esté autorizada su utilización por las Compañías de suministro de agua potable.

Las tuberías de cobre serán tubos estirados en frío y uniones por capilaridad (UNE 37153).

No se utilizarán tuberías de acero negro para circuitos de agua sanitaria.

Cuando se utilice aluminio en tuberías o accesorios, la velocidad del fluido será inferior a 1,5 m/s y su pH estará comprendido entre 5 y 7. No se permitirá el uso de aluminio en sistemas abiertos o sistemas sin protección catódica.

Cuando se utilice acero en tuberías o accesorios, la velocidad del fluido será inferior a 3 m/s en sistemas cerrados y el pH del fluido de trabajo estará comprendido entre 5 y 9.

El diámetro de las tuberías se seleccionará de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s cuando la tubería discurra por locales habitados y a 3 m/s cuando el trazado sea al exterior o por locales no habitados.

El dimensionado de las tuberías se realizará de forma que la pérdida de carga unitaria en tuberías nunca sea superior a 40 mm de columna de agua por metro lineal.

Para calentamiento de piscinas se recomienda que las tuberías sean de PVC y de gran diámetro, a fin de conseguir un buen caudal con la menor pérdida de carga posible, no necesitando éstas, en la mayoría de los casos, ningún tipo especial de aislamiento térmico.

VII.7 Válvulas

La elección de las válvulas se realizará de acuerdo con la función que desempeñan y las condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura), siguiendo preferentemente los criterios que a continuación se citan:

– Para aislamiento: válvulas de esfera.

- Para equilibrado de circuitos: válvulas de asiento.
- Para vaciado: válvulas de esfera o de macho.
- Para llenado: válvulas de esfera.
- Para purga de aire: válvulas de esfera o de macho.
- Para seguridad: válvulas de resorte.
- Para retención: válvulas de disco de doble compuerta, o de clapeta o especiales para sistemas por termosifón.

A los efectos de este PCT, no se permitirá la utilización de válvulas de compuerta.

El acabado de las superficies de asiento y obturador debe asegurar la estanquidad al cierre de las válvulas, para las condiciones de servicio especificadas.

74

El volante y la palanca deben ser de dimensiones suficientes para asegurar el cierre y la apertura de forma manual con la aplicación de una fuerza razonable, sin la ayuda de medios auxiliares. El órgano de mando no deberá interferir con el aislamiento térmico de la tubería y del cuerpo de válvula.

Las superficies del asiento y del obturador deben ser recambiables. La empaquetadura debe ser recambiable en servicio, con válvula abierta a tope, sin necesidad de desmontarla.

Las válvulas roscadas y las de mariposa serán de diseño tal que, cuando estén correctamente acopladas a las tuberías, no tengan lugar interferencias entre la tubería y el obturador.

En el cuerpo de la válvula irán troquelados la presión nominal PN, expresada en bar o kp/cm^2 , y el diámetro nominal DN, expresado en mm o pulgadas, al menos cuando el diámetro sea igual o superior a 25 mm.

La presión nominal mínima de todo tipo de válvulas y accesorios deberá ser igual o superior a 4 kg/cm^2 .

Los diámetros libres en los asientos de las válvulas tienen que ser correspondientes con los diámetros nominales de las mismas, y en ningún caso inferiores a 12 mm.

Las válvulas de seguridad, por su importante función, deben ser capaces de derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso se sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.

Las válvulas de retención se situarán en la tubería de impulsión de la bomba, entre la boca y el manguito antivibratorio, y en cualquier caso, aguas arriba de la válvula de interceptación.

Los purgadores automáticos de aire se construirán con los siguientes materiales:

- Cuerpo y tapa de fundición de hierro o latón.
- Mecanismo de acero inoxidable.
- Flotador y asiento de acero inoxidable.
- Obturador de goma sintética.

Los purgadores automáticos resistirán la temperatura máxima de trabajo del circuito.

VII.8 Vasos de expansión

a) Vasos de expansión abiertos

Los vasos de expansión abiertos cumplirán los siguientes requisitos:

Los vasos de expansión abiertos se construirán soldados o remachados, en todas sus juntas, y reforzados para evitar deformaciones, cuando su volumen lo exija.

El material y tratamiento del vaso de expansión será capaz de resistir la temperatura máxima de trabajo.

El volumen útil del vaso de expansión abierto se determinará de forma que sea capaz de absorber la expansión completa del fluido de trabajo entre las temperaturas extremas de

funcionamiento.

El nivel mínimo libre de agua de los vasos de expansión abiertos se situará a una altura mínima de 2,5 metros sobre el punto más alto de la instalación.

Los vasos de expansión abiertos tendrán una salida de rebosamiento.

75

Los vasos de expansión abiertos, cuando se utilicen como sistemas de llenado o de rellenado, dispondrán de una línea de alimentación automática, mediante sistemas tipo flotador o similar.

La salida de rebosamiento se situará de forma que el incremento del volumen de agua antes del rebose sea igual o mayor que un tercio del volumen del depósito. Al mismo tiempo, permitirá que, con agua fría, el nivel sea tal que al incrementar la temperatura de agua en el sistema a la temperatura máxima de trabajo, no se produzca derrame de la misma.

En ningún caso la diferencia de alturas entre el nivel de agua fría en el depósito y el rebosadero será inferior a 3 cm.

El diámetro del rebosadero será igual o mayor al diámetro de la tubería de llenado. En todo caso, el dimensionado del diámetro del rebosadero asegurará que, con válvulas de flotador totalmente abiertas y una presión de red de 4 kg/cm², no se produzca derramamiento de agua.

La capacidad de aforo de la válvula de flotación, cuando se utilice como sistema de llenado, no será inferior a 5 l/min. En todo caso, el diámetro de la tubería de llenado no será inferior a ½ pulgada o 15 mm.

El flotador del sistema de llenado resistirá, sin deterioro, la temperatura máxima de trabajo durante 48 horas.

b) Vasos de expansión cerrados

La tubería de conexión del vaso de expansión no se aislará térmicamente y tendrá volumen suficiente para enfriar el fluido antes de alcanzar el vaso.

Los datos que sirven de base para la selección del vaso son los siguientes:

- Volumen total de agua en la instalación, en litros.
- Temperatura mínima de funcionamiento, para la cual se asumirá el valor de 4 °C, a la que corresponde la máxima densidad.
- Temperatura máxima que pueda alcanzar el agua durante el funcionamiento de la instalación.
- Presiones mínima y máxima de servicio, en bar, cuando se trate de vasos cerrados.
- Volumen de expansión calculado, en litros.

Los cálculos darán como resultado final el volumen total del vaso y la presión nominal PN, que son los datos que definen sus características de funcionamiento. Los vasos de expansión cerrados cumplirán con el Reglamento de Recipientes a Presión y estarán debidamente timbrados.

La temperatura extrema del circuito primario será, como mínimo, la temperatura de estancamiento del captador.

El volumen de dilatación será, como mínimo, igual al 4,3 % del volumen total de fluido en el circuito primario.

Los vasos de expansión cerrados se dimensionarán de forma que la presión mínima en frío en el punto más alto del circuito no sea inferior a 1,5 kg/cm² y la presión máxima en caliente en cualquier punto del circuito no supere la presión máxima de trabajo de los componentes. El dispositivo de expansión cerrado del circuito de captadores deberá estar dimensionado

de tal forma que, incluso después de una interrupción del suministro de potencia a la bomba
76

de circulación del circuito de captadores justo cuando la radiación solar sea máxima, se pueda restablecer la operación automáticamente cuando la potencia esté disponible de nuevo. Cuando el medio de transferencia de calor pueda evaporarse bajo condiciones de estancamiento, hay que realizar un dimensionado especial del volumen de expansión:

Además de dimensionarlo como es usual en sistemas de calefacción cerrados (la expansión del medio de transferencia de calor completo), el depósito de expansión deberá ser capaz de compensar el volumen del medio de transferencia de calor en todo el grupo de captadores completo, incluyendo todas las tuberías de conexión entre captadores, más un 10 %.

VII.9 Aislamientos

El aislamiento de acumuladores cuya superficie sea inferior a 2 m² tendrá un espesor mínimo de 30 mm, para volúmenes superiores el espesor mínimo será de 50 mm.

El espesor del aislamiento del cambiador de calor no será inferior a 20 mm.

Los espesores de aislamiento (expresados en mm) de tuberías y accesorios situados al interior no serán inferiores a los valores de la tabla 11.

Tabla 11

Fluido interior caliente

Diámetro exterior

(mm) (*)

Temperatura del fluido (°C) (**)

40 a 65 66 a 100 101 a 150 151 a 200

D # 35 20 20 30 40

35 < *D* # 60 20 30 40 40

60 < *D* # 90 30 30 40 50

90 < *D* # 140 30 40 50 50

140 < *D* 30 40 50 60

(*) Diámetro exterior de la tubería sin aislar.

(**) Se escoge la temperatura máxima de red.

Para tuberías y accesorios situados al exterior, los valores de la tabla 11 se incrementarán en 10 mm como mínimo.

Para materiales con conductividad térmica 8, en W/(mAK), distinta de 0,04, el espesor mínimo *e* (en mm) que debe usarse se determinará, en función del espesor de referencia *e*_{ref} (en mm) de la tabla 11, aplicando las siguientes fórmulas:

– Aislamiento de superficies planas:

$$e = e_{\text{ref}} \cdot 8 / 8_{\text{ref}}$$

– Aislamiento de superficies cilíndricas:

donde *e* es el espesor del aislamiento buscado, *e*_{ref} es el espesor de referencia, *D*_i es el diámetro interior de la sección circular, “exp” es la función exponencial (e_x), y 8 y 8_{ref} son las conductividades térmicas respectivas. 8_{ref} tiene como valor 0,04.

El valor de la conductividad térmica a introducir en las fórmulas anteriores debe considerarse a la temperatura media de servicio de la masa del aislamiento.

El material aislante se sujetará con medios adecuados, de forma que no pueda desprenderse de las tuberías o accesorios.

Cuando el material aislante de tubería y accesorios sea de fibra de vidrio, deberá cubrirse con una protección no inferior a la proporcionada por un recubrimiento de venda y escayola. En los

tramos que discurran por el exterior será terminada con pintura asfáltica.

El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes.

Para la protección del material aislante situado en intemperie se podrá utilizar una cubierta o revestimiento de escayola protegido con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o chapa de aluminio. En el caso de depósitos o cambiadores de calor situados en intemperie, podrán utilizarse forros de telas plásticas.

Si se utiliza manta térmica para evitar pérdidas nocturnas en piscinas, se tendrá en cuenta la posibilidad de que proliferen microorganismos en ella, por lo que se deberá limpiar periódicamente.

VII.10 Purga de aire

En general, el trazado del circuito evitará los caminos tortuosos, para favorecer el desplazamiento

del aire atrapado hacia los puntos altos.

Los trazados horizontales de tubería tendrán siempre una pendiente mínima del 1 % en el sentido de circulación.

Si el sistema está equipado con líneas de purga, deberán ser colocadas de tal forma que no se puedan helar y no se pueda acumular agua en las líneas. Los orificios de descarga deberán estar dispuestos de tal forma que vapor o medio de transferencia de calor que salga por las válvulas de seguridad no cause ningún riesgo a las personas, materiales o medio ambiente.

Se evitará el uso de purgadores automáticos cuando se prevea la formación de vapor en el circuito. Los purgadores automáticos deberán soportar, al menos, la temperatura de estancamiento del captador.

En el trazado del circuito deberá evitarse, en lo posible, los sifones invertidos, pero cuando se utilicen, se situarán sistemas similares a los descritos en párrafos anteriores en el punto más desfavorable del sifón.

VII.11 Sistema de llenado

Los sistemas con vaso de expansión abierto podrán utilizarlo como sistema de llenado.

Los circuitos con vaso de expansión cerrado deben incorporar un sistema de llenado manual o automático que permita llenar el circuito y mantenerlo presurizado. En general es recomendable la adopción de un sistema de llenado automático con la inclusión de un depósito de recarga u otro dispositivo, de forma que nunca se utilice un fluido para el circuito primario

78
cuyas características incumplan este Pliego de Condiciones Técnicas. Será obligatorio cuando exista riesgo de heladas o cuando la fuente habitual de suministro de agua incumpla las condiciones de pH y pureza requeridas en el apartado “*Requisitos generales*” del presente PCT. En cualquier caso, nunca podrá rellenarse el circuito primario con agua de red si sus características pueden dar lugar a incrustaciones, deposiciones o ataques en el circuito, o si este circuito necesita anticongelante por riesgo de heladas o cualquier otro aditivo para su correcto funcionamiento.

Las instalaciones que requieran anticongelante deben incluir un sistema que permita el relleno manual del mismo.

Para disminuir los riesgos de fallos se evitarán los aportes incontrolados de agua de reposición a los circuitos cerrados y la entrada de aire que pueda aumentar los riesgos de corrosión originados por el oxígeno del aire. Es aconsejable no usar válvulas de llenado automáticas.

VII.12 Sistema eléctrico y de control

El sistema eléctrico y de control cumplirá con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) en todos aquellos puntos que sean de aplicación. Los cuadros serán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

El usuario estará protegido contra posibles contactos directos e indirectos.

El sistema de control incluirá señalizaciones luminosas de la alimentación del sistema del funcionamiento de bombas.

El rango de temperatura ambiente de funcionamiento del sistema de control estará, como mínimo, entre $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

El tiempo mínimo entre fallos especificados por el fabricante del sistema de control diferencial, no será inferior a 7000 horas.

Los sensores de temperaturas soportarán las máximas temperaturas previstas en el lugar en que se ubiquen. Deberán soportar sin alteraciones de más de $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, las siguientes temperaturas en función de la aplicación:

- A.C.S. y calefacción por suelo radiante y “fan-coil”: $100\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Refrigeración/calefacción: $140\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Usos industriales: función de la temperatura de uso

La localización e instalación de los sensores de temperatura deberá asegurar un buen contacto térmico con la parte en la cual hay que medir la misma. Para conseguirlo en el caso de las de inmersión, se instalarán en contracorriente con el fluido. Los sensores de temperatura deberán estar aislados contra la influencia de las condiciones ambientales que le rodean.

La ubicación de las sondas ha de realizarse de forma que éstas midan exactamente las temperaturas que se desean controlar, instalándose los sensores en el interior de vainas y evitándose las tuberías separadas de la salida de los captadores y las zonas de estancamiento en los depósitos.

Preferentemente las sondas serán de inmersión. Se tendrá especial cuidado en asegurar una adecuada unión entre las sondas de contactos y la superficie metálica.

79

VII.13 Sistema de monitorización

El sistema de monitorización realizará la adquisición de datos, al menos, con la siguiente frecuencia:

- Toma de medidas o estados de funcionamiento: cada minuto
 - Cálculo de medias de valores y registro: cada 10 minutos
 - Tiempo de almacenamiento de datos registrados: mínimo 1 año
- Las variables analógicas que deben ser medidas por el sistema de monitorización serán seis como mínimo, y entre las cuales deberán estar las cuatro siguientes:

- Temperatura de entrada de agua fría
- Temperatura de suministro de agua caliente solar
- Temperatura de suministro de agua caliente a consumo
- Caudal de agua de consumo

El sistema de monitorización registrará, con la misma frecuencia, el estado de funcionamiento de las bombas de circulación de primario y secundario, la actuación de las limitaciones por máxima o mínima y el funcionamiento del sistema de energía auxiliar.

Opcionalmente, el sistema de monitorización medirá, además, las siguientes variables:

- Temperatura de entrada a captadores
 - Temperatura de salida de captadores
 - Temperatura de entrada secundario
 - Temperatura de salida secundario
 - Radiación global sobre plano de captadores
 - Temperatura ambiente exterior
 - Presión de agua en circuito primario
 - Temperatura fría del acumulador
 - Temperatura caliente del acumulador
 - Temperaturas de salidas de varios grupos de captadores
 - Variables que permitan el conocimiento del consumo energético del sistema auxiliar
- El tratamiento de los datos medidos proporcionará, al menos, los siguientes resultados:

- Temperatura media de suministro de agua caliente a consumo
- Temperatura media de suministro de agua caliente solar
- Demanda de energía térmica diaria
- Energía solar térmica aportada
- Energía auxiliar consumida
- Fracción solar media
- Consumos propios de la instalación (bombas, controles, etc.)

Con los datos registrados se procederá al análisis de resultados y evaluación de las prestaciones diarias de la instalación. Estos datos quedarán archivados en un registro histórico de prestaciones.

80

VII.14 Equipos de medida

Medida de temperatura

Las medidas de temperatura se realizarán mediante sensores de temperatura.

La medida de la diferencia de temperatura entre dos puntos del fluido de trabajo se realizará mediante los citados sensores de temperatura, debidamente conectados, para obtener de forma directa la lectura diferencial.

En lo referente a la colocación de las sondas, han de ser preferentemente de inmersión y situadas a una distancia máxima de 5 cm del fluido cuya temperatura se pretende medir. Las vainas destinadas a alojar las sondas de temperatura, deben introducirse en las tuberías siempre en contracorriente y en un lugar donde se creen turbulencias.

Medida de caudal

La medida de caudales de líquidos se realizará mediante turbinas, medidores de flujo magnético, medidores de flujo de desplazamiento positivo o procedimientos gravimétricos o de cualquier otro tipo, de forma que la precisión sea igual o superior a $\pm 3\%$ en todos los casos. Cuando exista un sistema de regulación exterior, éste estará precintado y protegido contra intervenciones fraudulentas.

Se suministrarán los siguientes datos dentro de la Memoria de Diseño o Proyecto, que deberán ser facilitados por el fabricante:

- Calibre del contador
- Temperatura máxima del fluido
- Caudales:
 - en servicio continuo
 - máximo (durante algunos minutos)

- mínimo (con precisión mínima del 5 %)
- de arranque
- Indicación mínima de la esfera
- Capacidad máxima de totalización
- Presión máxima de trabajo
- Dimensiones
- Diámetro y tipo de las conexiones
- Pérdida de carga en función del caudal

Cuando exista, el medidor se ubicará en la entrada de agua fría del acumulador solar.

Medida de energía

Los contadores de energía térmica estarán constituidos por los siguientes elementos:

- Contador de caudal de agua, descrito anteriormente.
- Dos sondas de temperatura.
- Microprocesador electrónico, montado en la parte superior del contador o separado.

En función de la ubicación de las dos sondas de temperatura, se medirá la energía aportada por la instalación solar o por el sistema auxiliar. En el primer caso, una sonda de temperatura se

81

situará en la entrada del agua fría del acumulador solar y otra en la salida del agua caliente del mismo.

Para medir el aporte de energía auxiliar, las sondas de temperatura se situarán en la entrada y salida del sistema auxiliar.

El microprocesador podrá estar alimentado por la red eléctrica o mediante pilas, con una duración de servicio mínima de 3 años.

El microprocesador multiplicará la diferencia de ambas temperaturas por el caudal instantáneo de agua y su peso específico. La integración en el tiempo de estas cantidades proporcionará la cantidad de energía aportada.

ANEXO VIII

CONDICIONES DE MONTAJE

85

Condiciones de montaje

VIII.1 Generalidades

La instalación se construirá en su totalidad utilizando materiales y procedimientos de ejecución que garanticen las exigencias del servicio, durabilidad, salubridad y mantenimiento.

Se tendrán en cuenta las especificaciones dadas por los fabricantes de cada uno de los componentes.

A efectos de las especificaciones de montaje de la instalación, éstas se complementarán con la aplicación de las reglamentaciones vigentes que tengan competencia en el caso.

Es responsabilidad del suministrador comprobar que el edificio reúne las condiciones necesarias para soportar la instalación, indicándolo expresamente en la documentación.

Es responsabilidad del suministrador el comprobar la calidad de los materiales y agua utilizados, cuidando que se ajusten a lo especificado en estas normas, y el evitar el uso de

materiales incompatibles entre sí.

El suministrador será responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidas durante el transporte, el almacenamiento y el montaje, hasta tanto no se proceda a su unión, por medio de elementos de taponamiento de forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato.

Especial cuidado se tendrá con materiales frágiles y delicados, como luminarias, mecanismos, equipos de medida, etc., que deberán quedar debidamente protegidos.

Durante el montaje, el suministrador deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de conducciones y cables.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente todos los equipos (captadores, acumuladores, etc.), cuadros eléctricos, instrumentos de medida, etc. de cualquier tipo de suciedad, dejándolos en perfecto estado.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones y cambios de dirección se realizará con los correspondientes accesorios y/o cajas, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

En las partes dañadas por roces en los equipos, producidos durante el traslado o el montaje, el suministrador aplicará pintura rica en zinc u otro material equivalente.

La instalación de los equipos, válvulas y purgadores permitirá su posterior acceso a las mismas a efectos de su mantenimiento, reparación o desmontaje.

Una vez instalados, se procurará que las placas de características de los equipos sean visibles. Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por el fabricante, serán recubiertos con dos manos de pintura antioxidante.

86

Los circuitos de distribución de agua caliente sanitaria se protegerán contra la corrosión por medio de ánodos de sacrificio.

Todos los equipos y circuitos podrán vaciarse total o parcialmente, realizándose esto desde los puntos más bajos de la instalación.

Las conexiones entre los puntos de vaciado y desagües se realizarán de forma que el paso del agua quede perfectamente visible.

Los botellines de purga estarán siempre en lugares accesibles y, siempre que sea posible, visibles.

VIII.2 Montaje de estructura soporte y captadores

Si los captadores son instalados en los tejados de edificios, deberá asegurarse la estanquidad en los puntos de anclaje.

La instalación permitirá el acceso a los captadores de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura, pudiendo desmontar cada captador con el mínimo de actuaciones sobre los demás.

Las tuberías flexibles se conectarán a los captadores utilizando, preferentemente, accesorios para mangueras flexibles.

Cuando se monten tuberías flexibles se evitará que queden retorcidas y que se produzcan radios de curvatura superiores a los especificados por el fabricante.

El suministrador evitará que los captadores queden expuestos al sol por períodos prolongados

durante el montaje. En este período las conexiones del captador deben estar abiertas a la atmósfera, pero impidiendo la entrada de suciedad.

Terminado el montaje, durante el tiempo previo al arranque de la instalación, si se prevé que éste pueda prolongarse, el suministrador procederá a tapar los captadores.

VIII.3 Montaje de acumulador

La estructura soporte para depósitos y su fijación se realizará según la normativa vigente.

La estructura soporte y su fijación para depósitos de más de 1000 l situados en cubiertas o pisos deberá ser diseñada por un profesional competente. La ubicación de los acumuladores y sus estructuras de sujeción cuando se sitúen en cubiertas de piso tendrá en cuenta las características de la edificación, y requerirá para depósitos de más de 300 l el diseño de un profesional competente.

VIII.4 Montaje de intercambiador

Se tendrá en cuenta la accesibilidad del intercambiador, para operaciones de sustitución o reparación.

VIII.5 Montaje de bomba

Las bombas en línea se instalarán con el eje de rotación horizontal y con espacio suficiente para que el conjunto motor-rodete pueda ser fácilmente desmontado. El acoplamiento de una bomba en línea con la tubería podrá ser de tipo roscado hasta el diámetro DN 32.

87

El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

Las tuberías conectadas a las bombas en línea se soportarán en las inmediaciones de las bombas de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos.

La conexión de las tuberías a las bombas no podrá provocar esfuerzos recíprocos (se utilizarán manguitos antivibratorios cuando la potencia de accionamiento sea superior a 700 W).

Todas las bombas estarán dotadas de tomas para la medición de presiones en aspiración e impulsión.

Todas las bombas deberán protegerse, aguas arriba, por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica.

Cuando se monten bombas con prensa-estopas, se instalarán sistemas de llenado automáticos.

VIII.6 Montaje de tuberías y accesorios

Antes del montaje deberá comprobarse que las tuberías no estén rotas, fisuradas, dobladas, aplastadas, oxidadas o de cualquier manera dañadas.

Se almacenarán en lugares donde estén protegidas contra los agentes atmosféricos. En su manipulación se evitarán roces, rodaduras y arrastres, que podrían dañar la resistencia mecánica, las superficies calibradas de las extremidades o las protecciones anti-corrosión.

Las piezas especiales, manguitos, gomas de estanquidad, etc. se guardarán en locales cerrados. Las tuberías serán instaladas de forma ordenada, utilizando fundamentalmente tres ejes perpendiculares entre sí y paralelos a elementos estructurales del edificio, salvo las pendientes que deban darse.

Las tuberías se instalarán lo más próximas posible a paramentos, dejando el espacio suficiente para manipular el aislamiento y los accesorios. En cualquier caso, la distancia mínima de las tuberías o sus accesorios a elementos estructurales será de 5 cm.

Las tuberías discurrirán siempre por debajo de canalizaciones eléctricas que crucen o corran paralelamente.

La distancia en línea recta entre la superficie exterior de la tubería, con su eventual aislamiento, y la del cable o tubo protector no debe ser inferior a las siguientes:

- 5 cm para cables bajo tubo con tensión inferior a 1000 V.
- 30 cm para cables sin protección con tensión inferior a 1000 V.
- 50 cm para cables con tensión superior a 1000 V.

Las tuberías no se instalarán nunca encima de equipos eléctricos como cuadros o motores.

No se permitirá la instalación de tuberías en huecos y salas de máquinas de ascensores, centros de transformación, chimeneas y conductos de climatización o ventilación.

Las conexiones de las tuberías a los componentes se realizarán de forma que no se transmitan esfuerzos mecánicos.

Las conexiones de componentes al circuito deben ser fácilmente desmontables por bridas o racores, con el fin de facilitar su sustitución o reparación.

88

Los cambios de sección en tuberías horizontales se realizarán de forma que se evite la formación de bolsas de aire, mediante manguitos de reducción excéntricos o enrasado de generatrices superiores para uniones soldadas.

Para evitar la formación de bolsas de aire, los tramos horizontales de tubería se montarán siempre con una pendiente ascendente, en el sentido de circulación, del 1 %.

Se facilitarán las dilataciones de tuberías utilizando los cambios de dirección o dilatadores axiales.

Las uniones de tuberías de acero podrán ser por soldadura o roscadas. Las uniones con valvulería y equipos podrán ser roscadas hasta 20", para diámetros superiores se realizarán las uniones por bridas.

En ningún caso se permitirán ningún tipo de soldadura en tuberías galvanizadas.

Las uniones de tuberías de cobre se realizarán mediante manguitos soldados por capilaridad.

En circuitos abiertos el sentido de flujo del agua deberá ser siempre del acero al cobre.

El dimensionado, distancia y disposición de los soportes de tubería se realizará de acuerdo con las prescripciones de UNE 100.152.

Durante el montaje de las tuberías se evitarán en los cortes para la unión de tuberías, las rebabas y escorias.

En las ramificaciones soldadas, el final del tubo ramificado no debe proyectarse en el interior del tubo principal.

Los sistemas de seguridad y expansión se conectarán de forma que se evite cualquier acumulación de suciedad o impurezas.

Las dilataciones que sufren las tuberías al variar la temperatura del fluido, deben compensarse a fin de evitar roturas en los puntos más débiles, que suelen ser las uniones entre tuberías y aparatos, donde suelen concentrarse los esfuerzos de dilatación y contracción.

En las salas de máquinas se aprovecharán los frecuentes cambios de dirección, para que la red de tuberías tenga la suficiente flexibilidad y pueda soportar las variaciones de longitud.

En los trazados de tuberías de gran longitud, horizontales o verticales, se compensarán los movimientos de tuberías mediante dilatadores axiales.

VIII.7 Montaje de aislamiento

El aislamiento no podrá quedar interrumpido al atravesar elementos estructurales del edificio.

El manguito pasamuros deberá tener las dimensiones suficientes para que pase la conducción con su aislamiento, con una holgura máxima de 3 cm.

Tampoco se permitirá la interrupción del aislamiento térmico en los soportes de las conducciones, que podrán estar o no completamente envueltos por el material aislante. El puente térmico constituido por el mismo soporte deberá quedar interrumpido por la interposición de un material elástico (goma, fieltro, etc.) entre el mismo y la conducción. Después de la instalación del aislamiento térmico, los instrumentos de medida y de control, así como válvulas de desagües, volante, etc., deberán quedar visibles y accesibles. Las franjas y flechas que distinguen el tipo de fluido transportado en el interior de las conducciones, se pintarán o se pegarán sobre la superficie exterior del aislamiento o de su protección.

89

VIII.8 Montaje de contadores

Se instalarán siempre entre dos válvulas de corte para facilitar su desmontaje. El suministrador deberá prever algún sistema (“by-pass” o carrete de tubería) que permita el funcionamiento de la instalación aunque el contador sea desmontado para calibración o mantenimiento.

En cualquier caso, no habrá ningún obstáculo hidráulico a una distancia igual, al menos, diez veces el diámetro de la tubería antes y cinco veces después del contador.

Cuando el agua pueda arrastrar partículas sólidas en suspensión, se instalará un filtro de malla fina antes del contador, del tamiz adecuado.

VIII.9 Montaje de instalaciones por circulación natural

Los cambios de dirección en el circuito primario se realizarán con curvas con un radio mínimo de tres veces el diámetro del tubo.

Se cuidará de mantener rigurosamente la sección interior de paso de las tuberías, evitando aplastamientos durante el montaje.

Se permitirá reducir el aislamiento de la tubería de retorno, para facilitar el efecto termosifón.

ANEXO IX

REQUISITOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO

93

Requisitos técnicos del contrato de mantenimiento

IX.1 Generalidades

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo) por un período de tiempo al menos igual que el de la garantía.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie útil homologada inferior o igual a 20 m², y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficies superiores a 20 m².

Las medidas a tomar en el caso de que en algún mes del año el aporte solar sobrepase el 110 % de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100 % son las siguientes:

- Vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, habrá de ser repuesto por un fluido de características similares, debiendo incluirse este trabajo en su caso entre las labores del contrato de mantenimiento.
- Tapado parcial del campo de captadores. En este caso el captador está aislado del

calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacua los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que sigue atravesando el captador).

– Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes o redimensionar la instalación con una disminución del número de captadores.

En el caso de optarse por las soluciones expuestas en los puntos anteriores, deberán programarse y detallarse dentro del contrato de mantenimiento las visitas a realizar para el vaciado parcial / tapado parcial del campo de captadores y reposición de las condiciones iniciales. Estas visitas se programarán de forma que se realicen una antes y otra después de cada

período de sobreproducción energética. También se incluirá dentro del contrato de mantenimiento

un programa de seguimiento de la instalación que prevendrá los posibles daños ocasionados por los posibles sobrecalentamientos producidos en los citados períodos y en cualquier otro período del año.

IX.2 Programa de mantenimiento

Objeto. El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente.

Criterios generales. Se definen tres escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la misma:

- a) Vigilancia
- b) Mantenimiento preventivo
- c) Mantenimiento correctivo

94

a) Plan de vigilancia

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación. Será llevado a cabo, normalmente, por el usuario, que asesorado por el instalador, observará el correcto comportamiento y estado de los elementos, y tendrá un alcance similar al descrito en la tabla 12.

Tabla 12.

Operación Frecuencia Descripción ()*

Captadores

Limpieza A determinar Con agua y productos adecuados.

Cristales 3 meses IV - Condensaciones, sustitución.

Juntas 3 meses IV - Agrietamiento y deformaciones.

Absorbedor 3 meses IV - Corrosión, deformación, fugas, etc.

Conexiones 3 meses IV - Fugas.

Circuito

primario

Tubería, aislamiento

y sistema de llenado 6 meses IV - Ausencia de humedad y fugas.

Purgador manual 3 meses Vaciar el aire del botellín.

Circuito

secundario

Tratamiento

anti-legionella 12 meses Aplicación procedimiento de desinfección con cloro o térmico recogido en el Anexo 3 del RD 909/2001.

Tubería y aislamiento 6 meses IV - Ausencia de humedad y fugas.

(*) IV: Inspección visual.

b) *Plan de mantenimiento preventivo*

Son 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 misma.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para aquellas instalaciones con una superficie de captación inferior a 20 m² y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m².

El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico especializado que conozca la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general. La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas, así como el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

En las tablas 13-A, 13-B, 13-C, 13-D, 13-E y 13-F se definen las operaciones de mantenimiento preventivo que deben realizarse en las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente, la periodicidad mínima establecida (en meses) y descripciones en relación con las prevenciones a observar.

95

Tabla 13-A. Sistema de captación.

Equipo Frecuencia Descripción

Captadores 6 meses

IV - Diferencias sobre original.

IV - Diferencias entre captadores.

Cristales 6 meses IV - Condensaciones y suciedad.

Juntas de degradación 6 meses IV - Agrietamientos, deformaciones.

Absorbedor 6 meses IV - Corrosión, deformaciones.

Carcasa 6 meses IV - Deformación, oscilaciones, ventanas de respiración.

Conexiones 6 meses IV - Aparición de fugas.

Estructura 6 meses IV - Degradación, indicios de corrosión; apriete de tornillos.

Tabla 13-B. Sistema de acumulación.

Equipo Frecuencia Descripción

Depósito 24 meses Presencia de lodos en fondo.

Ánodos de sacrificio 12 meses Comprobación del desgaste.

Aislamiento 12 meses Comprobar que no hay humedad.

Tabla 13-C. Sistema de intercambio.

Equipo Frecuencia Descripción ()*

Intercambiador

de placas

12 meses CF - Eficiencia y prestaciones.

60 meses Limpieza.

Intercambiador

de serpentín

12 meses CF - Eficiencia y prestaciones.

60 meses Limpieza.

(*) CF: Control de funcionamiento.

96

Tabla 13-D. Circuito hidráulico.

Equipo Frecuencia Descripción

Fluido refrigerante 12 meses Comprobar su densidad y pH.

Estanquidad 24 meses Efectuar prueba de presión.

Aislamiento exterior 6 meses IV - Degradación protección uniones y ausencia de humedad.

Aislamiento interior 12 meses IV - Uniones y ausencia de humedad.

Purgador automático 12 meses CF y limpieza.

Purgador manual 6 meses Vaciar el aire del botellín.

Bomba 12 meses Estanquidad.

Vaso de expansión cerrado 6 meses Comprobación de la presión.

Vaso de expansión abierto 6 meses Comprobación del nivel.

Sistema de llenado 6 meses CF - Actuación.

Válvula de corte 12 meses CF - Actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento.

Válvula de seguridad 12 meses CF - Actuación.

Tabla 13-E. Sistema eléctrico y de control.

Equipo Frecuencia Descripción

Cuadro eléctrico 12 meses Comprobar que está bien cerrado para que no entre polvo.

Control diferencial 12 meses CF - Actuación.

Termostato 12 meses CF - Actuación.

Tabla 13-F. Sistema de energía auxiliar.

Equipo Frecuencia Descripción

Sistema auxiliar 12 meses CF - Actuación.

Sondas de temperatura 12 meses CF - Actuación.

Dado que el sistema de energía auxiliar no forma parte del sistema de energía solar propiamente dicho, sólo será necesario realizar actuaciones sobre las conexiones del primero a este último, así como la verificación del funcionamiento combinado de ambos sistemas.

Se deja un mantenimiento más exhaustivo para la empresa instaladora del sistema auxiliar.

c) Mantenimiento correctivo

Son operaciones realizadas como consecuencia de la detección de cualquier anomalía en el funcionamiento de la instalación, en el plan de vigilancia o en el de mantenimiento preventivo.

97

Incluye la visita a la instalación, en los mismos plazos máximos indicados en el apartado de *Garantías*, cada vez que el usuario así lo requiera por avería grave de la instalación, así como 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.

IX.3 Garantías

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje.

Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de

acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de *garantía*, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Asimismo se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con las mismas. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo o contratar a un tercero para realizar las oportunas reparaciones, sin perjuicio de la ejecución del aval prestado y de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación, lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.

98

El suministrador atenderá el aviso en un plazo de:

- 24 horas, si se interrumpe el suministro de agua caliente, procurando establecer un servicio mínimo hasta el correcto funcionamiento de ambos sistemas (solar y de apoyo).
- 48 horas, si la instalación solar no funciona.
- una semana, si el fallo no afecta al funcionamiento.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible

una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por

la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

ANEXO X

TABLAS DE TEMPERATURAS Y RADIACIÓN

101

Tablas de temperaturas y radiación

Temperatura ambiente media durante las horas de sol, en °C. (Fuente: CENSOLAR).

ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC AÑO

1	ÁLAVA	7	7	11	12	15	19	21	21	19	15	10	7	13,7
2	ALBACETE	6	8	11	13	17	22	26	26	22	16	11	7	15,4
3	ALICANTE	13	14	16	18	21	25	28	28	26	21	17	14	20,1
4	ALMERÍA	15	15	16	18	21	24	27	28	26	22	18	16	20,5
5	ASTURIAS	9	10	11	12	15	18	20	20	19	16	12	10	14,3
6	ÁVILA	4	5	8	11	14	18	22	22	18	13	8	5	12,3
7	BADAJOS	11	12	15	17	20	25	28	28	25	20	15	11	18,9
8	BALEARES	12	13	14	17	19	23	26	27	25	20	16	14	18,8
9	BARCELONA	11	12	14	17	20	24	26	26	24	20	16	12	18,5
10	BURGOS	5	6	9	11	14	18	21	21	18	13	9	5	12,5
11	CÁCERES	10	11	14	16	19	25	28	28	25	19	14	10	18,3
12	CÁDIZ	13	15	17	19	21	24	27	27	25	22	18	15	20,3
13	CANTABRIA	11	11	14	14	16	19	21	21	20	17	14	12	15,8
14	CASTELLÓN	13	13	15	17	20	24	26	27	25	21	16	13	19,2
15	CEUTA	15	15	16	17	19	23	25	26	24	21	18	16	19,6
16	CIUDAD REAL	7	9	12	15	18	23	28	27	20	17	11	8	16,3
17	CÓRDOBA	11	13	16	18	21	26	30	30	26	21	16	12	20
18	LA CORUÑA	12	12	14	14	16	19	20	21	20	17	14	12	15,9
19	CUENCA	5	6	9	12	15	20	24	23	20	14	9	6	13,6
20	GERONA	9	10	13	15	19	23	26	25	23	18	13	10	17
21	GRANADA	9	10	13	16	18	24	27	27	24	18	13	9	17,3
22	GUADALAJARA	7	8	12	14	18	22	26	26	22	16	10	8	15,8
23	GUIPÚZCOA	10	10	13	14	16	19	21	21	20	17	13	10	15,3
24	HUELVA	13	14	16	20	21	24	27	27	25	21	17	14	19,9
25	HUESCA	7	8	12	15	18	22	25	25	21	16	11	7	15,6
26	JAÉN	11	11	14	17	21	26	30	29	25	19	15	10	19
27	LEÓN	5	6	10	12	15	19	22	22	19	14	9	6	13,3
28	LÉRIDA	7	10	14	15	21	24	27	27	23	18	11	8	17,1
29	LUGO	8	9	11	13	15	18	20	21	19	15	11	8	14
30	MADRID	6	8	11	13	18	23	28	26	21	15	11	7	15,6
31	MÁLAGA	15	15	17	19	21	25	27	28	26	22	18	15	20,7
32	MELILLA	15	15	16	18	21	25	27	28	26	22	18	16	20,6
33	MURCIA	12	12	15	17	21	25	28	28	25	20	16	12	19,3
34	NAVARRA	7	7	11	13	16	20	22	23	20	15	10	8	14,3
35	ORENSE	9	9	13	15	18	21	24	23	21	16	12	9	15,8
36	PALENCIA	5	7	10	13	16	20	23	23	20	14	9	6	13,8
37	LAS PALMAS	20	20	21	22	23	24	25	20	26	25	23	21	22,5
38	PONTEVEDRA	11	12	14	16	18	20	22	23	20	17	14	12	16,6
39	LA RIOJA	7	9	12	14	17	21	24	24	21	16	11	8	15,3
40	SALAMANCA	6	7	10	13	16	20	24	23	20	14	9	6	14
41	STA. C. DE TENERIFE	19	20	20	21	22	24	26	27	26	25	23	20	22,8
42	SEGOVIA	4	6	10	12	15	20	24	23	20	14	9	5	13,5
43	SEVILLA	11	13	14	17	21	25	29	29	24	20	16	12	19,3
44	SORIA	4	6	9	11	14	19	22	22	18	13	8	5	12,6
45	TARRAGONA	11	12	14	16	19	22	25	26	23	20	15	12	17,9

46 TERUEL 5 6 9 12 16 20 23 24 19 14 9 6 13,6
47 TOLEDO 8 9 13 15 19 24 28 27 23 17 12 8 16,9
48 VALENCIA 12 13 15 17 20 23 26 27 24 20 16 13 18,8
49 VALLADOLID 4 6 9 12 17 21 24 23 18 13 8 4 13,3
50 VIZCAYA 10 11 12 13 16 20 22 22 20 16 13 10 15,4
51 ZAMORA 6 7 11 13 16 21 24 23 20 15 10 6 14,3
52 ZARAGOZA 8 10 13 16 19 23 26 26 23 17 12 9 16,8
102

Energía en megajulios que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio

de cada mes. (Fuente: CENSOLAR).

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO		
1	ÁLAVA	4,6	6,9	11,2	13	14,8	16,6	18,1	17,3	14,3	9,5	5,5	4,1	11,3
2	ALBACETE	6,7	10,5	15	19,2	21,2	25,1	26,7	23,2	18,8	12,4	8,4	6,4	16,1
3	ALICANTE	8,5	12	16,3	18,9	23,1	24,8	25,8	22,5	18,3	13,6	9,8	7,6	16,8
4	ALMERÍA	8,9	12,2	16,4	19,6	23,1	24,6	25,3	22,5	18,5	13,9	10	8	16,9
5	ASTURIAS	5,3	7,7	10,6	12,2	15	15,2	16,8	14,8	12,4	9,8	5,9	4,6	10,9
6	ÁVILA	6,9	1	13,5	17,7	19,4	22,3	26,3	25,3	18,8	11,2	6,9	5,2	15,1
7	BADAJOS	6,5	10	13,6	18,7	21,8	24,6	25,9	23,8	17,9	12,3	8,2	6,2	15,8
8	BALEARES	7,2	10,7	14,4	16,2	21	22,7	24,2	20,6	16,4	12,1	8,5	6,5	15
9	BARCELONA	6,5	9,5	12,9	16,1	18,6	20,3	21,6	18,1	14,6	10,8	7,2	5,8	13,5
10	BURGOS	5,1	7,9	12,4	16	18,7	21,5	23	20,7	16,7	10,1	6,5	4,5	13,6
11	CÁCERES	6,8	10	14,7	19,6	22,1	25,1	28,1	25,4	19,7	12,7	8,9	6,6	16,6
12	CÁDIZ	8,1	11,5	15,7	18,5	22,2	23,8	25,9	23	18,1	14,2	10	7,4	16,5
13	CANTABRIA	5	7,4	11	13	16,1	17	18,4	15,5	13	9,5	5,8	4,5	11,3
14	CASTELLÓN	8	12,2	15,5	17,4	20,6	21,4	23,9	19,5	16,6	13,1	8,6	7,3	15,3
15	CEUTA	8,9	13,1	18,6	21	24,3	26,7	26,8	24,3	19,1	14,2	11	8,6	18,1
16	CIUDAD REAL	7	10,1	15	18,7	21,4	23,7	25,3	23,2	18,8	12,5	8,7	6,5	15,9
17	CÓRDOBA	7,2	10,1	15,1	18,5	21,8	25,9	28,5	25,1	19,9	12,6	8,6	6,9	16,7
18	LA CORUÑA	5,4	8	11,4	12,4	15,4	16,2	17,4	15,3	13,9	10,9	6,4	5,1	11,5
19	CUENCA	5,9	8,8	12,9	17,4	18,7	22	25,6	22,3	17,5	11,2	7,2	5,5	14,6
20	GERONA	7,1	10,5	14,2	15,9	18,7	19	22,3	18,5	14,9	11,7	7,8	6,6	13,9
21	GRANADA	7,8	10,8	15,2	18,5	21,9	24,8	26,7	23,6	18,8	12,9	9,6	7,1	16,5
22	GUADALAJARA	6,5	9,2	14	17,9	19,4	22,7	25	23,2	17,8	11,7	7,8	5,6	15,1
23	GUIPÚZCOA	5,5	7,7	11,3	11,7	14,6	16,2	16,1	13,6	12,7	10,3	6,2	5	10,9
24	HUELVA	7,6	11,3	16	19,5	24,1	25,6	28,7	25,6	21,2	14,5	9,2	7,5	17,6
25	HUESCA	6,1	9,6	14,3	18,7	20,3	22,1	23,1	20,9	16,9	11,3	7,2	5,1	14,6
26	JAÉN	6,7	10,1	14,4	18	20,3	24,4	26,7	24,1	19,2	11,9	8,1	6,5	15,9
27	LEÓN	5,8	8,7	13,8	17,2	19,5	22,1	24,2	20,9	17,2	10,4	7	4,8	14,3
28	LÉRIDA	6	9,9	18	18,8	20,9	22,6	23,8	21,3	16,8	12,1	7,2	4,8	15,2
29	LUGO	5,1	7,6	11,7	15,2	17,1	19,5	20,2	18,4	15	9,9	6,2	4,5	12,5
30	MADRID	6,7	10,6	13,6	18,8	20,9	23,5	26	23,1	16,9	11,4	7,5	5,9	15,4
31	MÁLAGA	8,3	12	15,5	18,5	23,2	24,5	26,5	23,2	19	13,6	9,3	8	16,8
32	MELILLA	9,4	12,6	17,2	20,3	23	24,8	24,8	22,6	18,3	14,2	10,9	8,7	17,2
33	MURCIA	10,1	14,8	16,6	20,4	24,2	25,6	27,7	23,5	18,6	13,9	9,8	8,1	17,8
34	NAVARRA	5	7,4	12,3	14,5	17,1	18,9	20,5	18,2	16,2	10,2	6	4,5	12,6
35	ORENSE	4,7	7,3	11,3	14	16,2	17,6	18,3	16,6	14,3	9,4	5,6	4,3	11,6
36	PALENCIA	5,3	9	13,2	17,5	19,7	21,8	24,1	21,6	17,1	10,9	6,6	4,6	14,3
37	LAS PALMAS	11,2	14,2	17,8	19,6	21,7	22,5	24,3	21,9	19,8	15,1	12,3	10,7	17,6
38	PONTEVEDRA	5,5	8,2	13	15,7	17,5	20,4	22	18,9	15,1	11,3	6,8	5,5	13,3
39	LA RIOJA	5,6	8,8	13,7	16,6	19,2	21,4	23,3	20,8	16,2	10,7	6,8	4,8	14
40	SALAMANCA	6,1	9,5	13,5	17,1	19,7	22,8	24,6	22,6	17,5	11,3	7,4	5,2	14,8
41	STA. C. DE TENERIFE	10,7	13,3	18,1	21,5	25,7	26,5	29,3	26,6	21,2	16,2	10,8	9,3	19,1
42	SEGOVIA	5,7	8,8	13,4	18,4	20,4	22,6	25,7	24,9	18,8	11,4	6,8	5,1	15,2
43	SEVILLA	7,3	10,9	14,4	19,2	22,4	24,3	24,9	23	17,9	12,3	8,8	6,9	16
44	SORIA	5,9	8,7	12,8	17,1	19,7	21,8	24,1	22,3	17,5	11,1	7,6	5,6	14,5
45	TARRAGONA	7,3	10,7	14,9	17,6	20,2	22,5	23,8	20,5	16,4	12,3	8,8	6,3	15,1
46	TERUEL	6,1	8,8	12,9	16,7	18,4	20,6	21,8	20,7	16,9	11	7,1	5,3	13,9

Pliego de condiciones

47 TOLEDO 6,2 9,5 14 19,3 21 24,4 27,2 24,5 18,1 11,9 7,6 5,6 15,8
48 VALENCIA 7,6 10,6 14,9 18,1 20,6 22,8 23,8 20,7 16,7 12 8,7 6,6 15,3
49 VALLADOLID 5,5 8,8 13,9 17,2 19,9 22,6 25,1 23 18,3 11,2 6,9 4,2 14,7
50 VIZCAYA 5 7,1 10,8 12,7 15,5 16,7 17,9 15,7 13,1 9,3 6 4,6 11,2
51 ZAMORA 5,4 8,9 13,2 17,3 22,2 21,6 23,5 22 17,2 11,1 6,7 4,6 14,5
52 ZARAGOZA 6,3 9,8 15,2 18,3 21,8 24,2 25,1 23,4 18,3 12,1 7,4 5,7 15,6
103

Altitud, latitud, longitud y temperatura mínima histórica (la más baja que se haya medido desde el

primer año del que se conservan registros de datos). (Fuente: CENSOLAR).

PROVINCIA ALTITUD (m)

LATITUD = 28°

Incli. ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC

0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

5 1,05 1,04 1,03 1,01 1 1 1 1,02 1,03 1,05 1,06 1,06
10 1,1 1,08 1,05 1,02 1 0,99 1 1,02 1,06 1,1 1,12 1,12
15 1,14 1,11 1,07 1,02 0,99 0,98 0,99 1,03 1,08 1,13 1,17 1,17
20 1,17 1,13 1,08 1,02 0,97 0,95 0,97 1,02 1,09 1,16 1,21 1,21
25 1,2 1,15 1,08 1 0,95 0,93 0,95 1,01 1,09 1,19 1,25 1,24
30 1,22 1,15 1,07 0,98 0,92 0,89 0,92 0,99 1,09 1,2 1,27 1,27
35 1,23 1,16 1,06 0,96 0,88 0,85 0,88 0,96 1,08 1,21 1,29 1,29
40 1,24 1,15 1,04 0,92 0,84 0,8 0,84 0,93 1,06 1,21 1,3 1,3
45 1,23 1,14 1,01 0,89 0,79 0,75 0,79 0,89 1,04 1,2 1,3 1,3
50 1,22 1,12 0,98 0,84 0,73 0,69 0,73 0,84 1 1,18 1,3 1,3
55 1,2 1,09 0,94 0,79 0,68 0,63 0,67 0,79 0,96 1,15 1,28 1,28
60 1,18 1,05 0,9 0,73 0,61 0,57 0,61 0,73 0,92 1,12 1,26 1,26
65 1,14 1,01 0,85 0,67 0,55 0,5 0,54 0,67 0,86 1,08 1,22 1,23
70 1,1 0,97 0,79 0,61 0,48 0,42 0,47 0,6 0,81 1,03 1,18 1,19
75 1,06 0,91 0,73 0,54 0,4 0,35 0,39 0,53 0,74 0,97 1,14 1,15
80 1 0,86 0,66 0,47 0,33 0,27 0,32 0,46 0,67 0,91 1,08 1,1
85 0,94 0,79 0,59 0,39 0,25 0,19 0,24 0,38 0,6 0,84 1,02 1,04
90 0,88 0,72 0,52 0,32 0,17 0,11 0,16 0,31 0,53 0,77 0,95 0,98

LATITUD = 29°

Incli. ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC

0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

5 1,05 1,04 1,03 1,02 1 1 1 1,02 1,03 1,05 1,07 1,06
10 1,1 1,08 1,05 1,02 1 0,99 1 1,03 1,06 1,1 1,12 1,12
15 1,15 1,11 1,07 1,03 0,99 0,98 0,99 1,03 1,08 1,14 1,18 1,17
20 1,18 1,14 1,08 1,02 0,98 0,96 0,98 1,03 1,1 1,17 1,22 1,22
25 1,21 1,15 1,08 1,01 0,95 0,93 0,95 1,01 1,1 1,2 1,26 1,25
30 1,23 1,16 1,08 0,99 0,92 0,9 0,92 1 1,1 1,21 1,28 1,28
35 1,24 1,17 1,07 0,97 0,89 0,86 0,89 0,97 1,09 1,22 1,3 1,3
40 1,25 1,16 1,05 0,93 0,85 0,81 0,85 0,94 1,07 1,22 1,32 1,31
45 1,24 1,15 1,02 0,9 0,8 0,76 0,8 0,9 1,05 1,21 1,32 1,32
50 1,23 1,13 0,99 0,85 0,75 0,71 0,74 0,85 1,02 1,19 1,31 1,31
55 1,22 1,1 0,95 0,8 0,69 0,64 0,68 0,8 0,98 1,17 1,3 1,3
60 1,19 1,07 0,91 0,75 0,63 0,58 0,62 0,75 0,93 1,14 1,28 1,28
65 1,16 1,03 0,86 0,69 0,56 0,51 0,55 0,69 0,88 1,1 1,24 1,25
70 1,12 0,98 0,8 0,62 0,49 0,44 0,48 0,62 0,82 1,05 1,2 1,22
75 1,07 0,93 0,74 0,55 0,42 0,36 0,41 0,55 0,76 0,99 1,16 1,17
80 1,02 0,87 0,68 0,48 0,34 0,28 0,33 0,48 0,69 0,93 1,1 1,12
85 0,96 0,81 0,61 0,41 0,26 0,21 0,25 0,4 0,62 0,87 1,04 1,06

Pliego de condiciones

90 0,9 0,74 0,54 0,33 0,18 0,13 0,17 0,32 0,54 0,79 0,97 1

105

LATITUD = 34°

Incli. ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC

0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

5 1,06 1,05 1,04 1,02 1,01 1,01 1,01 1,02 1,04 1,06 1,08 1,07
10 1,12 1,1 1,07 1,04 1,01 1,01 1,02 1,04 1,08 1,12 1,14 1,14
15 1,17 1,13 1,09 1,05 1,01 1 1,01 1,05 1,11 1,17 1,21 1,2
20 1,21 1,16 1,11 1,05 1 0,98 1 1,05 1,13 1,21 1,26 1,25
25 1,25 1,19 1,12 1,04 0,98 0,96 0,99 1,05 1,14 1,24 1,31 1,3
30 1,27 1,2 1,12 1,03 0,96 0,94 0,96 1,03 1,14 1,27 1,34 1,33
35 1,29 1,21 1,11 1,01 0,93 0,9 0,93 1,01 1,14 1,28 1,37 1,36
40 1,31 1,21 1,1 0,98 0,89 0,86 0,89 0,99 1,13 1,29 1,39 1,38
45 1,31 1,21 1,08 0,95 0,85 0,81 0,85 0,95 1,11 1,29 1,4 1,4
50 1,31 1,19 1,05 0,91 0,8 0,76 0,8 0,91 1,09 1,28 1,41 1,4
55 1,3 1,17 1,02 0,86 0,75 0,70 0,75 0,87 1,05 1,26 1,4 1,39
60 1,28 1,14 0,98 0,81 0,69 0,64 0,69 0,82 1,01 1,23 1,38 1,38
65 1,25 1,11 0,93 0,75 0,63 0,58 0,62 0,76 0,96 1,2 1,36 1,36
70 1,21 1,06 0,88 0,69 0,56 0,51 0,55 0,69 0,91 1,15 1,32 1,32
75 1,17 1,01 0,82 0,63 0,49 0,43 0,48 0,63 0,85 1,1 1,28 1,28
80 1,12 0,96 0,76 0,56 0,41 0,36 0,41 0,56 0,78 1,04 1,23 1,24
85 1,06 0,9 0,69 0,48 0,34 0,28 0,33 0,48 0,71 0,98 1,17 1,18
90 1 0,83 0,62 0,41 0,26 0,2 0,25 0,4 0,64 0,91 1,1 1,12

LATITUD = 35°

Incli. ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC

0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

5 1,06 1,05 1,04 1,02 1,01 1,01 1,01 1,03 1,04 1,06 1,08 1,07
10 1,12 1,1 1,07 1,04 1,02 1,01 1,02 1,04 1,08 1,12 1,15 1,14
15 1,17 1,14 1,09 1,05 1,02 1 1,02 1,05 1,11 1,17 1,21 1,21
20 1,22 1,17 1,11 1,05 1,01 0,99 1,01 1,06 1,13 1,22 1,27 1,26
25 1,25 1,2 1,12 1,05 0,99 0,97 0,99 1,05 1,15 1,25 1,32 1,31
30 1,28 1,21 1,13 1,04 0,97 0,94 0,97 1,04 1,15 1,28 1,36 1,35
35 1,31 1,22 1,12 1,02 0,94 0,91 0,94 1,02 1,15 1,29 1,39 1,38
40 1,32 1,23 1,11 0,99 0,9 0,87 0,9 1 1,14 1,3 1,41 1,4
45 1,33 1,22 1,09 0,96 0,86 0,82 0,86 0,97 1,13 1,3 1,42 1,41
50 1,32 1,21 1,07 0,92 0,81 0,77 0,81 0,93 1,1 1,3 1,43 1,42
55 1,31 1,19 1,03 0,87 0,76 0,72 0,76 0,88 1,07 1,28 1,42 1,41
60 1,29 1,16 0,99 0,82 0,7 0,66 0,7 0,83 1,03 1,25 1,41 1,4
65 1,27 1,12 0,95 0,77 0,64 0,59 0,64 0,77 0,98 1,22 1,38 1,38
70 1,23 1,08 0,9 0,71 0,57 0,52 0,57 0,71 0,93 1,18 1,35 1,35
75 1,19 1,03 0,84 0,64 0,5 0,45 0,5 0,64 0,87 1,13 1,31 1,31
80 1,14 0,98 0,78 0,57 0,43 0,37 0,42 0,57 0,8 1,07 1,26 1,26
85 1,09 0,92 0,71 0,5 0,35 0,29 0,34 0,5 0,73 1 1,2 1,21
90 1,02 0,85 0,64 0,42 0,27 0,21 0,26 0,42 0,66 0,93 1,13 1,15

106

LATITUD = 36°

Incli. ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC

0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

5 1,07 1,05 1,04 1,02 1,01 1,01 1,01 1,03 1,05 1,07 1,08 1,08
10 1,13 1,1 1,07 1,04 1,02 1,01 1,02 1,05 1,08 1,13 1,15 1,15
15 1,18 1,14 1,1 1,05 1,02 1,01 1,02 1,06 1,12 1,18 1,22 1,21
20 1,22 1,18 1,12 1,06 1,01 0,99 1,01 1,06 1,14 1,22 1,28 1,27

Pliego de condiciones

25 1,26 1,2 1,13 1,05 1 0,98 1 1,06 1,16 1,26 1,33 1,32
30 1,29 1,22 1,13 1,04 0,98 0,95 0,98 1,05 1,16 1,29 1,37 1,36
35 1,32 1,23 1,13 1,02 0,95 0,92 0,95 1,03 1,16 1,31 1,4 1,39
40 1,33 1,24 1,12 1 0,91 0,88 0,91 1,01 1,16 1,32 1,43 1,41
45 1,34 1,23 1,1 0,97 0,87 0,84 0,87 0,98 1,14 1,32 1,44 1,43
50 1,34 1,22 1,08 0,93 0,82 0,78 0,82 0,94 1,12 1,31 1,45 1,44
55 1,33 1,2 1,05 0,89 0,77 0,73 0,77 0,9 1,08 1,3 1,44 1,43
60 1,31 1,17 1,01 0,84 0,71 0,67 0,71 0,84 1,05 1,27 1,43 1,42
65 1,29 1,14 0,96 0,78 0,65 0,6 0,65 0,79 1 1,24 1,41 1,4
70 1,25 1,1 0,91 0,72 0,59 0,53 0,58 0,73 0,95 1,2 1,37 1,37
75 1,21 1,05 0,85 0,66 0,52 0,46 0,51 0,66 0,89 1,15 1,33 1,33
80 1,16 1 0,79 0,59 0,44 0,39 0,44 0,59 0,82 1,09 1,28 1,29
85 1,11 0,94 0,73 0,52 0,37 0,31 0,36 0,51 0,75 1,03 1,23 1,23
90 1,05 0,87 0,65 0,44 0,29 0,23 0,28 0,44 0,68 0,96 1,16 1,17

LATITUD = 37°

Incli. ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC

0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
5 1,07 1,06 1,04 1,03 1,01 1,01 1,02 1,03 1,05 1,07 1,08 1,08
10 1,13 1,1 1,08 1,05 1,02 1,01 1,02 1,05 1,09 1,13 1,16 1,15
15 1,18 1,15 1,1 1,06 1,02 1,01 1,02 1,06 1,12 1,19 1,23 1,22
20 1,23 1,18 1,12 1,06 1,02 1 1,02 1,07 1,15 1,23 1,29 1,28
25 1,27 1,21 1,14 1,06 1 0,98 1 1,07 1,16 1,27 1,34 1,33
30 1,3 1,23 1,14 1,05 0,98 0,96 0,98 1,06 1,17 1,3 1,38 1,37
35 1,33 1,24 1,14 1,03 0,96 0,93 0,96 1,04 1,17 1,32 1,42 1,41
40 1,35 1,25 1,13 1,01 0,92 0,89 0,92 1,02 1,17 1,34 1,44 1,43
45 1,35 1,25 1,11 0,98 0,88 0,85 0,88 0,99 1,15 1,34 1,46 1,45
50 1,35 1,24 1,09 0,94 0,84 0,8 0,84 0,95 1,13 1,33 1,47 1,46
55 1,35 1,22 1,06 0,9 0,78 0,74 0,78 0,91 1,1 1,32 1,47 1,45
60 1,33 1,19 1,02 0,85 0,73 0,68 0,73 0,86 1,06 1,3 1,45 1,44
65 1,31 1,16 0,98 0,8 0,67 0,62 0,66 0,8 1,02 1,26 1,43 1,42
70 1,27 1,12 0,93 0,74 0,6 0,55 0,6 0,74 0,97 1,22 1,4 1,4
75 1,23 1,07 0,87 0,67 0,53 0,48 0,53 0,68 0,91 1,17 1,36 1,36
80 1,19 1,02 0,81 0,6 0,46 0,4 0,45 0,6 0,84 1,12 1,31 1,31
85 1,13 0,96 0,74 0,53 0,38 0,32 0,38 0,53 0,77 1,05 1,26 1,26
90 1,07 0,89 0,67 0,46 0,3 0,25 0,3 0,45 0,7 0,98 1,19 1,2

107

LATITUD = 38°

Incli. ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC

0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
5 1,07 1,06 1,04 1,03 1,02 1,01 1,02 1,03 1,05 1,07 1,08 1,08
10 1,13 1,11 1,08 1,05 1,02 1,02 1,03 1,05 1,09 1,14 1,16 1,16
15 1,19 1,15 1,11 1,06 1,03 1,01 1,03 1,07 1,13 1,19 1,23 1,22
20 1,24 1,19 1,13 1,07 1,02 1,01 1,02 1,07 1,15 1,24 1,3 1,29
25 1,28 1,22 1,14 1,07 1,01 0,99 1,01 1,08 1,17 1,28 1,35 1,34
30 1,31 1,24 1,15 1,06 0,99 0,97 0,99 1,07 1,18 1,31 1,4 1,38
35 1,34 1,25 1,15 1,04 0,96 0,94 0,97 1,05 1,19 1,34 1,43 1,42
40 1,36 1,26 1,14 1,02 0,93 0,9 0,93 1,03 1,18 1,35 1,46 1,45
45 1,37 1,26 1,13 0,99 0,89 0,86 0,89 1 1,17 1,36 1,48 1,47
50 1,37 1,25 1,1 0,96 0,85 0,81 0,85 0,97 1,15 1,35 1,49 1,48
55 1,36 1,23 1,07 0,91 0,8 0,75 0,8 0,92 1,12 1,34 1,49 1,48
60 1,35 1,21 1,04 0,86 0,74 0,69 0,74 0,87 1,08 1,32 1,48 1,47
65 1,33 1,18 0,99 0,81 0,68 0,63 0,68 0,82 1,04 1,29 1,46 1,45
70 1,29 1,14 0,94 0,75 0,61 0,56 0,61 0,76 0,98 1,25 1,43 1,42
75 1,25 1,09 0,89 0,69 0,54 0,49 0,54 0,69 0,93 1,2 1,39 1,39

Pliego de condiciones

80 1,21 1,04 0,83 0,62 0,47 0,42 0,47 0,62 0,86 1,14 1,34 1,34
85 1,15 0,98 0,76 0,55 0,4 0,34 0,39 0,55 0,79 1,08 1,29 1,29
90 1,09 0,91 0,69 0,47 0,32 0,26 0,31 0,47 0,72 1,01 1,22 1,23

LATITUD = 39°

Incli. ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC

0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

5 1,07 1,06 1,04 1,03 1,02 1,01 1,02 1,03 1,05 1,07 1,09 1,08
10 1,14 1,11 1,08 1,05 1,03 1,02 1,03 1,06 1,1 1,14 1,17 1,16
15 1,19 1,16 1,11 1,07 1,03 1,02 1,03 1,07 1,13 1,2 1,24 1,23
20 1,25 1,2 1,14 1,07 1,03 1,01 1,03 1,08 1,16 1,25 1,31 1,29
25 1,29 1,23 1,15 1,07 1,02 1 1,02 1,08 1,18 1,29 1,36 1,35
30 1,33 1,25 1,16 1,07 1 0,97 1 1,08 1,19 1,33 1,41 1,4
35 1,35 1,27 1,16 1,05 0,97 0,94 0,98 1,06 1,2 1,35 1,45 1,43
40 1,37 1,27 1,15 1,03 0,94 0,91 0,94 1,04 1,19 1,37 1,48 1,46
45 1,38 1,27 1,14 1 0,9 0,87 0,9 1,01 1,18 1,37 1,5 1,48
50 1,39 1,26 1,12 0,97 0,86 0,82 0,86 0,98 1,16 1,37 1,51 1,5
55 1,38 1,25 1,09 0,93 0,81 0,77 0,81 0,94 1,13 1,36 1,51 1,5
60 1,37 1,22 1,05 0,88 0,75 0,71 0,75 0,89 1,1 1,34 1,51 1,49
65 1,35 1,19 1,01 0,83 0,69 0,65 0,69 0,83 1,05 1,31 1,49 1,47
70 1,32 1,15 0,96 0,77 0,63 0,58 0,63 0,77 1 1,27 1,46 1,45
75 1,28 1,11 0,91 0,7 0,56 0,51 0,56 0,71 0,95 1,23 1,42 1,41
80 1,23 1,06 0,84 0,64 0,49 0,43 0,48 0,64 0,88 1,17 1,37 1,37
85 1,18 1 0,78 0,56 0,41 0,35 0,41 0,56 0,81 1,11 1,32 1,32
90 1,12 0,93 0,71 0,49 0,33 0,28 0,33 0,49 0,74 1,04 1,25 1,26

108

LATITUD = 40°

Incli. ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC

0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

5 1,07 1,06 1,05 1,03 1,02 1,01 1,02 1,03 1,05 1,08 1,09 1,09
10 1,14 1,11 1,08 1,05 1,03 1,02 1,03 1,06 1,1 1,14 1,17 1,16
15 1,2 1,16 1,12 1,07 1,03 1,02 1,04 1,08 1,14 1,21 1,25 1,24
20 1,25 1,2 1,14 1,08 1,03 1,02 1,03 1,09 1,17 1,26 1,32 1,3
25 1,3 1,23 1,16 1,08 1,02 1 1,02 1,09 1,19 1,3 1,38 1,36
30 1,34 1,26 1,17 1,07 1,01 0,98 1,01 1,09 1,2 1,34 1,43 1,41
35 1,37 1,28 1,17 1,06 0,98 0,95 0,98 1,07 1,21 1,37 1,47 1,45
40 1,39 1,29 1,16 1,04 0,95 0,92 0,95 1,05 1,21 1,39 1,5 1,48
45 1,4 1,29 1,15 1,01 0,91 0,88 0,92 1,03 1,2 1,39 1,52 1,5
50 1,41 1,28 1,13 0,98 0,87 0,83 0,87 0,99 1,18 1,39 1,54 1,52
55 1,4 1,27 1,1 0,94 0,82 0,78 0,82 0,95 1,15 1,38 1,54 1,52
60 1,39 1,24 1,07 0,89 0,77 0,72 0,77 0,9 1,12 1,36 1,53 1,51
65 1,37 1,21 1,03 0,84 0,71 0,66 0,71 0,85 1,07 1,34 1,51 1,5
70 1,34 1,17 0,98 0,78 0,64 0,59 0,64 0,79 1,02 1,3 1,49 1,47
75 1,3 1,13 0,92 0,72 0,57 0,52 0,57 0,73 0,97 1,25 1,45 1,44
80 1,25 1,08 0,86 0,65 0,5 0,45 0,5 0,66 0,9 1,2 1,41 1,4
85 1,2 1,02 0,8 0,58 0,43 0,37 0,42 0,58 0,84 1,14 1,35 1,35
90 1,14 0,95 0,73 0,5 0,35 0,29 0,34 0,5 0,76 1,07 1,29 1,29

LATITUD = 41°

Incli. ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC

0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

5 1,07 1,06 1,05 1,03 1,02 1,02 1,02 1,03 1,05 1,08 1,09 1,09
10 1,14 1,12 1,09 1,06 1,03 1,02 1,03 1,06 1,1 1,15 1,18 1,17
15 1,21 1,17 1,12 1,07 1,04 1,03 1,04 1,08 1,14 1,21 1,26 1,24

Pliego de condiciones

20 1,26 1,21 1,15 1,08 1,04 1,02 1,04 1,09 1,17 1,27 1,33 1,31
25 1,31 1,24 1,17 1,09 1,03 1,01 1,03 1,1 1,2 1,32 1,39 1,37
30 1,35 1,27 1,18 1,08 1,01 0,99 1,02 1,09 1,21 1,35 1,44 1,42
35 1,38 1,29 1,18 1,07 0,99 0,96 0,99 1,08 1,22 1,38 1,49 1,47
40 1,4 1,3 1,18 1,05 0,96 0,93 0,96 1,06 1,22 1,4 1,52 1,5
45 1,42 1,3 1,16 1,03 0,93 0,89 0,93 1,04 1,21 1,41 1,55 1,52
50 1,42 1,3 1,14 0,99 0,88 0,84 0,88 1,01 1,19 1,41 1,56 1,54
55 1,42 1,28 1,12 0,95 0,83 0,79 0,84 0,97 1,17 1,41 1,57 1,54
60 1,41 1,26 1,08 0,91 0,78 0,73 0,78 0,92 1,14 1,39 1,56 1,54
65 1,39 1,23 1,04 0,85 0,72 0,67 0,72 0,87 1,09 1,36 1,54 1,53
70 1,36 1,19 0,99 0,8 0,66 0,61 0,66 0,81 1,04 1,32 1,52 1,5
75 1,32 1,15 0,94 0,73 0,59 0,54 0,59 0,74 0,99 1,28 1,48 1,47
80 1,28 1,1 0,88 0,67 0,52 0,46 0,52 0,67 0,93 1,23 1,44 1,43
85 1,23 1,04 0,82 0,6 0,44 0,39 0,44 0,6 0,86 1,16 1,38 1,38
90 1,17 0,98 0,74 0,52 0,36 0,31 0,36 0,52 0,78 1,09 1,32 1,32

109

LATITUD = 42°

Incli. ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC

0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

5 1,08 1,06 1,05 1,03 1,02 1,02 1,02 1,04 1,06 1,08 1,09 1,09
10 1,15 1,12 1,09 1,06 1,04 1,03 1,04 1,06 1,11 1,15 1,18 1,17
15 1,21 1,17 1,13 1,08 1,04 1,03 1,04 1,09 1,15 1,22 1,26 1,25
20 1,27 1,21 1,15 1,09 1,04 1,03 1,05 1,1 1,18 1,28 1,34 1,32
25 1,32 1,25 1,17 1,09 1,04 1,01 1,04 1,1 1,21 1,33 1,4 1,38
30 1,36 1,28 1,19 1,09 1,02 1 1,02 1,1 1,23 1,37 1,46 1,44
35 1,39 1,3 1,19 1,08 1 0,97 1 1,09 1,23 1,4 1,51 1,48
40 1,42 1,31 1,19 1,06 0,97 0,94 0,97 1,08 1,24 1,42 1,54 1,52
45 1,43 1,32 1,18 1,04 0,94 0,9 0,94 1,05 1,23 1,43 1,57 1,54
50 1,44 1,31 1,16 1 0,89 0,86 0,9 1,02 1,21 1,44 1,59 1,56
55 1,44 1,3 1,13 0,97 0,85 0,8 0,85 0,98 1,19 1,43 1,59 1,57
60 1,43 1,28 1,1 0,92 0,79 0,75 0,8 0,93 1,15 1,41 1,59 1,57
65 1,41 1,25 1,06 0,87 0,74 0,69 0,74 0,88 1,11 1,39 1,57 1,55
70 1,38 1,21 1,01 0,81 0,67 0,62 0,67 0,82 1,07 1,35 1,55 1,53
75 1,35 1,17 0,96 0,75 0,6 0,55 0,6 0,76 1,01 1,31 1,52 1,5
80 1,3 1,12 0,9 0,68 0,53 0,48 0,53 0,69 0,95 1,25 1,47 1,46
85 1,25 1,06 0,83 0,61 0,46 0,4 0,46 0,62 0,88 1,19 1,42 1,41
90 1,19 1 0,76 0,54 0,38 0,32 0,38 0,54 0,81 1,12 1,36 1,35

LATITUD = 43°

Incli. ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC

0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

5 1,08 1,07 1,05 1,03 1,02 1,02 1,02 1,04 1,06 1,08 1,1 1,09
10 1,15 1,12 1,09 1,06 1,04 1,03 1,04 1,07 1,11 1,16 1,19 1,18
15 1,22 1,18 1,13 1,08 1,05 1,03 1,05 1,09 1,15 1,23 1,27 1,26
20 1,28 1,22 1,16 1,09 1,05 1,03 1,05 1,1 1,19 1,29 1,35 1,33
25 1,33 1,26 1,18 1,1 1,04 1,02 1,04 1,11 1,22 1,34 1,42 1,4
30 1,37 1,29 1,2 1,1 1,03 1 1,03 1,11 1,24 1,38 1,48 1,45
35 1,41 1,31 1,2 1,09 1,01 0,98 1,01 1,1 1,25 1,42 1,52 1,5
40 1,43 1,33 1,2 1,07 0,98 0,95 0,98 1,09 1,25 1,44 1,56 1,54
45 1,45 1,33 1,19 1,05 0,95 0,91 0,95 1,06 1,24 1,45 1,59 1,57
50 1,46 1,33 1,17 1,02 0,91 0,87 0,91 1,03 1,23 1,46 1,61 1,58
55 1,46 1,32 1,15 0,98 0,86 0,82 0,86 1 1,21 1,45 1,62 1,59
60 1,45 1,3 1,12 0,94 0,81 0,76 0,81 0,95 1,17 1,44 1,62 1,59
65 1,43 1,27 1,08 0,89 0,75 0,7 0,75 0,9 1,13 1,41 1,61 1,58
70 1,41 1,23 1,03 0,83 0,69 0,64 0,69 0,84 1,09 1,38 1,58 1,56

Pliego de condiciones

75 1,37 1,19 0,98 0,77 0,62 0,57 0,62 0,78 1,03 1,34 1,55 1,53
80 1,33 1,14 0,92 0,7 0,55 0,49 0,55 0,71 0,97 1,28 1,51 1,49
85 1,28 1,08 0,85 0,63 0,47 0,42 0,47 0,64 0,9 1,22 1,45 1,44
90 1,22 1,02 0,78 0,56 0,4 0,34 0,39 0,56 0,83 1,16 1,39 1,38

110

LATITUD = 44°

Incli. ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC

0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
5 1,08 1,07 1,05 1,04 1,02 1,02 1,02 1,04 1,06 1,09 1,1 1,1
10 1,16 1,13 1,1 1,06 1,04 1,03 1,04 1,07 1,11 1,16 1,19 1,18
15 1,22 1,18 1,13 1,09 1,05 1,04 1,05 1,09 1,16 1,23 1,28 1,27
20 1,28 1,23 1,17 1,1 1,05 1,04 1,06 1,11 1,2 1,3 1,36 1,34
25 1,34 1,27 1,19 1,11 1,05 1,03 1,05 1,12 1,23 1,35 1,43 1,41
30 1,38 1,3 1,2 1,11 1,04 1,01 1,04 1,12 1,25 1,4 1,49 1,47
35 1,42 1,32 1,21 1,1 1,02 0,99 1,02 1,11 1,26 1,43 1,54 1,52
40 1,45 1,34 1,21 1,08 0,99 0,96 1,1 1,26 1,46 1,59 1,56
45 1,47 1,35 1,2 1,06 0,96 0,92 0,96 1,08 1,26 1,48 1,62 1,59
50 1,48 1,34 1,19 1,03 0,92 0,88 0,92 1,05 1,25 1,48 1,64 1,61
55 1,48 1,33 1,16 0,99 0,87 0,83 0,88 1,01 1,22 1,48 1,65 1,62
60 1,47 1,32 1,13 0,95 0,82 0,78 0,82 0,97 1,19 1,47 1,65 1,62
65 1,46 1,29 1,09 0,9 0,76 0,72 0,77 0,92 1,16 1,44 1,64 1,61
70 1,43 1,26 1,05 0,85 0,7 0,65 0,7 0,86 1,11 1,41 1,62 1,59
75 1,4 1,21 1 0,78 0,64 0,58 0,64 0,8 1,06 1,37 1,59 1,56
80 1,36 1,16 0,94 0,72 0,56 0,51 0,56 0,73 0,99 1,32 1,54 1,52
85 1,31 1,11 0,87 0,65 0,49 0,43 0,49 0,66 0,93 1,26 1,49 1,48
90 1,25 1,04 0,8 0,57 0,41 0,35 0,41 0,58 0,85 1,19 1,43 1,42

LATITUD = 45°

Incli. ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC

0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
5 1,08 1,07 1,05 1,04 1,03 1,02 1,03 1,04 1,06 1,09 1,1 1,1
10 1,16 1,13 1,1 1,07 1,04 1,04 1,05 1,07 1,12 1,17 1,2 1,19
15 1,23 1,19 1,14 1,09 1,05 1,04 1,06 1,1 1,17 1,24 1,29 1,27
20 1,29 1,24 1,17 1,11 1,06 1,04 1,06 1,12 1,21 1,31 1,37 1,35
25 1,35 1,28 1,2 1,11 1,06 1,03 1,06 1,13 1,24 1,36 1,45 1,42
30 1,4 1,31 1,21 1,12 1,04 1,02 1,05 1,13 1,26 1,41 1,51 1,48
35 1,43 1,34 1,22 1,11 1,03 1 1,03 1,12 1,27 1,45 1,56 1,53
40 1,46 1,35 1,22 1,09 1 0,97 1,01 1,11 1,28 1,48 1,61 1,58
45 1,49 1,36 1,22 1,07 0,97 0,93 0,97 1,09 1,28 1,5 1,64 1,61
50 1,5 1,36 1,2 1,04 0,93 0,89 0,94 1,06 1,26 1,51 1,67 1,63
55 1,5 1,35 1,18 1,01 0,89 0,84 0,89 1,03 1,24 1,5 1,68 1,65
60 1,5 1,34 1,15 0,97 0,84 0,79 0,84 0,98 1,21 1,49 1,68 1,65
65 1,48 1,31 1,11 0,92 0,78 0,73 0,78 0,93 1,18 1,47 1,67 1,64
70 1,46 1,28 1,07 0,86 0,72 0,67 0,72 0,88 1,13 1,44 1,65 1,62
75 1,43 1,24 1,02 0,8 0,65 0,6 0,65 0,82 1,08 1,4 1,62 1,6
80 1,38 1,19 0,96 0,74 0,58 0,53 0,58 0,75 1,02 1,35 1,58 1,56
85 1,33 1,13 0,89 0,66 0,51 0,45 0,51 0,67 0,95 1,29 1,53 1,51
90 1,28 1,07 0,82 0,59 0,43 0,37 0,43 0,6 0,88 1,22 1,47 1,45

ANEXO XI

MÉTODO DE CÁLCULO RECOMENDADO

Método de cálculo recomendado

Para el dimensionado de las instalaciones de energía solar térmica se sugiere el método de las curvas f (F-Chart), que permite realizar el cálculo de la cobertura de un sistema solar, es decir, de

su contribución a la aportación de calor total necesario para cubrir las cargas térmicas, y de su rendimiento medio en un largo período de tiempo.

Ampliamente aceptado como un proceso de cálculo suficientemente exacto para largas estimaciones, no ha de aplicarse para estimaciones de tipo semanal o diario.

Para desarrollarlo se utilizan datos mensuales medios meteorológicos, y es perfectamente válido

para determinar el rendimiento o factor de cobertura solar en instalaciones de calentamiento, en todo tipo de edificios, mediante captadores solares planos.

Su aplicación sistemática consiste en identificar las variables adimensionales del sistema de calentamiento solar y utilizar la simulación de funcionamiento mediante ordenador, para dimensionar las correlaciones entre estas variables y el rendimiento medio del sistema para un dilatado período de tiempo.

La ecuación utilizada en este método puede apreciarse en la siguiente fórmula:

$$f = 1,029 D_1 + 0,065 D_2 + 0,245 D_1^2 + 0,0018 D_2^2 + 0,0215 D_1^3$$

La secuencia que suele seguirse en el cálculo es la siguiente:

1. Valoración de las cargas caloríficas para el calentamiento de agua destinada a la producción de A.C.S. o calefacción.
2. Valoración de la radiación solar incidente en la superficie inclinada del captador o captadores.
3. Cálculo del parámetro D_1 .
4. Cálculo del parámetro D_2 .
5. Determinación de la gráfica f .
6. Valoración de la cobertura solar mensual.
7. Valoración de la cobertura solar anual y formación de tablas.

Las cargas caloríficas determinan la cantidad de calor necesaria mensual para calentar el agua destinada al consumo doméstico, calculándose mediante la siguiente expresión:

$$Q_a = C_e C N (t_{ac} - t_r)$$

donde:

Q_a = Carga calorífica mensual de calentamiento de A.C.S. (J/mes)

C_e = Calor específico. Para agua: 4187 J/(kgA°C)

C = Consumo diario de A.C.S. (l/día)

t_{ac} = Temperatura del agua caliente de acumulación (°C)

t_r = Temperatura del agua de red (°C)

N = Número de días del mes

114

El parámetro D_1 expresa la relación entre la energía absorbida por la placa del captador plano y la carga calorífica total de calentamiento durante un mes:

$D_1 = \text{Energía absorbida por el captador} / \text{Carga calorífica mensual}$

La energía absorbida por el captador viene dada por la siguiente expresión:

$$E_a = S_c F_r N (J'') R_1 N$$

donde:

S_c = Superficie del captador (m^2)

R_1 = Radiación diaria media mensual incidente sobre la superficie de captación por unidad de área (kJ/m^2)

N = Número de días del mes

$F_r N (J'')$ = Factor adimensional, que viene dado por la siguiente expresión:

$$F_r N (J'') = F_r (J'')_n [(J'') / (J'')_n] (F_r N / F_r)$$

donde:

$F_r (J'')_n$ = Factor de eficiencia óptica del captador, es decir, ordenada en el origen de la curva característica del captador.

$(J'') / (J'')_n$ = Modificador del ángulo de incidencia. En general se puede tomar como constante: 0,96 (superficie transparente sencilla) o 0,94 (superficie transparente doble).

$F_r N / F_r$ = Factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda tomar el valor de 0,95.

El parámetro D_2 expresa la relación entre las pérdidas de energía en el captador, para una determinada temperatura, y la carga calorífica de calentamiento durante un mes:

$D_2 = \text{Energía perdida por el captador} / \text{Carga calorífica mensual}$

La energía perdida por el captador viene dada por la siguiente expresión:

$$E_p = S_c F_r N U_L (100 - t_a) t K_1 K_2$$

donde:

S_c = Superficie del captador (m^2)

$$F_r N U_L = F_r U_L (F_r N / F_r)$$

donde:

$F_r U_L$ = Pendiente de la curva característica del captador (coeficiente global de pérdidas del captador)

t_a = Temperatura media mensual del ambiente

t = Período de tiempo considerado en segundos (s)

K_1 = Factor de corrección por almacenamiento que se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$K_1 = [kg \text{ acumulación} / (75 S_c)]^{-0,25}$$

$$37,5 < (kg \text{ acumulación}) / (m^2 \text{ captador}) < 300$$

115

K_2 = Factor de corrección, para A.C.S., que relaciona la temperatura mínima de A.C.S., la del agua de red y la media mensual ambiente, dado por la siguiente expresión:

$$K_2 = 11,6 + 1,18 t_{ac} + 3,86 t_r - 2,32 t_a / (100 - t_a)$$

donde:

t_{ac} = Temperatura mínima del A.C.S.

t_r = Temperatura del agua de red

t_a = Temperatura media mensual del ambiente

Una vez obtenido D_1 y D_2 , aplicando la ecuación inicial se calcula la fracción de la carga calorífica

mensual aportada por el sistema de energía solar.

De esta forma, la energía útil captada cada mes, Q_u , tiene el valor:

$$Q_u = f Q_a$$

donde:

Q_a = Carga calorífica mensual de A.C.S.

Mediante igual proceso operativo que el desarrollado para un mes, se operará para todos los meses

del año. La relación entre la suma de las coberturas mensuales y la suma de las cargas caloríficas,

o necesidades mensuales de calor, determinará la cobertura anual del sistema:

Cobertura solar anual necesaria necesaria

6.2.-PLIEGO DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE BAJA Y ALTA TENSIÓN

Índice.

5	Pliego de Condiciones.....	68
5.1	<i>Condiciones Generales.....</i>	68
5.1.1	Objeto.	68
5.1.2	Contratación de la Empresa.....	68
5.1.3	Validez de las Ofertas.	69

5.1.4	Contraindicaciones y Omisiones en la Documentación.	69
5.1.5	Planos Provisionales y Definitivos.	69
5.1.6	Adjudicación del Concurso.	70
5.1.7	Plazos de Ejecución.	70
5.1.8	Fianza Provisional, Definitiva y Fondo de Garantía.....	71
5.1.8.1	Fianza provisional.	71
5.1.8.2	Fianza definitiva.	71
5.1.8.3	Fondo de garantía.	71
5.1.9	Modificaciones del Proyecto.....	72
5.1.10	Modificaciones de los Planos.	73
5.1.11	Replanteo de las Obras.	73
5.1.12	Gastos de Carácter General por Cuenta del Contratista.	74
5.1.13	Gastos de Carácter General por Cuenta de la Empresa Contratante....	75
5.2	<i>Condiciones Económicas y Legales.</i>	75
5.2.1	Contrato.	75
5.2.2	Domicilios y Representaciones.	76
5.2.3	Obligaciones del Contratista en Materia Social.	76
5.2.4	Revisión de Precios.....	78
5.2.5	Rescisión del Contrato.....	79
5.2.6	Certificación y Abono de las Obras.	80
5.3	<i>Condiciones Facultativas.</i>	82
5.3.1	Disposiciones Legales.	82
5.3.2	Control de Calidad de la Ejecución	83
5.3.3	Documento Final de Obra.	83
5.4	<i>Condiciones Técnicas.</i>	84
5.4.1	Centro de Medición.....	84
5.4.1.1	Ubicación.....	84
5.4.1.2	Accesos.	84
5.4.1.3	Dimensionamiento del Centro de Medida.	85
5.4.1.4	Obra Civil.	85
5.4.1.5	Aparamenta de Alta Tensión.	85
5.4.1.6	Transformador.	88
5.4.1.7	Equipos de Medida.....	89
5.4.1.8	Normas de Ejecución de las Instalaciones.	89
5.4.1.9	Pruebas reglamentarias	90
5.4.1.10	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad	90
5.4.1.10.1	Prevenciones generales.....	90
5.4.1.10.2	Puesta en Servicio.....	91
5.4.1.10.3	Separación de servicio	91
5.4.1.10.4	Prevenciones especiales.....	91
5.4.2	Instalación de Baja Tensión.	92
5.4.2.1	Cables.....	92
5.4.2.2	Tubos de Protección.....	92

5.4.2.3	Cuadros Eléctricos.....	92
5.4.2.4	Sistema de Tierras.	92
5.4.2.5	Tomas de Corriente.....	92
5.4.2.6	Iluminación.....	93
5.4.2.7	Receptores.....	93
5.4.3	Instalación Contra Incendios.....	93
5.4.3.1	Reglamentos y Normas de Aplicación.....	93
5.4.3.1.1	Salidas, pasillos y escaleras.....	93
5.4.3.1.2	Puertas.....	93
5.4.3.1.3	Pasillos.....	93
5.4.3.1.4	Comportamiento ante el Fuego de los Elementos Constructivos y Materiales.	93
5.4.3.1.5	Extintores Portátiles.....	93
5.4.3.1.6	Bocas de Incendio Equipadas.....	94
5.4.3.1.7	Instalación de Detección y Alarma.....	94
5.4.3.1.8	Instalación de Alarma.	94
5.4.3.1.9	Señalización de las Vías de Evacuación.....	94
5.4.3.1.10	Instalación de Alumbrado de Emergencia.....	95

5 Pliego de Condiciones.

5.1 Condiciones Generales.

5.1.1 Objeto.

El presente pliego tiene por objeto la ordenación de las condiciones facultativas, económicas que han de regir en los concursos y contratos destinados a la ejecución de los trabajos y los requisitos técnicos a los que se debe ajustar la ejecución de las instalaciones proyectadas.

5.1.2 Contratación de la Empresa.

La licitación de la obra se hará por Concurso Restringido, en el que la empresa Contratante convocará a las Empresas Constructoras que estime oportuno.

Los concursantes enviarán sus ofertas por triplicado, en sobre cerrado y lacrado, según se indique en la carta de petición de ofertas, a la dirección de la empresa Contratante.

No se considerarán válidas las ofertas presentadas que no cumplan los requisitos citados anteriormente, así como los indicados en la documentación Técnica enviada.

Antes de transcurrido la mitad del plazo estipulado en las bases del Concurso, los Contratistas participantes podrán solicitar por escrito a la empresa Contratante las oportunas aclaraciones, en el caso de encontrar discrepancias, errores u omisiones en los Planos, Pliegos de Condiciones o en otros documentos de Concurso, o si se les presentasen dudas en cuanto a su significado.

La empresa Contratante, estudiará las peticiones de aclaración e información recibidas y las contestará mediante una nota que remitirá a todos los presuntos licitadores, si estimase que la aclaración solicitada es de interés general.

Si la importancia y repercusión de la consulta así lo aconsejara, la empresa Contratante podrá prorrogar el plazo de presentación de ofertas, comunicándolo así a todos los interesados.

Las Empresas que oferten en el Concurso presentarán obligatoriamente los siguientes documentos en original y dos copias:

- Cuadro de Precios nº1, consignando en letra y cifra los precios unitarios asignados a cada unidad de obra cuya definición figura en dicho cuadro. Estos precios deberán incluir el % de Gastos Generales, Beneficio Industrial y el IVA que facturarán independientemente. En caso de no coincidir las cantidades expresadas en letra y cifra, se considerará como válida la primera. En el caso de que existiese discrepancia entre los precios unitarios de los Cuadros de Precios Números 1 y 2, prevalecerá el del Cuadro nº1.

- Cuadro de Precios nº2, en el que se especificará claramente el desglose de la forma siguiente: mano de obra por categorías, expresando el número de horas invertido por categoría y precio horario.
 - o Materiales, expresando la cantidad que se precise de cada uno de ellos y su precio unitario.
 - o Maquinaria y medios auxiliares, indicando tipo de máquina, número de horas invertido por máquina y precio horario.
 - o Transporte, indicando en las unidades que lo precisen el precio por tonelada y kilómetro.
 - o Varios y resto de obra que incluirán las partidas directas no comprendidas en los apartados anteriores.
 - o Porcentajes de Gastos Generales, Beneficios Industrial e IVA.
- Presupuesto de Ejecución Material, obtenido al aplicar los precios unitarios a las mediciones del Proyecto. En caso de discrepancia entre los precios aplicados en el Presupuesto y los del Cuadro de Precios nº1, obligarán los de este último

5.1.3 Validez de las Ofertas.

No se considerará válida ninguna oferta que se presente fuera del plazo señalado en la carta de invitación, ò anuncio respectivo, ò que no conste de todos los documentos que se señalan en el artículo 7.

Los concursantes se obligan a mantener la validez de sus ofertas durante un periodo mínimo de 90 días a partir de la fecha tope de recepción de ofertas, salvo en la documentación de petición de ofertas se especifique otro plazo.

5.1.4 Contraindicaciones y Omisiones en la Documentación.

Lo mencionado, tanto en el Pliego General de Condiciones, como en el particular de cada obra y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y alguno de los mencionados Pliegos de Condiciones, prevalecerá lo escrito en estos últimos.

Las omisiones en los Planos y Pliegos de Condiciones ò las descripciones erróneas de los detalles de la obra que deban ser subsanadas para que pueda llevarse a cabo el espíritu ò intención expuesto en los Planos y Pliegos de Condiciones o que, por uso y costumbres, deben ser realizados, no sólo no exime al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si se hubiera sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliegos de Condiciones.

5.1.5 Planos Provisionales y Definitivos.

Con el fin de poder acelerar los trámites de licitación y adjudicación de las obras y consecuente iniciación de las mismas, la empresa Contratante, podrá facilitar a los

contratistas, para el estudio de su oferta, documentación con carácter provisional. En tal caso, los planos que figuren en dicha documentación no serán válidos para construcción, sino que únicamente tendrán el carácter de informativos y servirán para formar ideas de los elementos que componen la obra, así como para obtener las mediciones aproximadas y permitir el estudio de los precios que sirven de base para el presupuesto de la oferta. Este carácter de planos de información se hará constar expresamente y en ningún caso podrán utilizarse dichos planos para la ejecución de ninguna parte de la obra.

Los planos definitivos se entregaran al Contratista con antelación suficiente a fin de no retrasar la preparación y ejecución de los trabajos.

5.1.6 Adjudicación del Concurso.

La empresa Contratante procederá a la apertura de las propuestas presentadas por los licitadores y las estudiará en todos sus aspectos. La empresa Contratante tendrá alternativamente la facultad de adjudicar el Concurso a la propuesta más ventajosa, sin atender necesariamente al valor económico de la misma, o declarar desierto el concurso. En este último caso la empresa Contratante, podrá libremente suspender definitivamente la licitación de las obras o abrir un nuevo concurso pudiendo introducir las variaciones que estime oportunas, en cuanto al sistema de licitación y delación de Contratistas ofertantes.

Transcurriendo el plazo indicado en el Art. 9.2 desde la fecha límite de presentación de oferta, sin que la empresa Contratante, hubiese comunicado la presolución del concurso, podrán los licitadores que lo deseen, proceder a retirar sus ofertas, así como las fianzas depositadas como garantía de las mismas.

La elección del adjudicatario de la obra por parte de la empresa Contratante es irrevocable y, en ningún caso, podrá ser impugnada por el resto de los contratistas ofertantes.

La empresa Contratante comunicará al ofertante seleccionado la adjudicación de las obras, mediante una carta de intención.

En el plazo máximo de un mes a partir de la fecha de esta carta, el Contratista a simple requerimiento de la empresa Contratante se prestará a formalizar en contrato definitivo. En tanto no se firme este y se constituya la fianza definitiva, la empresa Contratante, retendrá la fianza provisional depositada por el Contratista, a todos los efectos dimanantes del mantenimiento de la oferta.

5.1.7 Plazos de Ejecución.

En el Pliego Particular de Condiciones de cada obra, se establecerán los plazos parciales y plazo final de terminación, a los que el Contratista deberá ajustarse obligatoriamente.

Los plazos parciales corresponderán a la terminación y puesta a disposición de determinados elementos, obras o conjuntos de obras, que se consideren necesario para la prosecución de otras fases de la construcción o del montaje.

Estas obras o conjunto de obras que condicionan un plazo parcial, se definirán bien por un estado de dimensiones, bien por la posibilidad de prestar en ese momento y sin restricciones, el uso, servicio o utilización que de ellas se requiere.

En consecuencia, y a efectos del cumplimiento del plazo, la terminación de la obra y su puesta a disposición, será independiente del importe de los trabajos realizados a precio de Contrato, salvo que el importe de la Obra Característica realizada supere como mínimo en un 10% el presupuesto asignado para esa parte de la obra.

Para valorar a estos efectos la obra realizada, no se tendrá en cuenta los aumentos del coste producidos por revisiones de precios y sí únicamente los aumentos reales del volumen de obra.

En el caso de que el importe de la Obra Característica realizada supere en un 10% al presupuesto para esa parte de obra, los plazos parciales y final se prorrogarán en un plazo igual al incremento porcentual que exceda de dicho 10%.

5.1.8 Fianza Provisional, Definitiva y Fondo de Garantía.

5.1.8.1 Fianza provisional.

La fianza provisional del mantenimiento de las ofertas se constituirá por los contratistas ofertantes por la cantidad que se fije en las bases de licitación.

Esta fianza se depositará al tomar parte en el concurso y se hará en efectivo.

Por lo que a plazo de mantenimiento, alcance de la fianza y devolución de la misma se refiere, se estará a lo establecido en los artículos 7, 9 y 12 del presente Pliego General.

5.1.8.2 Fianza definitiva.

A la firma del contrato, el Contratista deberá constituir la fianza definitiva por un importe igual al 5% del Presupuesto Total de adjudicación.

En cualquier caso la empresa Contratante se reserva el derecho de modificar el anterior porcentaje, estableciendo previamente en las bases del concurso el importe de esta fianza.

La fianza se constituirá en efectivo o por Aval Bancario realizable a satisfacción de la empresa Contratante. En el caso de que el Aval Bancario sea prestado por varios Bancos, todos ellos quedarán obligados solidariamente con la empresa Contratante y con renuncia expresa a los beneficios de división y exclusión.

El modelo de Aval Bancario será facilitado por la empresa Contratante debiendo ajustarse obligatoriamente el Contratista a dicho modelo.

La fianza tendrá carácter de irrevocable desde el momento de la firma del contrato, hasta la liquidación final de las obras y será devuelta una vez realizada esta.

Dicha liquidación seguirá a la recepción definitiva de la obra que tendrá lugar una vez transcurrido el plazo de garantía a partir de la fecha de la recepción provisional. Esta fianza inicial responde del cumplimiento de todas las obligaciones del contratista, y quedará a beneficio de la empresa Contratante en los casos de abandono del trabajo o de rescisión por causa imputable al Contratista.

5.1.8.3 Fondo de garantía.

Independientemente de esta fianza, la empresa Contratante retendrá el 5% de las

certificaciones mensuales, que se irán acumulando hasta constituir un fondo de garantía.

Este fondo de garantía responderá de los defectos de ejecución o de la mala calidad de los materiales, suministrados por el Contratista, pudiendo la empresa Contratante realizar con cargo a esta cuenta las reparaciones necesarias, en caso de que el Contratista no ejecutase por su cuenta y cargo dicha reparación.

Este fondo de garantía se devolverá, una vez deducidos los importes a que pudiese dar lugar el párrafo anterior, a la recepción definitiva de las obras.

5.1.9 Modificaciones del Proyecto.

La empresa Contratante podrá introducir en el proyecto, antes de empezar las obras o durante su ejecución, las modificaciones que sean precisas para la normal construcción de las mismas, aunque no se hayan previsto en el proyecto y siempre que no varíen las características principales de las obras.

También podrá introducir aquellas modificaciones que produzcan aumento o disminución y una supresión de las unidades de obra marcadas en el presupuesto, o sustitución de una clase de fabrica por otra, siempre que esta sea de las comprendidas en el contrato.

Cuando se trate de aclarar o interpretar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o dibujos, las ordenes o instrucciones se comunicaran exclusivamente por escrito al Contratista, estando obligado este a su vez a devolver una copia suscribiendo con su firma el enterado.

Todas estas modificaciones serán obligatorias para el Contratista, y siempre que, a los precios del Contrato, sin ulteriores omisiones, no alteren el Presupuesto total de Ejecución Material contratado en más de un 35%, tanto en más como en menos, el Contratista no tendrá derecho a ninguna variación en los precios ni a indemnización de ninguna clase.

Si la cuantía total de la certificación final, correspondiente a la obra ejecutada por el Contratista, fuese a causa de las modificaciones del Proyecto, inferior al Presupuesto Total de Ejecución Material del Contrato en un porcentaje superior al 35%, el Contratista tendrá derecho a indemnizaciones.

Para fijar su cuantía, el contratista deberá presentar a la empresa Contratante en el plazo máximo de dos meses a partir de la fecha de dicha certificación final, una petición de indemnización con las justificaciones necesarias debido a los posibles aumentos de los gastos generales e insuficiente amortización de equipos e instalaciones, y en la que se valore el perjuicio que le resulte de las modificaciones introducidas en las previsiones del Proyecto. Al efectuar esta valoración el Contratista deberá tener en cuenta que el primer 35% de reducción no tendrá repercusión a estos efectos.

Correspondiente a la obra ejecutada por el Contratista, fuese, a causa de las modificaciones del Proyecto, superior al Presupuesto Total de Ejecución Material del Contrato y cualquiera que fuere el porcentaje de aumento, no procederá el pago de ninguna indemnización ni revisión de precios por este concepto.

No se admitirán mejoras de obra más que en el caso de que la Dirección de la Obra haya

ordenado por escrito, la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados.

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, o salvo que la Dirección de Obra, ordene también por escrito la ampliación de las contratadas. Se seguirá el mismo criterio y procedimiento, cuando se quieran introducir innovaciones que supongan una reducción apreciable en las unidades de obra contratadas.

5.1.10 Modificaciones de los Planos.

Los planos de construcción podrán modificar a los provisionales de concurso, respetando los principios esenciales y el Contratista no puede por ello hacer reclamación alguna a la empresa Contratante.

El carácter complejo y los plazos limitados de que se dispone en la ejecución de un Proyecto, obligan a una simultaneidad entre las entregas de las especificaciones técnicas de los suministradores de equipos y la elaboración de planos definitivos de Proyecto.

Esta simultaneidad implica la entrega de planos de detalle de obra civil, relacionada directamente con la implantación de los equipos, durante todo el plazo de ejecución de la obra.

La empresa Contratante tomara las medidas necesarias para que estas modificaciones no alteren los planos de trabajo del Contratista entregando los planos con la suficiente antelación para que la preparación y ejecución de estos trabajos se realice de acuerdo con el programa previsto.

El Contratista por su parte no podrá alegar desconocimiento de estas definiciones de detalle, no incluidas en el proyecto base, y que quedara obligado a su ejecución dentro de las prescripciones generales del Contrato.

El Contratista deberá confrontar, inmediatamente después de recibidos, todos los planos que le hayan sido facilitados, debiendo informar por escrito a la empresa Contratante en el plazo máximo de 15 días y antes de proceder a su ejecución, de cualquier contradicción, error u omisión que lo exigiera técnicamente incorrectos.

5.1.11 Replanteo de las Obras.

La empresa Contratante entregara al Contratista los hitos de triangulación y referencias de nivel establecidos por ella en la zona de obras a realizar. La posición de estos hitos y sus coordenadas figuraran en un plano general de situación de las obras.

Dentro de los 15 días siguientes a la fecha de adjudicación el Contratista verificara en presencia de los representantes de la empresa Contratante el plano general de replanteo y las coordenadas de los hitos, levantándose el Acta correspondiente.

La empresa Contratante precisara sobre el plano de replanteo las referencias a estos hitos de los ejes principales de cada una de las obras.

El Contratista será responsable de la conservación de todos los hitos y referencias que se le

entreguen. Si durante la ejecución de los trabajos, se destruyese alguno, deberá reponerlos por su cuenta y bajo su responsabilidad.

El Contratista establecerá en caso necesario, hitos secundarios y efectuara todos los replanteos precisos para la perfecta definición de las obras a ejecutar, siendo de su responsabilidad los perjuicios que puedan ocasionarse por errores cometidos en dichos replanteos.

5.1.12 Gastos de Carácter General por Cuenta del Contratista.

Se entiende como tales los gastos de cualquier clase ocasionados por la comprobación del replanteo de la obra, los ensayos de materiales que deba realizar por su cuenta el Contratista; los de montaje y retirada de las construcciones auxiliares, oficinas, almacenes y cobertizos pertenecientes al Contratista; los correspondientes a los caminos de servicio, señales de tráfico provisionales para las vías públicas en las que se dificulte el tránsito, así como de los equipos necesarios para organizar y controlar este en evitación de accidentes de cualquier clase; los de protección de materiales y la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los reglamentos vigentes para el almacenamiento de explosivos y combustibles; los de limpieza de los espacios interiores y exteriores; los de constricción, conservación y retirada de pasos, caminos provisionales y alcantarillas; los derivados de dejar tránsito a peatones y vehículos durante la ejecución de las obras; los de desviación de alcantarillas, tuberías, cables eléctricos y, en general, de cualquier instalación que sea necesario modificar para las instalaciones provisionales del Contratista; los de constricción, conservación, limpieza y retirada de las instalaciones sanitarias provisionales y de limpieza de los lugares ocupados por las mismas; los de retirada al fin de la obra de instalaciones, herramientas, materiales, etc., y limpieza general de la obra.

Salvo que se indique lo contrario, será de cuenta del Contratista el montar, conservar y retirar las instalaciones para el suministro del agua y de la energía eléctrica necesaria para las obras y la adquisición de dichas aguas y energía.

Serán de cuenta del Contratista los gastos ocasionados por la retirada de la obra, de los materiales rechazados, los de jornales y materiales para las mediciones periódicas para la redacción de certificaciones y los ocasionados por la medición final; los de pruebas, ensayos, reconocimientos y tomas de muestras para las recepciones parciales y totales, provisionales y definitivas, de las obras; La corrección de las deficiencias observadas en las pruebas, ensayos, etc., y los gastos derivados de los asientos o averías, accidentes o daños que se produzcan en estas pruebas y la reparación y conservación de las obras durante el plazo de garantía.

Además de los ensayos a los que se refiere los apartados 24.1 y 24.3 de este artículo, serán por cuenta del Contratista los ensayos que realice directamente con los materiales suministrados por sus proveedores antes de su adquisición e incorporación a la obra y que en su momento serán controlados por la empresa Contratante para su aceptación definitiva. Serán así mismo de su cuenta aquellos ensayos que el Contratista crea oportuno realizar durante la ejecución de los trabajos, para su propio control.

Por lo que a gastos de replanteo se refiere y a tenor de lo dispuesto en el artículo 37

"Replanteo de las obras", serán por cuenta del Contratista todos los gastos de replanteos secundarios necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, a partir del replanteo principal definido en dicho artículo 37 y cuyos gastos correrán por cuenta de la empresa Contratante.

En los casos de presolución del Contrato, cualquiera que sea la causa que lo motive, serán de cuenta del Contratista los gastos de jornales y materiales ocasionados por la liquidación de las obras y los de las Actas Notariales que sean necesarios levantar, así como los de retirada de los medios auxiliares que no utilice la empresa Contratante o que le devuelva después de utilizados.

5.1.13 Gastos de Carácter General por Cuenta de la Empresa Contratante.

Serán por cuenta de la empresa Contratante los gastos originados por la inspección de las obras del personal de la empresa Contratante o contratados para este fin, la comprobación o revisión de las certificaciones, la toma de muestras y ensayos de laboratorio para la comprobación periódica de calidad de materiales y obras realizadas, salvo los indicados en el artículo 24, y el transporte de los materiales suministrados por la empresa Contratante, hasta el almacén de obra, sin incluir su descarga ni los gastos de paralización de vehículos por retrasos en la misma.

Así mismos, serán a cargo de la empresa Contratante los gastos de primera instalación, conservación y mantenimiento de sus oficinas de obra, residencias, poblado, botiquines, laboratorios, y cualquier otro edificio e instalación propiedad de la empresa Contratante y utilizados por el personal empleado de esta empresa, encargado de la dirección y vigilancia de las obras.

5.2 Condiciones Económicas y Legales.

5.2.1 Contrato.

A tenor de lo dispuesto en el artículo 12.4 el Contratista, dentro de los treinta días siguientes a la comunicación de la adjudicación y a simple requerimiento de la empresa Contratante, depositará la fianza definitiva y formalizará el Contrato en el lugar y fecha que se le notifique oficialmente.

El Contrato, tendrá carácter de documento privado. Pudiendo ser elevado a público, a instancias de una de las partes, siendo en este caso a cuenta del Contratista los gastos que ello origine.

Una vez depositada la fianza definitiva y firmado el Contrato, la empresa Contratante procederá, a petición del interesado, a devolver la fianza provisional, si la hubiera.

Cuando por causas imputables al Contratista, no se pudiera formalizar el Contrato en el plazo, la empresa Contratante podrá proceder a anular la adjudicación, con incautación de la fianza provisional.

A efectos de los plazos de ejecución de las obras, se considerará como fecha de comienzo de las mismas la que se especifique en el Pliego Particular de Condiciones y en su defecto

la de la orden de comienzo de los trabajos. Esta orden se comunicará al Contratista en un plazo no superior a 90 días a partir de la fecha de la firma del contrato.

El Contrato, será firmado por parte del Contratista, por su representante legal o apoderado, quien deberá poder probar este extremo con la presentación del correspondiente poder acreditativo.

5.2.2 Domicilios y Representaciones.

El Contratista está obligado, antes de iniciarse las obras objeto del contrato a constituir un domicilio en la proximidad de las obras, dando cuenta a la empresa Contratante del lugar de ese domicilio.

Seguidamente a la notificación del contrato, la empresa Contratante comunicará al Contratista su domicilio a efectos de la ejecución del contrato, así como nombre de su representante.

Antes de iniciarse las obras objeto del contrato, el Contratista designará su representante a pie de obra y se lo comunicará por escrito a la empresa Contratante especificando sus poderes, que deberán ser lo suficientemente amplios para recibir y resolver en consecuencia las comunicaciones y órdenes de la representación de la empresa Contratante. En ningún caso constituirá motivo de excusa para el Contratista la ausencia de su representante a pie de obra.

El Contratista está obligado a presentar a la representación de la empresa Contratante antes de la iniciación de los trabajos, una relación comprensiva del personal facultativo responsable de la ejecución de la obra contratada y a dar cuenta posteriormente de los cambios que en el mismo se efectúen, durante la vigencia del contrato.

La designación del representante del Contratista, así como la del personal facultativo, responsable de la ejecución de la obra contratada, requiere la conformidad y aprobación de la empresa Contratante quien por motivo fundado podrá exigir el Contratista la remoción de su representante y la de cualquier facultativo responsable.

5.2.3 Obligaciones del Contratista en Materia Social.

El Contratista estará obligado al cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral, de seguridad social y de seguridad y higiene en el trabajo.

En lo referente a las obligaciones del Contratista en materia de seguridad e higiene en el trabajo, estas quedan detalladas de la forma siguiente:

El Contratista es responsable de las condiciones de seguridad e higiene en los trabajos, estando obligado a adoptar y hacer aplicar, a su costa, las disposiciones vigentes sobre estas materias, en las medidas que dicte la Inspección de Trabajo y demás organismos competentes, así como las normas de seguridad complementarias que correspondan a las características de las obras contratadas.

A tal efecto el Contratista debe establecer un Plan de Seguridad, Higiene y Primeros Auxilios que especifiquen con claridad las medidas prácticas que, para la consecución de las precedentes prescripciones, estime necesario tomar en la obra.

Este Plan debe precisar las formas de aplicación de las medidas complementarias que correspondan a los riesgos de la obra con el objeto de asegurar eficazmente:

- La seguridad de su propio personal, del de la empresa Contratante y de terceros.
- La Higiene y Primeros Auxilios a enfermos y accidentados.
- La seguridad de las instalaciones.

El Plan de seguridad así concebido debe comprender la aplicación de las Normas de Seguridad que la empresa Contratante prescribe a sus empleados cuando realizan trabajos similares a los encomendados al personal del Contratista, y que se encuentran contenidas en las Prescripciones de Seguridad y Primeros Auxilios redactadas por UNESA.

El Plan de Seguridad, Higiene y Primeros Auxilios deberá ser comunicado a la empresa Contratante, en el plazo máximo que se señale en el Pliego de Condiciones Particulares y en su defecto, en el plazo de tres meses a partir de la firma del contrato. El incumplimiento de este plazo puede ser motivo de resolución del contrato.

La adopción de cualquier modificación o palación al plan previamente establecido, en razón de la variación de las circunstancias de la obra, deberá ser puesta inmediatamente en conocimiento de la empresa Contratante.

Los gastos originados por la adopción de las medidas de seguridad, higiene y primeros auxilios son a cargo del Contratista y se considerarán incluidos en los precios del contrato.

Quedan comprendidas en estas medidas, sin que su enumeración las limite:

- La formación del personal en sus distintos niveles profesionales en materia de seguridad, higiene y primeros auxilios, así como la información al mismo mediante carteles, avisos o señales de los distintos riesgos que la obra presente.
- El mantenimiento del orden, limpieza, comodidad y seguridad en las superficies o lugares de trabajo, así como en los accesos a aquellos.
- Las protecciones y dispositivos de seguridad en las instalaciones, aparatos y máquinas, almacenes, polvorines, etc., incluidas las protecciones contra incendios.
- El establecimiento de las medidas encaminadas a la eliminación de factores nocivos, tales como polvos, humos, gases, vapores, iluminación deficiente, ruidos, temperatura, humedad, y aireación deficiente, etc.
- El suministro a los operarios de todos los elementos de protección personal necesarios, así como de las instalaciones sanitarias, botiquines, ambulancias, que las circunstancias hagan igualmente necesarias. Asimismo, el Contratista debe proceder a su costa al establecimiento de vestuarios, servicios higiénicos, servicio de comedor y menaje, barracones, suministro de agua, etc., que las características en cada caso de la obra y la reglamentación determinen.

Los contratistas que trabajan en una misma obra deberán agruparse en el seno de un Comité de Seguridad, formado por los representantes de las empresas, Comité que tendrá por misión coordinar las medidas de seguridad, higiene y primeros auxilios, tanto nivel individual como colectivo.

De esta forma, cada contratista debe designar un representante responsable ante el Comité de Seguridad. Las decisiones adoptadas por el Comité se aplicaran a todas las empresas, incluso a las que lleguen con posterioridad a la obra.

Los gastos resultantes de esta organización colectiva se prorratearán mensualmente entre las empresas participantes, proporcionalmente al número de jornales, horas de trabajo de sus trabajadores, o por cualquier otro método establecido de común acuerdo.

El Contratista remitirá a la representación de la empresa Contratante, con fines de información copia de cada declaración de accidente que cause baja en el trabajo, inmediatamente después de formalizar la dicha baja. Igualmente por la Secretaría del Comité de Seguridad previamente aprobadas por todos los representantes.

El incumplimiento de estas obligaciones por parte del Contratista o la infracción de las disposiciones sobre seguridad por parte del personal técnico designado por él, no implicará responsabilidad alguna para la empresa Contratante.

5.2.4 Revisión de Precios.

La empresa Contratante adopta para las revisiones de los precios el sistema de fórmulas polinómicas vigentes para las obras del Estado y Organismos Autónomos, establecido por el Decreto-Ley 2/1964 de 4 de febrero (B.O.E. de 6-II-64), especialmente en lo que a su artículo se refiere.

En el Pliego Particular de Condiciones de la obra, se establecerá la fórmula o fórmulas polinómicas a emplear, adoptando de entre todas las reseñadas en el Decreto-Ley 3650/1970 de 19 de diciembre (B.O.E. 29-XII-70) la que más se ajuste a las características de la obra contratada.

Si estas características así lo aconsejan, la empresa Contratante se reserva el derecho de establecer en dicho Pliego nuevas fórmulas, modificando los coeficientes o las variables de las mismas.

Para los valores actualizados de las variables que inciden en la fórmula, se tomarán para cada mes los que faciliten el Ministerio de Hacienda una vez publicados en el B.O.E. Los valores iniciales corresponderán a los del mes de la fecha del Contrato.

Una vez obtenido el índice de revisión mensual, se aplicará al importe total de la certificación correspondiente al mes de que se trate, siempre y cuando la obra realizada durante dicho periodo, lo haya sido dentro del programa de trabajo establecido.

En el caso de que las obras se desarrollen con retraso respecto a dicho programa, las certificaciones mensuales producidas dentro del plazo se revisarán por los correspondientes índices de revisión hasta el mes previsto para la terminación de los trabajos. En este momento, dejarán de actualizarse dicho índice y todas las certificaciones posteriores que

puedan producirse, se revisarán con este índice constante.

Los aumentos de presupuesto originados por las revisiones de precios oficiales, no se computarán a efectos de lo establecido en el artículo 35, "Modificaciones del proyecto".

Si las obras a realizar fuesen de corta duración, la empresa Contratante podrá prescindir de la cláusula de revisión de precios, debiéndolo hacer constar así expresamente en las bases del Concurso.

5.2.5 Rescisión del Contrato.

Cuando a juicio de la empresa Contratante el incumplimiento por parte del Contratista de alguna de las cláusulas del Contrato, pudiera ocasionar graves trastornos en la realización de las obras, en el cumplimiento de los plazos, o en su aspecto económico, la empresa Contratante podrá decidir la resolución del Contrato, con las penalidades a que hubiera lugar. Así mismo, podrá proceder la resolución con pérdida de fianza y garantía suplementaria si la hubiera, de producirse alguno de los supuestos siguientes.

Cuando no se hubiese efectuado el montaje de las instalaciones y medios auxiliares o no se hubiera aportado la maquinaria relacionada en la oferta o su equivalente en potencia o capacidad en los plazos previstos incrementados en un 25%, o si el Contratista hubiese sustituido dicha maquinaria en sus elementos principales sin la previa autorización de la empresa Contratante.

Cuando durante un periodo de tres meses consecutivos y considerados conjuntamente, no se alcanzase un ritmo de ejecución del 50% del programa aprobado para la Obra característica.

Cuando se cumpla el plazo final de las obras y falte por ejecutar más del 20% de presupuesto de Obra característica tal como se define en el artículo 7.3. La imposición de las multas establecidas por los retrasos sobre dicho plazo, no obligará a la empresa Contratante a la prórroga del mismo, siendo potestativo por su parte elegir entre la resolución o la continuidad del Contrato.

Será así mismo causa suficiente para la rescisión, alguno de los hechos siguientes:

- La quiebra, fallecimiento o incapacidad del Contratista. En este caso, la empresa Contratante podrá optar por la resolución del Contrato, o por que se subroguen en el lugar del Contratista los síndicos de la quiebra, su causa habitantes o sus representantes.
- La disolución, por cualquier causa, de la sociedad, si el Contratista fuera una persona jurídica.

Si el Contratista es una agrupación temporal de empresas y alguna de las integrantes se encuentra incluida en alguno de los supuestos previstos en alguno de los apartados 31.2. la empresa Contratante estará facultada para exigir el cumplimiento de las obligaciones pendientes del Contrato a las restantes empresas que constituyen la agrupación temporal o para acordar la resolución del Contrato. Si la empresa Contratante optara en ese momento

por la rescisión, esta no producirá pérdida de la fianza, salvo que concurriera alguna otra causa suficiente para declarar tal pérdida.

Procederá asimismo la rescisión, sin pérdida de fianza por el Contratista, cuando se suspenda la obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas al Contratista, no sea posible dar comienzo a la obra adjudicada, dentro del plazo de 3 meses, a partir de la fecha de adjudicación.

En el caso de que se incurriese en las causas de resolución del Contrato conforme a las cláusulas de este Pliego General de Condiciones, o del Particular de la obra, la empresa Contratante se hará cargo de las obras en la situación en que se encuentren, sin otro requisito que el del levantamiento de un Acta Notarial o simple, si ambas partes prestan su conformidad, que refleje la situación de la obra, así como de acopios de materiales, maquinaria y medios auxiliares que el Contratista tuviese en ese momento en el emplazamiento de los trabajos. Con este acto de la empresa Contratante el Contratista no podrá poner interdicto ni ninguna otra acción judicial, a la que renuncie expresamente.

Siempre y cuando el motivo de la rescisión sea imputable al Contratista, este se obliga a dejar a disposición de la empresa Contratante hasta la total terminación de los trabajos, la maquinaria y medios auxiliares existentes en la obra que la empresa Contratante estime necesario, pudiendo el Contratista retirar los restantes.

La empresa Contratante abonará por los medios, instalaciones y máquinas que decida deben continuar en obra, un alquiler igual al estipulado en el baremo para trabajos por administración, pero descontando los porcentajes de gastos generales y beneficio industrial del Contratista.

El Contratista se compromete como obligación subsidiaria de la cláusula anterior, a conservar la propiedad de las instalaciones, medios auxiliares y maquinaria seleccionada por la empresa Contratante o reconocer como obligación precedente frente a terceros, la derivada de dicha condición.

La empresa Contratante comunicará al Contratista, con treinta días de anticipación, la fecha en que desea reintegrar los elementos que venía utilizando, los cuales dejará de devengar interés alguno a partir de su devolución, o a los 30 días de la notificación, si el Contratista no se hubiese hecho cargo de ellos. En todo caso, la devolución se realizará siempre a pie de obra, siendo por cuenta del Contratista los gastos de su traslado definitivo.

En los contratos rescindidos, se procederá a efectos de garantías, fianzas, etc. a efectuar las recepciones provisionales y definitivas de todos los trabajos ejecutados por el Contratista hasta la fecha de la rescisión.

5.2.6 Certificación y Abono de las Obras.

Las unidades de obra se medirán mensualmente sobre las partes realmente ejecutadas con arreglo al Proyecto, modificaciones posteriores y órdenes de la Dirección de Obra, y de acuerdo con los artículos del Pliego de Condiciones.

La medición de la obra realizada en un mes se llevará a cabo en los ocho primeros días

siguientes a la fecha de cierre de certificaciones. Dicha fecha se determinará al comienzo de las obras.

Las valoraciones efectuadas servirán para la reacción de certificaciones mensuales al origen, de las cuales se tendrá el líquido de abono.

Corresponderá a la empresa Contratante en todo caso, la reacción de las certificaciones mensuales.

Las certificaciones y abonos de las obras, no suponen aprobación ni recepción de las mismas.

Las certificaciones mensuales se deben entender siempre como abonos a buena cuenta, y en consecuencia, las mediciones de unidades de obra y los precios aplicados no tienen el carácter de definitivos, pudiendo surgir modificaciones en certificaciones posteriores y definitivamente en la liquidación final.

Si el Contratista rehusase firmar una certificación mensual o lo hiciese con reservas por no estar conforme con ella, deberá exponer por escrito y en el plazo máximo de diez días, a partir de la fecha de que se le requiera para la firma, los motivos que fundamenten su reclamación e importe de la misma. La empresa Contratante considerará esta reclamación y decidirá si procede atenderla.

Los retrasos en el cobro, que pudieran producirse como consecuencia de esta dilación en los trámites de la certificación, no se computarán a efectos de plazo de cobro ni de abono de intereses de demora.

Terminado el plazo de diez días, señalado en el epígrafe anterior, o si hubiese variado la obra en forma tal que les fuera imposible recomprobar la medición objeto de discusión, se considerará que la certificación es correcta, no admitiéndose posteriormente reclamación alguna en tal sentido.

Tanto en las certificaciones, como en la liquidación final, las obras serán en todo caso abonadas a los precios que para cada unidad de obra figuren en la oferta aceptada, o a los precios contradictorios fijados en el transcurso de la obra, de acuerdo con lo provisto en el epígrafe siguiente.

Los precios de unidades de obra, así como los de los materiales, maquinaria y mano de obra que no figuren entre los contratados, se fijarán contradictoriamente entre el Director de Obra y el Contratista, o su representante expresamente autorizado a estos efectos.

Estos precios deberán ser presentados por el Contratista debidamente descompuestos, conforme a lo establecido en el artículo 7 del presente Pliego.

La Dirección de Obra podrá exigir para su comprobación la presentación de los documentos necesarios que justifique la descomposición del precio presentado por el Contratista.

La negociación del precio contradictorio será independiente de la ejecución de la unidad de obra de que se trate, viniendo obligado el Contratista a realizarla, una vez recibida la orden correspondiente. A falta de acuerdo se certificará provisionalmente a base de los precios

establecidos por la empresa Contratante.

Cuando circunstancias especiales hagan imposible el establecer nuevos precios, o así le convenga a la empresa Contratante, corresponderá exclusivamente a esta Sociedad la decisión de abonar estos trabajos en régimen de Administración, aplicando los barremos de mano de obra, materiales y maquinaria, aprobados en el Contrato.

Cuando así lo admita expresamente el Pliego de Condiciones Particulares de la obra, o la empresa Contratante acceda a la petición en este sentido formulada por el Contratista, podrá certificarse a cuenta de acopios de materiales en la cuantía que determine dicho Pliego, o en su defecto la que estime oportuno la Dirección de Obra.

Las cantidades abonadas a cuenta por este concepto se deducirán de la certificación de la unidad de obra correspondiente, cuando dichos materiales pasen a formar parte de la obra ejecutada.

En la liquidación final no podrán existir abonos por acopios, ya que los excesos de materiales serán siempre por cuenta del Contratista.

El abono de cantidades a cuenta en concepto de acopio de materiales no presupondrá, en ningún caso, la aceptación en cuanto a la calidad y demás especificaciones técnicas de dicho material, cuya comprobación se realizará en el momento de su puesta en obra.

Del importe de la certificación se retraerá el porcentaje fijado en el artículo 18.3. para la constitución del fondo de garantía.

Las certificaciones por revisión de precios, se redactarán independientemente de las certificaciones mensuales de obra ejecutada, ajustándose a las normas establecidas en el artículo 29.

El abono de cada certificación tendrá lugar dentro de los 120 días siguientes de la fecha en que quede firmada por ambas partes la certificación y que obligatoriamente deberá figurar en la antefirma de la misma. El pago se efectuará mediante transferencia bancaria, no admitiéndose en ningún caso el giro de efectos bancarios por parte del Contratista.

Si el pago de una certificación no se efectúa dentro del plazo indicado, se devengarán al Contratista, a petición escrita del mismo, intereses de demora. Estos intereses se devengarán por el periodo transcurrido del último día del plazo tope marcado (120 días) y la fecha real de pago. Siendo el tipo de interés, el fijado por el Banco de ESPAÑA, como tipo de descuento comercial para ese periodo.

5.3 Condiciones Facultativas.

5.3.1 Disposiciones Legales.

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo (O.M. 9-III-71).
- Comités de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Decreto 432/71 de 11-III-71).

- Reglamento de Seguridad e Higiene en la Industria de la Construcción (O.M. 20-V-52).
- Reglamento de los Servicios Médicos de Empresa (O.M. 21-XI-59).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-VIII-70).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (O.M. 20-IX-73).
- Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión (O.M. 28-XI-68).
- Normas Para Señalización de Obras en las Carreteras (O.M. 14-III-60).
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción y Estatuto de los Trabajadores.
- Obligatoriedad de la Inclusión de un Estudio de Seguridad e Higiene en el Trabajo en los Proyectos de Edificación y Obras Públicas (Real Decreto 555/1986, 21-II-86).
- Cuantas disposiciones legales de carácter social, de protección a la industria nacional, etc., rijan en la fecha en que se ejecuten las obras.
- Reglamento sobre Condiciones técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, subestaciones Eléctricas y Centros de Transformación (real Decreto 3275/1982 de 12-XI-82).
- Viene también obligado al cumplimiento de cuanto la Dirección de Obra le dicte encaminado a garantizar la seguridad de los obreros y de la obra en general. En ningún caso dicho cumplimiento eximirá de responsabilidad al contratista.

5.3.2 Control de Calidad de la Ejecución

Se establecerán los controles necesarios para que la obra en su ejecución cumpla con todos los requisitos especificados en el presente pliego de condiciones.

5.3.3 Documento Final de Obra.

Durante la obra o una vez finalizada la misma el técnico responsable como Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con el Proyecto y especificaciones de Calidad en la ejecución.

Una vez finalizadas las obras, el contratista deberán solicitar la recepción del trabajo, en ella se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento de los cables.

A la conclusión del trabajo se confeccionará el plano final de obra que se entregará inmediatamente acabada ésta y en el que figurarán todos los detalles singulares que se hubieran puesto de manifiesto durante la ejecución de la misma.

La escala del plano será 1:500 y contendrá la topografía urbanística real con el correspondiente nombre de las calles y plazas y el número de los edificios y/o solares existentes. En este figurarán las acotaciones precisas para su exacta situación, diámetro de fachadas, profundidades, situación de los empales, tubulares en seco instalados, tubulares de cruce, etc.

Asimismo constarán los cruzamientos, paralelismos y detalles de interés respecto a otros servicios como conducciones de agua, gas electricidad comunicación y alcantarillado.

De vital importancia será la anotación puntual de defectos corregidos en situaciones antirreglamentarias halladas durante le tendido, así como las adoptadas frente a puntos conflictivos que se hayan dado durante el mismo y que pudieran afectar a la normativa vigente de seguridad.

Con la entrega del plano se acompañará el certificado final de obra para su legalización así como el certificado de reconocimiento de cruzamientos y paralelismos de las instalaciones.

El formato de los planos será el establecido en la norma de la empresa correspondiente.

5.4 Condiciones Técnicas.

5.4.1 Centro de Medición.

5.4.1.1 Ubicación.

El emplazamiento que se ha tenido en cuenta es el que mejor satisface las consideraciones de tipo eléctrico, las necesarias para la explotación y las de mantenimiento del centro de transformación y medida.

El nivel de solera deberá quedar, en general, a más de 70 centímetros por encima del nivel freático más alto, y en los casos que no podamos cumplir esta condición, la distancia podrá reducirse a 30 centímetros, debiéndose conseguir la estanqueidad adecuada del depósito de recogida de aceites, fosos, etc.

El paramento de la puerta estará situado, preferentemente, en la línea de la fachada de la vía pública.

5.4.1.2 Accesos.

El local destinado al centro de transformación y medida estará situado de tal forma que tenga acceso directo y permanente desde la vía pública, tanto para personas como para vehículos.

- Acceso de personal:

El acceso al interior del centro será exclusivo para el personal de la Empresa Suministradora y para el personal de mantenimiento del Centro de Medida. Este acceso no estará situado en ninguna zona donde haya que dejarse permanentemente libres, tales como paso de bomberos, salidas de urgencia o socorro.

- Acceso de materiales:

Las vías de acceso para materiales permitirán el fácil transporte de los transformadores y demás elementos del centro de transformación hasta el local destinado al centro de transformación, permitiendo en todo momento el paso de un camión grúa hasta la misma puerta del centro de transformación.

- Acceso de canalizaciones:

El emplazamiento elegido para el centro debe permitir el tendido, a partir de las vías públicas o galerías de servicio, de todas las canalizaciones subterráneas, actuales y futuras.

5.4.1.3 Dimensionamiento del Centro de Medida.

Las dimensiones del centro deberán permitir:

- El movimiento y colocación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación.
- La ejecución de las maniobras propias de su explotación en condiciones óptimas de seguridad.
- El mantenimiento del centro, así como la sustitución de cualquiera de los elementos que constituyen el mismo, sin necesidad de proceder al desmontaje o emplazamiento del resto

5.4.1.4 Obra Civil.

El edificio, local o recinto destinado a alojar en su interior la instalación eléctrica descrita en el presente proyecto, cumplirá las Condiciones Generales prescritas en las Instrucciones del MIE-RAT 14 de Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, referentes a su situación, inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones, etc.

El centro estará constituido enteramente con materiales no combustibles.

Los elementos delimitadores del Centro (muros exteriores, cubiertas, solera, puertas, etc.), así como los estructurales en él contenidos (columnas, vigas, etc.) tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con la norma NBE CPI-96. Los materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de clase MO de acuerdo con la Norma UNE 23727.

Tal como se indica en el capítulo de Cálculos, los muros del Centro deberán tener entre sus paramentos una resistencia mínima de 100.000Ω al mes de su realización. La medición de esta resistencia se realizará aplicando una tensión de 500 V entre dos placas de 100 cm^2 cada una.

El Centro tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmitan niveles sonoros superiores a los permitidos por las Ordenanzas Municipales. Concretamente, no se superarán los 30 dBA durante el periodo nocturno y los 55 dBA durante el periodo diurno.

Ninguna de las aberturas del Centro será tal que permita el paso de cuerpos sólidos de más de 12 mm de diámetro. Las aperturas próximas a partes en tensión no permitirán el paso de cuerpos sólidos de más de 2,5 mm de diámetro. Además, existirá una disposición laberíntica que impida tocar algún objeto o parte en tensión.

5.4.1.5 Aparamenta de Alta Tensión.

La aparamenta de A.T. estará constituida por conjuntos compactos serie CGM de

Ormazabal. Cada uno de estos conjuntos se encontrará bajo una envolvente metálica. Estarán diseñados para una tensión admisible de 36 kV y cumplirán con las siguientes normas:

<u>Nacionales:</u>	RU-6405A	<u>Internacionales:</u>	BS-5227
	RU- 6407		CEI-265
	UNE-20.099		CEI-298
	UNE-20.100		CEI-129
	UNE-20.104		
	UNE-20.135		
	M.I.E. RAT		

Celdas

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra deberán ser un único aparato de tres posiciones (abierto, cerrado y puesto a tierra), a fin de asegurar la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y el seccionador de puesta a tierra.

El interruptor deberá ser capaz de soportar al 100% de su intensidad nominal más de 100 maniobras de cierre y apertura, correspondiendo a la categoría B según la norma CEI 265.

Características constructivas

Los conjuntos compactos deberán tener una envolvente única con dieléctrico de hexafluoruro de azufre. Toda la apareamiento estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre. En la cuba habrá una sobrepresión de 0,3 bar sobre la presión atmosférica. Se deberá encontrar sellada de tal forma que garantice que al menos durante 30 años no sea necesario la reposición de gas. La cuba cumplirá con la norma CEI 56 (anexo EE).

En la parte posterior se dispondrá de una clapeta de seguridad que asegure la evacuación de las eventuales sobrepresiones que se puedan producir, sin daño ni para el operario ni para las instalaciones.

La seguridad de explotación será completada por los dispositivos de enclavamiento por candado existentes en cada uno de los ejes de accionamiento.

Serán celdas de interior y su grado de protección según la Norma 20-324-94 será IP 307 en cuanto a envolvente externa.

Los cables se conectarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor será en realidad interruptor-seccionador. En la parte frontal superior de cada celda se dispondrá un esquema sinóptico del circuito principal, que contenga los ejes de accionamiento del interruptor y del seccionador de puesta a tierra. Se incluirá también en este esquema la señalización de posición del interruptor. Esta señalización estará ligada directamente al eje del interruptor sin mecanismos intermedios, de esta forma se asegura la máxima fiabilidad.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099.

A continuación se irán detallando las características que deberán cumplir los diferentes compartimentos que componen las celdas.

Compartimento de aparellaje:

Estará relleno de SF₆ y sellado de por vida según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años).

La presión relativa de llenado será 0,3 bares.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento aparellaje estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter. Los gases serán canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF₆, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento

Compartimento del juego de barras:

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre conexionadas mediante tornillos de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2,8 mdaN.

Compartimento de conexión de cables:

Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado. Las extremidades de los cables serán:

- simplificadas para cables secos.
- termorretráctiles para cables de papel impregnado.

Compartimento de mando:

Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios si se requieren posteriormente:

- motorizaciones
- bobinas de cierre y/o apertura
- contactos auxiliares

Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión en el centro.

Compartimento de control:

En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión tanto en barras como en los cables.

Cortacircuitos fusibles

En la protección ruptofusible se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en el capítulo de Cálculos de este proyecto. Los fusibles cumplirán las normas DIN 43-625 y R.U. 6.407-B. Se instalarán en tres compartimentos individuales estancos. El acceso a estos compartimentos estará enclavado con el seccionador de puesta a tierra. Este último pondrá a tierra ambos extremos de los fusibles.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad in situ del Centro de Transformación, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el Centro.

Se emplearán celdas del tipo modular, de forma que en caso de avería sea posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

5.4.1.6 Transformador.

El transformador a instalar será trifásico, con neutro accesible en B.T., refrigeración natural, en baño de aceite, con regulación de tensión primaria mediante conmutador accionable estando el transformador desconectado, servicio continuo y demás

características detalladas en la memoria.

La colocación del transformador se realizará de forma que éste quede correctamente instalado sobre las vigas de apoyo. Para mejorar su ventilación, el transformador estará situado en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo, y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

En caso de incluir un líquido refrigerante, estos transformadores se instalarán sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida. De esta forma, en caso de que el aceite se derrame e incendie, el fuego quedará confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cables ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

5.4.1.7 Equipos de Medida.

El equipo de medida estará compuesto de los transformadores de medida ubicados en la celda de medida de A.T. y el equipo de contadores de energía activa y reactiva ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Las características eléctricas de los diferentes elementos están especificada en la memoria.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en la celda. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, platinas de interconexión, etc. serán las correctas.

Contadores

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente. Sus características eléctricas están especificadas en la memoria.

Cableado

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrá en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la Compañía Suministradora.

5.4.1.8 Normas de Ejecución de las Instalaciones.

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los

planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de la propia compañía eléctrica.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

5.4.1.9 Pruebas reglamentarias

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de una entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- o Resistencia de aislamiento de la instalación
- o Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- o Tensiones de paso y de contacto.

5.4.1.10 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

5.4.1.10.1 Prevenciones generales

- Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.
- Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".
- En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.
- No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.
- No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.
- Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.
- En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso

necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por el Departamento de Industria, al que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

5.4.1.10.2 Puesta en Servicio.

- Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.
- Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

5.4.1.10.3 Separación de servicio

- Se procederá en orden inverso al determinado en apartado anterior, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.
- Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.
- A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si se tuviera que intervenir en la parte de la línea comprendida entre la celda de entrada y el seccionador aéreo exterior, se avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora. Los trabajos no podrán comenzar sin la conformidad de ésta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para garantizar la seguridad de personas y cosas.
- La limpieza se hará sobre banqueta y con trapos perfectamente secos. El aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

5.4.1.10.4 Prevenciones especiales

- No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.
- No debe de sobrepasar los 60°C la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.

- Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

5.4.2 Instalación de Baja Tensión.

Esta instalación cumplirá las especificaciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, y las instrucciones complementarias, además de lo expuesto en el artículo 67 del capítulo VI del Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo.

5.4.2.1 Cables.

Los conductores de baja tensión seguirán las normas UNE correspondientes y la norma del reglamento de baja tensión MIBT 17.

La unión del secundario del transformador con el cuadro de baja tensión, será a base de cables unipolares de cobre de 1 X 240 mm² aislados con PRC + PVC. Se utilizarán tres cables por fase y dos cables en el caso del neutro.

5.4.2.2 Tubos de Protección.

Todo lo referente a los tubos de protección que se instalarán en el hotel se adaptará a lo que especifica en la instrucción complementaria del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión MIBT 019.

5.4.2.3 Cuadros Eléctricos.

Los cuadros eléctricos instalados en todas las dependencias del hotel serán metálicos, excepto el cuadro de baja tensión del transformador, y se ajustarán a las características de la MIBT 020, en el apartado 1.4.

Se pondrán en el origen de toda instalación, y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocarán cuadros de distribución en el que se dispondrá un interruptor general de corte unipolar, así como los dispositivos de protección contra cortocircuitos y sobrecarga de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro. El cuadro estará construido con materiales adecuados no inflamables.

5.4.2.4 Sistema de Tierras.

La puesta a tierra dispondrá de una barra seccionadora para poder efectuar su medida, el sistema de tierras de la instalación de baja tensión se ajustará a la MIBT 039.

5.4.2.5 Tomas de Corriente.

Las tomas de corriente instaladas serán de tipo homologado y dispondrán de conexión de puesta a tierra, serán de 10/16 A o superior según la potencia instalada. En las oficinas y resto de la zona de administración y en las habitaciones se instalarán 2 salidas por toma de corriente para evitar las conexiones de los ladrones.

En el caso del resto de las zonas de los hoteles serán de tipo estanco.

5.4.2.6 Iluminación.

En todo el caso de las iluminaciones se ajustarán a la MIBT 032, y en el caso de lavabos, vestuarios y parking serán de tipo estanco siguiendo la MIBT 027 apartado 2.

Se tendrán en cuenta las prescripciones complementarias para espectáculos de espectáculos y de reunión según la norma MIBT 025, apartados 5 y 6.

5.4.2.7 Receptores.

En el caso de los receptores se cumplirá lo establecido en las siguientes normas:

MIBT 031, MIBT 032, MIBT 033, MIBT 034, MIBT 035, MIBT 036, MIBT 038

5.4.3 Instalación Contra Incendios.

5.4.3.1 Reglamentos y Normas de Aplicación.

Para realizar la instalación contra incendios en el hotel se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- Norma básica de la edificación, condiciones de protección contra incendios de 1996 (NBE - CPI-96).
- Real Decreto 1942/1993 de 5 de noviembre, reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 786/2001 de 6 de julio, reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Reglamento de seguridad e higiene en el trabajo.

5.4.3.1.1 Salidas, pasillos y escaleras.

Para el dimensionamiento de las escaleras, pasillos y salidas se tendrá en cuenta la NBE-CPI 96 en su capítulo 2 apartado 7.4, en el que se establece el método de cálculo de estas vías de salida.

5.4.3.1.2 Puertas.

Las características de las puertas se han tenido en cuenta según lo referente al artículo 8.1 del capítulo 2 de la NBE-CPI 96.

5.4.3.1.3 Pasillos.

Se tendrá en cuenta en este apartado el artículo 8.2 del capítulo 2 de la NBE-CPI 96.

5.4.3.1.4 Comportamiento ante el Fuego de los Elementos Constructivos y Materiales.

Para la realización de toda la estructura y para la realización de los distintos cálculos en los que se ha tenido en cuenta este comportamiento de los elementos, se ha acudido al capítulo 3 del NBE-CPI 96.

5.4.3.1.5 Extintores Portátiles.

Para la instalación de los extintores de tipo portátil, y de distintas eficacias se ha tenido en

cuenta el artículo 20.1 del capítulo 5.

Los extintores se instalarán próximos a las puertas de acceso, pudiendo así servir el extintor simultáneamente para varios locales. El número de extintores será el necesario para que la longitud del recorrido real hasta alguno de ellos no sea menor a 15 metros en el caso de locales de riesgo medio - bajo, como es el caso de nuestras instalaciones.

Los extintores se dispondrán de forma tal que puedan ser utilizados de manera rápida y fácil; siempre que sea posible, se situarán en los parámetros de forma tal que el extremo superior del extintor se encuentre a una altura sobre el suelo inferior a 1,70 metros.

5.4.3.1.6 Bocas de Incendio Equipadas.

El número y tipo de bocas de incendio equipadas vienen determinadas por el artículo 20 en su apartado 3, perteneciente al capítulo 5 de la NBE-CPI 96.

5.4.3.1.7 Instalación de Detección y Alarma.

Para la ejecución de este apartado nos hemos referido al artículo 20 en su apartado 4 perteneciente al capítulo 5.

Según este apartado, la instalación de detección y alarma cumplirá las condiciones siguientes:

- En las habitaciones se dispondrán de detectores de humo.
- En los locales de riesgo especial se instalarán pulsadores manuales y detectores adecuados a la clase de fuego previsible.
- Los equipos de control y de señalización tendrán un dispositivo que permita la activación manual y automática de los sistemas de alarma. La activación automática de los sistemas de alarma deberá poder graduarse de forma tal que tenga lugar, como máximo, 5 minutos después de la activación de un detector o de un pulsador.

5.4.3.1.8 Instalación de Alarma.

Según el artículo 20 en su apartado 5 dentro del capítulo 5, nuestro hotel al tratarse de una zona residencial con una superficie total construida superior a los 1500 m², deberá estar dotado de un sistema de alarma.

5.4.3.1.9 Señalización de las Vías de Evacuación.

Los indicadores del camino a seguir en el caso que se produzca un incendio se instalarán en todas las dependencias del hotel, cumpliendo las normas UNE 23.034, UNE 23.033 y UNE 81.501.

Toda salida de recinto, planta o de edificio, estará señalizada salvo cuando la mayoría de los ocupantes estén vinculados a la actividad que se desarrolla en el edificio, y la salida sea única, fácilmente visible e identificable desde todo punto del recinto, desde todo punto del pasillo general en el caso que se trate de una planta, y desde todo punto de la planta baja en el caso que se trate de edificio.

Se dispondrán las señales indicativas de dirección de los recorridos a seguir desde todo

origen, hasta el punto que sea visible la salida o la señal que la indica.

No será conveniente disponer del rótulo “ Sin salida “en la hoja de la puerta, ya que, en caso de que esta quedase abierta, no sería visible.

Es aconsejable que las características y el montaje de las señales utilizadas sean adecuados para garantizar una duración suficiente de acuerdo con el uso del edificio.

5.4.3.1.10 Instalación de Alumbrado de Emergencia.

La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar en funcionamiento automáticamente al producirse un fallo de alimentación de la instalación de alumbrado normal.

La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación, durante 1 hora, como mínimo, a partir del instante en que se tenga lugar el fallo.

- a) Proporcionará una iluminación de 0,2 lux, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación, medida en el eje en pasillos y escaleras, y en todo punto cuando dichos recorridos discurran por espacios distintos de los citados.

La luminancia será, será como mínimo de 5 lux en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado. La uniformidad de la luminancia proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el coeficiente entre la luminancia máxima y la mínima sea menor que 40.

- b) Proporcionará a las señales indicadoras de la evacuación dispuestas en aplicación del apartado anterior, la iluminación suficiente para que puedan ser percibidas.

Las características exigibles a dichos aparatos serán las establecidas en las normas UNE 20.062 73 apartados autónomos para alumbrado de emergencia y UNE 20.392 75 aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de fluorescencia y UNE-EN 60.598-2-22.



UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI

Departament d'Enginyeria Electrònica Elèctrica i Automàtica

Proyecto de instalaciones Eléctricas Y de ACS Solar de un hotel En Viladecans

Estudio básico de seguridad y salud

AUTOR: Xavier Mora Miro.
DIRECTOR: Pedro Santibañez Huertas
FECHA: Septiembre / 2004

Índice.

6 Estudio Básico de Seguridad y Salud.	3
6.1 <i>Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras.</i>	3
6.1.1 Introducción.	3
6.1.2 Riesgos Mas Frecuentes en las Obras.	4
6.1.3 Medidas Preventivas de Carácter General.	6
6.1.4 Medidas Preventivas de Carácter Particular para cada Oficio	8
6.1.4.1 Movimiento de Tierras. Excavación de Pozos y Zanjas.	8
6.1.4.2 Relleno de Tierras.	9
6.1.4.3 Encofrados.	9
6.1.4.4 Trabajos con Ferralla, Manipulación y Puesta en Obra.	9
6.1.4.5 Montaje de Estructura Metálica.	10
6.1.4.6 Montaje de Prefabricados.	11
6.1.4.7 Albañilería.	11
6.1.4.8 Cubiertas.	12
6.1.4.9 Alicatados.	12
6.1.4.10 Enfoscados y Enlucidos.	12
6.1.4.11 Solados con Mármoles, Terrazos, Plaquetas y Asimilables.	12
6.1.4.12 Carpintería de madera, metálica y cerrajería.	13
6.1.4.13 Montaje de vidrio.	13
6.1.4.14 Pintura y barnizados.	13
6.1.4.15 Instalación Eléctrica Provisional de Obra.	14
6.1.4.16 Instalación de Antenas y Pararrayos.	15
6.1.5 Medidas Especificas para Trabajos en la Proximidad de Alta Tensión.	16
6.1.6 Seguridad y Salud Durante la Ejecución de las Obras.	19
6.2 <i>Disposiciones mínimas a la Utilización por los Trabajadores de Equipos de Protección Individual.</i>	20
6.2.1 Introducción.	20
6.2.2 Protectores de la Cabeza.	20
6.2.3 Protectores de Manos y Brazos.	20
6.2.4 Protectores de Pies y Piernas.	21
6.2.5 Protectores del Cuerpo.	21
6.2.6 Equipos Adicionales de Protección para Trabajos en la Proximidad de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión.	22
6.3 <i>Disposiciones Mínimas Adicionales Aplicables a los Equipos de Trabajo para Movimiento de Tierras y Maquinaria Pesada en General.</i>	22
6.4 <i>Disposiciones Mínimas Adicionales Aplicables a la Maquinaria.</i>	23

6 Estudio Básico de Seguridad y Salud.

6.1 Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras.

6.1.1 Introducción.

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:

- El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 75 millones de pesetas.
- La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- 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.

6.1.2 Riesgos Mas Frecuentes en las Obras.

Los Oficios más comunes en las obras son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con herrajes, 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.

6.1.3 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 tablones 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.

6.1.4 Medidas Preventivas de Carácter Particular para cada Oficio

6.1.4.1 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.

6.1.4.2 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.

6.1.4.3 Encofrados.

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tabloneros, 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.

6.1.4.4 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 tablones, 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.

6.1.4.5 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 perfilería.

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).

6.1.4.6 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.

6.1.4.7 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.

6.1.4.8 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 o nieve.

6.1.4.9 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.

6.1.4.10 Enfoscados y Enlucidos.

Las "miras", reglas, tablones, 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 acordonará 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.

6.1.4.11 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.

6.1.4.12 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.

6.1.4.13 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.

6.1.4.14 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.

6.1.4.15 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.

6.1.4.16 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.

6.1.5 Medidas Específicas para Trabajos en la Proximidad de Alta Tensión.

Los Oficios más comunes en las instalaciones de alta tensión son los siguientes.

- Instalación de apoyos metálicos o de hormigón.
- Instalación de conductores desnudos.
- Instalación de aisladores cerámicos.
- Instalación de crucetas metálicas.
- Instalación de aparatos de seccionamiento y corte (interruptores, seccionadores, fusibles, etc.).
- Instalación de limitadores de sobretensión (autoválvulas pararrayos).
- Instalación de transformadores tipo intemperie sobre apoyos.
- Instalación de dispositivos antivibraciones.
- Medida de altura de conductores.
- Detección de partes en tensión.
- Instalación de conductores aislados en zanjas o galerías.
- Instalación de envolventes prefabricadas de hormigón.
- Instalación de celdas eléctricas (seccionamiento, protección, medida, etc.).
- Instalación de transformadores en envolventes prefabricadas a nivel del terreno.
- Instalación de cuadros eléctricos y salidas en B.T.
- Interconexión entre elementos.
- Conexión y desconexión de líneas o equipos.
- Puestas a tierra y conexiones equipotenciales.
- Reparación, conservación o cambio de los elementos citados.

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.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc.).
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones. Electrocuciones y quemaduras.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Contacto o manipulación de los elementos aislantes de los transformadores (aceites minerales, aceites a la silicona y piraleno). El aceite mineral tiene un punto de inflamación relativamente bajo (130°) y produce humos densos y nocivos en la combustión. El aceite a la silicona posee un punto de inflamación más elevado (400°). El piraleno ataca la piel, ojos y mucosas, produce gases tóxicos a temperaturas normales y arde mezclado con otros productos.
- Contacto directo con una parte del cuerpo humano y contacto a través de útiles o herramientas.
- Contacto a través de maquinaria de gran altura.
- Maniobras en centros de transformación privados por personal con escaso o nulo conocimiento de la responsabilidad y riesgo de una instalación de alta tensión.

Las Medidas Preventivas de carácter general se describen a continuación.

Se realizará un diseño seguro y viable por parte del técnico proyectista.

Los trabajadores recibirán una formación específica referente a los riesgos en alta tensión.

Para evitar el riesgo de contacto eléctrico se alejarán las partes activas de la instalación a distancia suficiente del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, se recubrirán las partes activas con aislamiento apropiado, de tal forma que conserven sus propiedades indefinidamente y que limiten la corriente de contacto a un valor inocuo (1 mA) y se interpondrán obstáculos aislantes de forma segura que impidan todo contacto accidental.

La distancia de seguridad para líneas eléctricas aéreas de alta tensión y los distintos elementos, como maquinaria, grúas, etc. no será inferior a 3 m. Respecto a las edificaciones no será inferior a 5 m.

Conviene determinar con la suficiente antelación, al comenzar los trabajos o en la utilización de maquinaria móvil de gran altura, si existe el riesgo derivado de la proximidad de líneas eléctricas aéreas. Se indicarán dispositivos que limiten o indiquen la altura máxima permisible.

Será obligatorio el uso del cinturón de seguridad para los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

Todos los apoyos, herrajes, autoválvulas, seccionadores de puesta a tierra y elementos metálicos en general estarán conectados a tierra, con el fin de evitar las tensiones de paso y de contacto sobre el cuerpo humano. La puesta a tierra del neutro de los transformadores será independiente de la especificada para herrajes. Ambas serán motivo de estudio en la fase de proyecto.

Es aconsejable que en centros de transformación el pavimento sea de hormigón ruleteado antideslizante y se ubique una capa de grava alrededor de ellos (en ambos casos se mejoran las tensiones de paso y de contacto).

Se evitará aumentar la resistividad superficial del terreno.

En centros de transformación tipo intemperie se revestirán los apoyos con obra de fábrica y mortero de hormigón hasta una altura de 2 m y se aislarán las empuñaduras de los mandos.

En centros de transformación interiores o prefabricados se colocarán suelos de láminas aislantes sobre el acabado de hormigón.

Las pantallas de protección contra contacto de las celdas, aparte de esta función, deben evitar posibles proyecciones de líquidos o gases en caso de explosión, para lo cual deberán ser de chapa y no de malla.

Los mandos de los interruptores, seccionadores, etc., deben estar emplazados en lugares de fácil manipulación, evitándose postura forzadas para el operador, teniendo en cuenta que éste lo hará desde el banquillo aislante.

Se realizarán enclavamientos mecánicos en las celdas, de puerta (se impide su apertura cuando el aparato principal está cerrado o la puesta a tierra desconectada), de

maniobra (impide la maniobra del aparato principal y puesta a tierra con la puerta abierta), de puesta a tierra (impide el cierre de la puesta a tierra con el interruptor cerrado o viceversa), entre el seccionador y el interruptor (no se cierra el interruptor si el seccionador está abierto y conectado a tierra y no se abrirá el seccionador si el interruptor está cerrado) y enclavamiento del mando por candado.

Como recomendación, en las celdas se instalarán detectores de presencia de tensión y mallas protectoras quitamiedos para comprobación con pértiga.

En las celdas de transformador se utilizará una ventilación optimizada de mayor eficacia situando la salida de aire caliente en la parte superior de los paneles verticales. La dirección del flujo de aire será obligada a través del transformador.

El alumbrado de emergencia no estará concebido para trabajar en ningún centro de transformación, sólo para efectuar maniobras de rutina.

Los centros de transformación estarán dotados de cerradura con llave que impida el acceso a personas ajenas a la explotación.

Las maniobras en alta tensión se realizarán, por elemental que puedan ser, por un operador y su ayudante. Deben estar advertidos que los seccionadores no pueden ser maniobrados en carga. Antes de la entrada en un recinto en tensión deberán comprobar la ausencia de tensión mediante pértiga adecuada y de forma visible la apertura de un elemento de corte y la puesta a tierra y en cortocircuito del sistema. Para realizar todas las maniobras será obligatorio el uso de, al menos y a la vez, dos elementos de protección personal: pértiga, guantes y banqueta o alfombra aislante, conexión equipotencial del mando manual del aparato y plataforma de maniobras.

Se colocarán señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

6.1.6 Seguridad y Salud Durante la Ejecución 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.

6.2 Disposiciones mínimas a la Utilización por los Trabajadores de Equipos de Protección Individual.

6.2.1 Introducción.

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.

El empresario hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

6.2.2 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.

6.2.3 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.

6.2.4 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.

6.2.5 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.

6.2.6 Equipos Adicionales de Protección para Trabajos en la Proximidad de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión.

- Casco de protección aislante clase E-AT.
- Guantes aislantes clase IV.
- Banqueta aislante de maniobra clase II-B o alfombra aislante para A.T.
- Pértiga detectora de tensión (salvamento y maniobra).
- Traje de protección de menos de 3 kg, bien ajustado al cuerpo y sin piezas descubiertas eléctricamente conductoras de la electricidad.
- Gafas de protección.
- Insuflador boca a boca.
- Tierra auxiliar.
- Esquema unifilar
- Placa de primeros auxilios.
- Placas de peligro de muerte y E.T.

6.3 Disposiciones Mínimas Adicionales Aplicables a los Equipos de Trabajo para Movimiento 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, barros 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 hincas, 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 pisones 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.

6.4 Disposiciones Mínimas Adicionales Aplicables a la Maquinaria.

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 antirretroceso de

la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

Índice:

Bibliografía	2
Webs	3
Catálogos.....	4

Bibliografía

- Guía técnica de aplicación del RBT.
Editorial copyright.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión
Editorial copyright
- Tecnología eléctrica
Editorial paraninfo
- Instalaciones Eléctricas en Media tensión y Baja tensión
Editorial paraninfo
- Apuntes instalaciones eléctricas I y II
- Apuntes curso energía solar térmica más carandell
- Reglamento de instalaciones térmica
- Reglamento de alta tensión
- estudis monografics criteris de qualitat i disseny de instalacions solar térmica
Editorial Aperca
- Estudios técnicos del instituto valenciano de la energía
- Documentación IDAE
- energía solar térmica
Ediciones UPC
- catalogo técnico SALVADOR ESCODA ENERGIA SOLAR TERMICA
- ATLAS de Radiación solar de Cataluña

Webs

Pagina Web sobre normativa

<http://www.voltimum.es>

Agencia valenciana de la energia

<http://www.aven.es/>

Real decreto 176/87 sobre hoteles

http://www.aedave.es/common/mt/compendio/legislacionsectorial/hoteles/catalunya/dec_176-87_cat.shtm

Soler & Palau ventiladores

<http://www.soler-palau.com/>

Instalaciones eléctricas.

<http://bdd.unizar.es/Pag2/Tomo2/indice.htm>

Evaluación de proyectos

<http://www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulos/24/tir1.htm>

Philips iluminación

http://www.lighting.philips.com/gl_en/404.php?main=global&parent=global&id=global&lang=en

Energua normativa catálogos

<http://www.energua.com/>

Normativa

<http://www.coitiab.es>

Electroindustria material eléctrico

<http://www.electroindustria.com/>

Salvador escoda material calefacción y climatización

<http://www.salvadorescoda.com/>

Gas Natural

<http://portalgn.gasnatural.com/servlet/ContentServer?pagename=OpenMarket/Xcelerate/Render&c=Page&cid=1018254871625>

Norma Tecnológicas de la edificación

<http://www.geoteknia.com/normas/nte/nte.htm>

Tecnisuport normativa eléctrica

http://www.tecnicsuport.com/index.php?pagina=presentacio.php&nivellinici=0&menu_id=3-3