ANEJO Nº 10 – CÁLCULOS ELECTROTÉCNICOS

ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN..... 2
2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. PREVISIÓN DE CARGAS..... 2
2.1. DATOS DE PARTIDA. INSTALACIÓN EXISTENTE..... 2
2.2. DEMANDA DE POTENCIA..... 3
3. MEMORIA DE CÁLCULO – CENTRO DE TRANSFORMACIÓN..... 4
4. MEMORIA DE CÁLCULO – TRATAMIENTO TERCIARIO 12
4.1. CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION 12
4.2. DEMANDA DE POTENCIAS - ESQUEMA DE DISTRIBUCION TT 17
4.3. CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA 34
5. MEMORIA DE CÁLCULO – ENERGÍA FOTOVOLTÁICA HUERTO SOLAR35

1. INTRODUCCIÓN

En el presento anejo se realizará el cálculo eléctrico en las necesidades requeridas en el presente proyecto.

El presente anejo se dividirá en 3 partes.:

- Verificación del cumplimiento del CT existente para nuevo trafo 630 KVA
- Memoria de cálculo de los equipos del tratamiento terciario
- Memoria de cálculo eléctrico de la energía fotovoltaica del huerto solar.

Cabe destacar que el centro transformador es existente, y existía una reserva de potencia destinada a posibles ampliaciones, como es el caso, de la propia instalación en un futuro. Para tener en cuenta la verificación de la instalación, se considerarán los datos de partida de la EDAR

2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. PREVISIÓN DE CARGAS

En primer lugar, se establece una previsión de cargas (potencias en W) para establecer la potencia (en KVA) del transformador.

2.1. DATOS DE PARTIDA. INSTALACIÓN EXISTENTE

Línea subterránea de MT (Acometida)

- Potencia Aparente (S) ***12730 kVA***
- Tensión de red (V) 25 kV
- Potencia de la línea (P) 250 kW
- Longitud de la línea (L) 0.2 km
- Cos Φ 0.8

- Potencia de cortocircuito de la red eléctrica (Scc) 500 MVA
- Tipo de conductor RH5Z1
- Aislamiento conductor XLPE (Polietileno Reticulado)
- Material conductor Aluminio
- Tensión del conductor 18/30 kV
- Sección del conductor 1x150 mm2
- Resistencia lineal a 20ºC conductor (R20) 0.206 Ω/km
- Reactancia lineal conductor (X) 0.123 Ω/km
- Intensidad máx cortocircuito en conductor 14100 A
- Tipo de instalación del conductor Enterrado bajo tubo
- Intensidad máx admisible en conductor 245 A

INTENSIDAD DEL CONDUCTOR

- Intensidad (I) 14.55 A
- Intensidad max admisible conductor (Imax) 245.00 A

INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

- Potencia de cortocircuito de la red eléctrica (Scc) 500 MVA
- Intensidad de cortocircuito (Icc) 11.55 kA
- Intensidad cortocircuito max conductor según compañía (Iccmax) 14.10 kA

SECCIÓN MÍNIMA PARA CORTOCIRCUITO

- Tiempo de duración del cortocircuito (t) según compañía 1 sg
- Constante de los conductores (k) 94 A/mm2
- Intensidad de cortocircuito (Icc) 11547.01 A
- Sección mínima del conductor para soportar el cortocircuito (s) 122.84 mm2
- Sección conductor 150 mm2

CAÍDA DE TENSIÓN

- Tensión de la red (V) 25 kV
- Potencia de la línea (P) 250 kW
- Resistencia lineal a 20ºC conductor (R20) 0.206 Ω/km
- Longitud de la línea (L) 0.2 km
- Reactancia lineal conductor (X) 0.123 Ω/km
- Cos Φ 0.8
- Caída de tensión (u) 0.0024 %
- Caída de tensión máxima (umax) 5 %

MOMENTO ELÉCTRICO

- Potencia de la línea existente (P) 250 kW
- Longitud de la línea (L) 0.2 km
- Momento eléctrico (M) 50 kW*km

PERDIDAS DE POTENCIA ACTIVA

- Potencia de la línea EDAR (P) 250 kW
- Longitud de la línea (L) 0.2 km
- Resistencia lineal a 20ºC conductor (R20) 0.206 Ω/km
- Tensión de la red (V) 25 kV
- Cos Φ 0.8
- Perdida de potencia activa ΔP 0.00258 %

2.2. DEMANDA DE POTENCIA

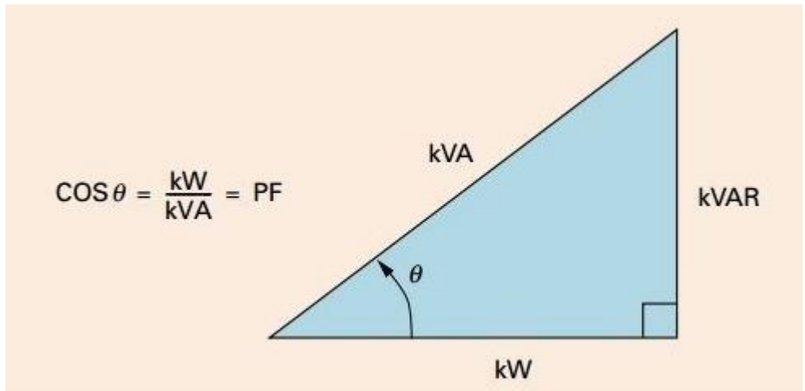
Se estima que la potencia utilizada en las instalaciones de la EDAR es de 250 kW, según la nota de cálculo adquirida del proyecto. Además, las bombas de reserva, aunque en el cálculo de la instalación del tratamiento terciario se ha considerado en el dimensionamiento por seguridad, no se utilizan, por lo que su factor de simultaneidad sería 0, en el caso de que las otras bombas funcionen a pleno rendimiento. En el resto, aunque no sea lo más habitual, se ha considerado un factor de simultaneidad de 1. Por consiguiente, tenemos lo siguiente:

	POTENCIA kW	Coef. simultaneidad	POTENCIA kW
INSTALACIONES EDAR	250	1	250
BOMBEO 0A	3	1	3
BOMBEO 0B	3	1	3
BOMBEO 0C	3	0	0
BOMBEO 0D	3	1	3
BOMBEO 0E	3	0	0
EQUIPO FILTRADO	8,72	1	8,72
DESINFECC UV	5,5	1	5,5
BOMBEO B1A	90	1	90
BOMBEO B1B	90	1	90
BOMBEO B1C (reserva)	90	0	0
ALIM A/A (1)	2,2	1	2,2
ALIM A/A (2)	2,2	1	2,2
C. MANDO Y TELECOMUNICACIONES	1	1	1
POLIPASTO	3	1	3
VÁLVULA MOT V1	0,34	1	0,34
VÁLVULA MOT V2	0,34	1	0,34
BOMBEO ACHIQUE	1,472	1	1,472
CUADRO ALUM/FUERZA	8,392	1	8,392
POTENCIA EQUIPOS	**568,164**	**POTENCIA UTILIZADA**	**472,164**

Para conocer el transformador a disponer, es necesario poder calcular la potencia aparente (KVA) de la instalación. Se deduce de la siguiente expresión:

$$P_a(KVA) = \frac{P(KW)}{FP}$$

Siendo FP el factor de potencia, también conocido como cosφ



Para instalaciones eléctrica en trifásico, es habitual coger un valor de FP (o cosφ) de 0,8, por consiguiente, si tenemos la potencia calculada de 477,64 kW, se deduce:

$$P_a(KVA) = \frac{477,64}{0,8}$$

La potencia aparente de la instalación resulta de **597,05 kVA**

Se escoge el transformador de potencia aparente (KVA) de rango superior a la potencia aparente calculada, por lo que se dispone de un **TRANSFORMADOR de 630 KVA.**

3. MEMORIA DE CÁLCULO – CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Líneas AT

Cálculo de intensidades del transformador

La intensidad máxima demandada por el circuito primario de un transformador trifásico viene dada por su potencia aparente y por la tensión compuesta de alimentación.

S Potencia del transformador (*630.0 kVA*)

U_p Tensión compuesta en el primario (*25.0 kV*)

I_p Intensidad del primario (*14.55 A*)

Para obtener la corriente de cortocircuito en el primario del transformador se parte del valor proporcionado por la compañía suministradora para la potencia de cortocircuito en la red de distribución.

El valor de la corriente de cortocircuito primaria en el lado de Alta Tensión se calcula con la siguiente expresión:

S_{cc} Potencia de cortocircuito de la red (*500.0 MVA*)

U_p Tensión compuesta en el primario (*25.0 kV*)

I_{ccp} Corriente de cortocircuito del primario (*11.55 kA*)

Intensidad máxima permanente en los conductores (ITC-LAT 06, apartado 6.1, UNE 211435)

A partir de las características propias de la instalación, se tabulan las intensidades admisibles en régimen permanente para cables de uso habitual y los factores de corrección para calcular las intensidades admisibles en condiciones distintas a las condiciones tipo.

- Método de instalación: Instalación subterránea (cables en canalizaciones entubadas);
- Tipo de cable: Unipolar, Al Polietileno reticulado (XLPE), 18/30 kV;
- Circuito: Tres cables cargados, Cables en triángulo en contacto.

En las condiciones tipo indicadas la intensidad admisible sería:

- Cables de distribución de 3,6/6 kV hasta 18/30 kV ✓
- Intensidad máxima admisible: 245.00 A

FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

Cuando la temperatura ambiente del emplazamiento de los conductores aislados o de los cables es diferente de la temperatura ambiente de referencia, deben aplicarse los factores de corrección apropiados de la tabla A.5 a los valores de las intensidades admisibles.

Temperatura ambiente del emplazamiento: *25.0 °C*

Temperatura ambiente de referencia: *25.0 °C*

Rango admisible: *10.0 - 50.0 °C*

Factor de corrección por temperatura: *1.00*

FACTOR DE CORRECCIÓN POR RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO

En los emplazamientos donde la resistividad térmica del terreno es superior a 1,5 K·m/W, debe efectuarse una reducción apropiada de la intensidad admisible, a menos que el terreno que circunda al cable sea reemplazado por un terreno más apropiado. Tales casos pueden reconocerse normalmente por las condiciones muy secas del terreno. Los factores de corrección para resistividades térmicas del terreno diferentes de 1,5 k·m/W se dan en la tabla A.6.

- Resistividad térmica del emplazamiento: *1.00 K·m/W*
- Factor de corrección por resistividad: *1.10*

FACTOR DE CORRECCIÓN POR PROFUNDIDAD

Tabla A.7, UNE 211435: Factores de corrección para diferentes profundidades de instalación.

Profundidad de instalación: *0.70 m*

Factor de corrección por profundidad: *1.03*

FACTOR DE REDUCCIÓN DE AGRUPAMIENTO

Tabla A.8.1: Factores de corrección para agrupamiento de cables desde 3,6/6 kV hasta 18/30 kV soterrados. Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto, con los circuitos separados entre sí. Grupos dispuestos en un plano horizontal.

Circuitos agrupados: *1*

Número de circuitos o de cables multiconductores adicionales: *0*

Separación entre cables: *En contacto*

Factor de agrupamiento: *1.00*

14.55 A ≤ 245.00 A x 1.00 x 1.10 x 1.03 x 1.00 = 277.59 A ✓

Intensidad de cortocircuito máxima admisible en los conductores de AT (ITC-LAT 06, apartado 6.2, UNE 21192)

La intensidad de cortocircuito máxima admisible se obtiene aplicando el cálculo de las densidades de corriente recogido en el apartado 6.2 de la ITC-LAT 06, el cual está definido de acuerdo con la Norma UNE 21192.

En dicho cálculo se considera que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores, ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y la duración del proceso es relativamente corta, por lo que se puede considerar como un proceso adiabático.

Para cortocircuitos de duración hasta 5 s, la intensidad de cortocircuito que incrementará la temperatura del aislamiento de los conductores desde la temperatura máxima admisible en servicio permanente hasta la temperatura límite de cortocircuito se calcula del siguiente modo:

I_{ccmax} Intensidad de cortocircuito máxima admisible (*17612.89 A*)

S Sección del conductor (*150 mm²*)

K Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y al final del cortocircuito. Los valores de 'K' para conductores de aluminio se extraen de la tabla '26' para una duración de 1 segundo (*94 A·S$^{0.5}$/mm²*)

t_{cc} Duración del cortocircuito (*1.0 s*)

β Inversa del coeficiente de variación de resistencia con la temperatura del componente conductor de corriente (*228.0 °C^{-1}*)

θ_{cc} Temperatura máxima asignada al conductor al final de cortocircuitos de duración inferior a 5 segundos (*250 °C*)

θ_i Temperatura inicial del conductor en régimen permanente (*25.07 °C*)

θ_s Temperatura de servicio máxima asignada al conductor al final de un cortocircuito de duración inferior a 5 segundos (*90 °C*)

θ_0 Temperatura ambiente de la instalación (*25 °C*)

I_p Intensidad de diseño del circuito primario (*228.00 A*)

I_z Intensidad permanente admisible del cable (*277.59 A*)

De este modo, la condición a cumplir es:

I_{ccp} Intensidad de cortocircuito (*11547.01 A*)

I_{ccmax} Intensidad de cortocircuito máxima admisible (*17612.89 A*)

11547.01 A < 17612.89 A ✓

Líneas BT

Cálculo de intensidades del transformador

La intensidad máxima que circula por el circuito secundario de un transformador trifásico viene dada por su potencia aparente y por la tensión compuesta del secundario.

S Potencia del transformador (*630.0 kVA*)

U_s Tensión compuesta en el secundario (*0.4 kV*)

I_s Intensidad del secundario (*909.33 A*)

Intensidad admisible (UNE 211435, Anexo A, ITC-BT-07, apartado 3)

A partir de las características propias de la instalación, se tabulan las intensidades admisibles en régimen permanente para cables de uso habitual y los factores de corrección para calcular las intensidades admisibles en condiciones distintas a las condiciones tipo.

Método de instalación: Instalación subterránea (cables en canalizaciones entubadas);

Tipo de cable: Unipolar, Al Polietileno reticulado (XLPE), 0,6/1 kV;

Circuito: Tres cables cargados, Cables en triángulo en contacto.

En las condiciones tipo indicadas la intensidad admisible sería:

Cables de distribución tipo RV, XZ1(S) o XZ1(AS) de 0,6/1 kV ✓

Intensidad máxima admisible: 305.00 A

FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

Cuando la temperatura ambiente del emplazamiento de los conductores aislados o de los cables es diferente de la temperatura ambiente de referencia, deben aplicarse los factores de corrección apropiados de la tabla A.5 a los valores de las intensidades admisibles.

Temperatura ambiente del emplazamiento: *25.0 °C*

Temperatura ambiente de referencia: *25.0 °C*

Rango admisible: *10.0 - 50.0 °C*

Factor de corrección por temperatura: *1.00*

FACTOR DE CORRECCIÓN POR RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO

En los emplazamientos donde la resistividad térmica del terreno es superior a 1,5 K·m/W, debe efectuarse una reducción apropiada de la intensidad admisible, a menos que el terreno que circunda al cable sea reemplazado por un terreno más apropiado. Tales casos pueden reconocerse normalmente por las condiciones muy secas del terreno. Los factores de corrección para resistividades térmicas del terreno diferentes de 1,5 k·m/W se dan en la tabla A.6.

Resistividad térmica del emplazamiento: *1.00 K·m/W*

Factor de corrección por resistividad: *1.10*

FACTOR DE CORRECCIÓN POR PROFUNDIDAD

Tabla A.7, UNE 211435: Factores de corrección para diferentes profundidades de instalación.

Profundidad de instalación: *0.70 m*

Factor de corrección por profundidad: *1.00*

FACTOR DE REDUCCIÓN DE AGRUPAMIENTO

Tabla A.8.2: Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados. Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto, con los circuitos separados entre sí. Grupos dispuestos en un plano horizontal.

Circuitos agrupados: *4*

Número de circuitos o de cables multiconductores adicionales: *0*

Separación entre cables: *En contacto*

Factor de agrupamiento: *0.71*

909.33 ≤ 4 x 305.00 A x 1.00 x 1.10 x 1.00 x 0.71 = 952.82 A ✓

Cálculo de la toma de tierra

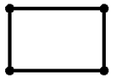
5.3.1. Resistencia de puesta a tierra

R_t Resistencia de puesta a tierra (*23.40 Ω*)

K_r Factor unitario de la resistencia de puesta a tierra (*0.078 Ω / (Ωm)*)

ρ Resistividad del terreno (*300.0 Ωm*)

Rectángulo de 7.0 x 3.0 m

Configuración	Profundidad	Número de picas	Resistencia Kr	Tensión de paso Kp	Tensión de contacto Kc	Código de la configuración
	0.8 m	4	0.078 Ω / (Ωm)	0.0122 V / (Ωm)·(A)	0.0381 V / (Ωm)·(A)	7.0-3.0/0.8/42

5.3.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra

El aspecto más importante en el cálculo de la instalación de puesta a tierra es el tratamiento del neutro de la red. Para el sistema seleccionado en la instalación (neutro unido a tierra directamente o mediante impedancia):

I_d Intensidad máxima de defecto a tierra (*354.99 A*)

U Tensión compuesta de servicio de la red (*25000.00 V*)

R_t Resistencia de puesta a tierra (*23.40 Ω*)

R_n Resistencia de la línea de enlace con la toma de tierra (*12.00 Ω*)

X_n Reactancia de la línea de enlace con la toma de tierra (*20.00 Ω*)

5.3.3. Tensiones máximas admisibles por el cuerpo humano

En la tabla 1 del apartado 1.1 de la ITC-RAT 12 se establece que la tensión máxima admisible aplicable al cuerpo humano, entre manos y pies, es la siguiente:

Duración del fallo, t_f	Tensión máxima admisible por el cuerpo humano, V_{ca}
0.05	735
0.10	**633**
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
0.60	185

0.70	165
0.80	146
0.90	126
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

$V_{p\,(ext)}$ Tensión de paso máxima admisible en el exterior (*43044.00 V*)

$V_{p\,(int)}$ Tensión de paso máxima admisible en el interior (*145590.00 V*)

$V_{p\,(acc)}$ Tensión de paso máxima admisible en el acceso (*94317.00 V*)

V_{ca} Tensión de contacto aplicada (*633 V*)

R_{a1} Resistencia equivalente del calzado de un pie (*2000 Ω*)

ρ_s Resistividad superficial del terreno exterior (*300.00 Ωm*)

ρ'_s Resistividad superficial del terreno interior (*3000.00 Ωm*)

t Duración del fallo (*0.10 s*)

V_{ca} Tensión de contacto aplicada (*633 V*)

5.3.4. Tensión de paso

En el caso de que la resistividad superficial del terreno sea distinta para cada pie (por ejemplo, en el acceso al centro de transformación, donde se produce un cambio de pavimento):

$V'_{p(ext)}$ Tensión de paso en el exterior (*1299.28 V*)

$V'_{p(int)}$ Tensión de paso en el interior (*12992.81 V*)

$V'_{p(acc)}$ Tensión de paso en el acceso (*14292.09 V*)

K_p Tensión de paso máxima (*0.0122 V/(Ωm)·(A)*)

$K_{p(acc)}$ Tensión de paso máxima en el acceso (*0.0122 V/(Ωm)·(A)*)

ρ_s Resistividad superficial del terreno exterior (*300.00 Ωm*)

ρ'_s Resistividad superficial del terreno interior (*3000.00 Ωm*)

I_d Intensidad máxima de defecto a tierra (*354.99 A*)

$V'_{p(ext)}$ *(1299.28 V)* $\leq V_{p\,(ext)}$ *(43044.00 V)* ✓

$V'_{p(int)}$ *(12992.81 V)* $\leq V_{p\,(int)}$ *(145590.00 V)* ✓

$V'_{p(acc)}$ *(14292.09 V)* $\leq V_{p\,(acc)}$ *(94317.00 V)* ✓

5.3.5. Tensión de contacto

V_c Tensión de contacto máxima admisible (*4114.50 V*)

V_{ca} Tensión de contacto aplicada (*633 V*)

R_{a1} Resistencia equivalente del calzado de un pie (*2000 Ω*)

ρ_s Resistividad superficial del terreno (*3000.00 Ωm*)

V'_c Tensión de contacto (*4057.59 V*)

ρ_s Resistividad del terreno (*300.00 Ωm*)

K_c Tensión de contacto exterior máxima (*0.04 V/(Ωm)·(A)*)

I_d Intensidad máxima de defecto a tierra (*354.99 A*)

V'_c *(4057.59 V)* $\leq V_c$ *(4114.50 V)* ✓

En el anexo 2, para el caso de electrodos longitudinales con picas exteriores, no se indica el valor de tensión de contacto exterior, ya que depende de la posición en que se ubique el electrodo con respecto al centro de transformación. En general, si las picas se colocan frente a los accesos al centro de transformación, paralelas a la fachada, no debe considerarse la tensión de paso de acceso (tensión de contacto exterior).

Por el contrario, si las picas se ubican lejos de los accesos al centro de transformación, deberá considerarse como tensión de paso de acceso (tensión de contacto exterior), la tensión de defecto.

5.3.6. Sobretensiones admisibles para las instalaciones de baja tensión

V_d Tensión de defecto (*8306.88 V*)

R_t Resistencia de puesta a tierra (*23.40 Ω*)

I_d Intensidad máxima de defecto a tierra (*354.99 A*)

V_{bt} Tensión soportada a frecuencia industrial por la instalación de baja tensión (*10000.00 V*)

V_d (8306.88 V) ≤ V_{bt} (10000.00 V) ✓

5.3.7. Distancia mínima entre el sistema de puesta a tierra del neutro (servicio) y el de las masas (protección):

D Distancia mínima (*16.95 m*)

ρ Resistividad del terreno (*300.00 Ωm*)

I_d Intensidad máxima de defecto a tierra (*354.99 A*)

Se permitirá instalar un sistema único para las puestas a tierra de protección y de servicio cuando $V_d=R_t \cdot I_d \leq 1000$ V con $R_t<37$ Ω, para cumplir con diferenciales de 650mA y una tensión de seguridad de 24V.

Ventilación

Para la determinación de la superficie necesaria para entrada de aire fresco y salida de aire caliente se aplicará la siguiente fórmula:

4. MEMORIA DE CÁLCULO – TRATAMIENTO TERCIARIO

4.1. CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

I = Pc / 1,732 x U x Cosφ x R = amp (A)

e = (L x Pc / k x U x n x S x R) + (L x Pc x Xu x Senφ / 1000 x U x n x R x Cosφ) = voltios (V)

Sistema Monofásico:

I = Pc / U x Cosφ x R = amp (A)

e = (2 x L x Pc / k x U x n x S x R) + (2 x L x Pc x Xu x Senφ / 1000 x U x n x R x Cosφ) = voltios (V)

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

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

S = Sección del conductor en mm².

Cosφ = Coseno de fi. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = Nº de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$K = 1/\rho$

$\rho = \rho_{20}[1+\alpha\ (T-20)]$

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

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20ºC.

Cu = 0.017241 ohmiosxmm²/m

Al = 0.028264 ohmiosxmm²/m

α = Coeficiente de temperatura:

Cu = 0.003929

Al = 0.004032

T = Temperatura del conductor (ºC).

T_0 = Temperatura ambiente (ºC):

Cables enterrados = 25ºC

Cables al aire = 40ºC

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (ºC):

XLPE, EPR = 90ºC

PVC = 70ºC

Barras Blindadas = 85ºC

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

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

Fórmulas Sobrecargas

$Ib \leq In \leq Iz$

$I2 \leq 1{,}45\ Iz$

Donde:

Ib: intensidad utilizada en el circuito.

Iz: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

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

I2: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).

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

Fórmulas compensación energía reactiva

cosØ = P/√(P²+ Q²).

tgØ = Q/P.

Qc = Px(tgØ1-tgØ2).

C = Qcx1000/U²xω; (Monofásico - Trifásico conexión estrella).

C = Qcx1000/3xU²xω; (Trifásico conexión triángulo).

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Qc = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

Ø1 = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

Ø2 = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

ω = 2xPixf ; f = 50 Hz.

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

Fórmulas Cortocircuito

* Ik3 = ct U / √3 (ZQ+ZT+ZL)

* Ik2 = ct U / 2 (ZQ+ZT+ZL)

* Ik1 = ct U / √3 (ZQ+ZT+ZL+(ZN ó ZPE))

¡ATENCION!: La suma de las impedancias es vectorial, son números complejos y se suman partes reales por un lado (R) e imaginarias por otro (X).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Zt = (Rt^2 + Xt^2)^{1/2}$$

Rt: $R_1 + R_2 + ...+ R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Xt: $X_1 + X_2 + ... + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Siendo:

Ik3: Intensidad permanente de c.c. trifásico (simétrico).

Ik2: Intensidad permanente de c.c. bifásico (F-F).

Ik1: Intensidad permanente de c.c. Fase-Neutro o Fase PE (conductor de protección).

ct: Coeficiente de tensión.(Condiciones generales de cc según Ikmax o Ikmin), UNE_EN 60909.

U: Tensión F-F.

ZQ: Impedancia de la red de Alta Tensión que alimenta nuestra instalación. Scc (MVA) Potencia cc AT.

$ZQ = ct\ U^2/ Scc$ $XQ = 0.995\ ZQ$ $RQ = 0.1\ XQ$ UNE_EN 60909

ZT: Impedancia de cc del Transformador. Sn (KVA) Potencia nominal Trafo, ucc% e urcc% Tensiones cc Trafo.

$ZT = (ucc\%/100)\ (U^2/ Sn)$ $RT = (urcc\%/100)\ (U^2/ Sn)$ $XT = (ZT^2 - RT^2)^{1/2}$

ZL,ZN,ZPE: Impedancias de los conductores de fase, neutro y protección eléctrica respectivamente.

$R = \rho \, L / S \cdot n$

$X = Xu \cdot L / n$

R: Resistencia de la línea.

X: Reactancia de la línea.

L: Longitud de la línea en m.

ρ: Resistividad conductor, (Ikmax se evalúa a 20ºC, Ikmin a la temperatura final de cc según condiciones generales de cc).

S: Sección de la línea en mm². (Fase, Neutro o PE)

Xu: Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: nº de conductores por fase.

* Curvas válidas.(Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B	IMAG = 5 In
CURVA C	IMAG = 10 In
CURVA D	IMAG = 20 In

Fórmulas Embarrados

Cálculo electrodinámico

$$\sigma max = Ipcc^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot Wy \cdot n)$$

Siendo,

σmax: Tensión máxima en las pletinas (kg/cm²)

Ipcc: Intensidad permanente de c.c. (kA)

L: Separación entre apoyos (cm)

d: Separación entre pletinas (cm)

n: nº de pletinas por fase

Wy: Módulo resistente por pletina eje y-y (cm³)

σadm: Tensión admisible material (kg/cm²)

Comprobación por solicitación térmica en cortocircuito

$$Icccs = Kc \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{tcc})$$

Siendo,

Ipcc: Intensidad permanente de c.c. (kA)

Icccs: Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)

S: Sección total de las pletinas (mm²)

tcc: Tiempo de duración del cortocircuito (s)

Kc: Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

Fórmulas Lmáx

$$Lmáx = 0.8 \cdot U \cdot S \cdot k1 / (1.5 \cdot \rho_{20} \cdot (1+m) \cdot Ia \cdot k2)$$

Lmáx = Longitud máxima (m), para protección de personas por corte de la alimentación con dispositivos de corriente máxima.

U = Tensión (V), Uff/ $\sqrt{3}$ en sistemas TN e IT con neutro distribuido, Uff en IT con neutro NO distribuido.

S: Sección (mm²), Sfase en sistemas TN e IT con neutro NO distribuido, Sneutro en sistemas IT con neutro distribuido.

k1 = Coeficiente por efecto inductivo en las líneas, 1 S<120mm², 0.9 S=120mm², 0.85 S=150mm², 0.8 S=185mm², 0.75 S>=240mm².

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20ºC.

Cu = 0.017241 ohmiosxmm²/m

Al = 0.028264 ohmiosxmm²/m

m = Sfase/Sneutro sistema TN_C, Sfase/Sprotección sistema TN_S, Sneutro/Sprotección sistema IT neutro distribuido, Sfase/Sprotección sistema IT neutro NO distribuido.

Ia: Fusibles, I_{F5} = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5sg.

Interruptores automáticos, Imag (A):

CURVA B IMAG = 5 In

CURVA C IMAG = 10 In

CURVA D IMAG = 20 In

k2 = 1 sistemas TN, 2 sistemas IT.

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$Rt = 0{,}8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$Rt = \rho / L$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$Rt = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$Rt = 1 / (Lc/2\rho + Lp/\rho + P/0{,}8\rho)$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

Lc: Longitud total del conductor (m)

Lp: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

4.2. DEMANDA DE POTENCIAS - ESQUEMA DE DISTRIBUCION TT

DEMANDA DE POTENCIAS - ESQUEMA DE DISTRIBUCION TT

- Potencia total instalada:

• B0A	3000 W
• B0B	3000 W
• B0C	3000 W
• B0D	3000 W
• B0F	3000 W
• EQUIPO FILTRADO	8720 W
• EQUIPO DESINFEC UV	5500 W
• B1A BOMBEO IMPUL.	90000 W
• B1B BOMBEO IMPUL.	90000 W
• B1C BOMBEO IMPUL.	90000 W
• ALIM. A/A 1	2200 W
• ALIM. A/A 2	2200 W
• C. MANDO Y TELECOMU	1000 W
• POLIPASTO	3000 W
• VALVULA MOT. V1	340 W
• VALVULA MOT. V2	340 W
• BOMBA DRENAJE NAVE	1472 W
• CUADRO ALUM. Y FUER	8392 W
TOTAL....	**318164 W**

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 2392

- Potencia Instalada Fuerza (W): 276272

- Potencia Máxima Admisible (W)_Cosfi 0.8: 236106.23

- Potencia Máxima Admisible (W)_Cosfi 1: 295132.78

Reparto de Fases - Líneas Monofásicas

- Potencia Fase R (W): 2200

- Potencia Fase S (W): 3392

- Potencia Fase T (W): 3472

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 225 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.08;

- Potencia a instalar: 318164 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

90000x1.25+123419.44=235919.44 W.(Coef. de Simult.: 0.73)

I=235919.44 /1,732x400x0.8=425.66 A.

Se eligen conductores Unipolares 4(3x240)mm²Al +2 (Nx240)mm2 Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. RZ-1 libre de halógenos Desig. UNE: RV-Al Eca

I.ad. a 25°C (Fc=1) 1220 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 31.7

e(parcial)=(238x235919.44/33.79x400x4x240)+(238x235919.44x0.08x0.6/1000x400x4x0.8)=

6.43V.=1.61 %

e(total)=1.61%

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 426 A.

Cálculo de la Línea: B0A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

3000x1.25=3750 W.

I=3750/1,732x400x1x1=5.41 A.

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 43.03

e(parcial)=35x3750/53.19x400x2.5x1=2.47 V.=0.62 %

e(total)=2.23% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: B0B

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

3000x1.25=3750 W.

I=3750/1,732x400x1x1=5.41 A.

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 43.03

e(parcial)=35x3750/53.19x400x2.5x1=2.47 V.=0.62 %

e(total)=2.23% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: B0C

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

3000x1.25=3750 W.

I=3750/1,732x400x1x1=5.41 A.

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm. (Tubo compartido: TUBO1)

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 43.03

e(parcial)=35x3750/53.19x400x2.5x1=2.47 V.=0.62 %

e(total)=2.23% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: B0D

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

3000x1.25=3750 W.

I=3750/1,732x400x0.9x1=6.01 A.

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm. (Tubo compartido: TUBO1)

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 43.74

e(parcial)=35x3750/53.05x400x2.5x1=2.47 V.=0.62 %

e(total)=2.23% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: B0F

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

3000x1.25=3750 W.

I=3750/1,732x400x0.9x1=6.01 A.

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 43.74

e(parcial)=35x3750/53.05x400x2.5x1=2.47 V.=0.62 %

e(total)=2.23% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: EQUIPO FILTRADO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 12 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 8720 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

8720x1.25=10900 W.

I=10900/1,732x400x0.9x1=17.48 A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 71.57

e(parcial)=12x10900/48.23x400x2.5x1=2.71 V.=0.68 %

e(total)=2.29% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: EQUIPO DESINFEC UV

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 12 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

5500x1.25=6875 W.

I=6875/1,732x400x0.9x1=11.03 A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 52.56

e(parcial)=12x6875/51.42x400x2.5x1=1.6 V.=0.4 %

e(total)=2.01% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: B1A BOMBEO IMPUL.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 90000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

90000x1.25=112500 W.

I=112500/1,732x400x0.9x1=180.42 A.

Se eligen conductores Unipolares 3x70+TTx35mm²Cu

Nivel Aislamiento, Apantallado: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RVKV

I.ad. a 40°C (Fc=1) 180.42 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 89.57

e(parcial)=40x112500/45.55x400x70x1=3.53 V.=0.88 %

e(total)=2.49% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 180.42 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: B1B BOMBEO IMPUL.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 90000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

90000x1.25=112500 W.

I=112500/1,732x400x0.9x1=180.42 A.

Se eligen conductores Unipolares 3x70+TTx35mm²Cu

Nivel Aislamiento, Apantallado: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RVKV

I.ad. a 40°C (Fc=1) 180.42 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 89.57

e(parcial)=40x112500/45.55x400x70x1=3.53 V.=0.88 %

e(total)=2.49% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 180.42 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: B1C BOMBEO IMPUL.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 90000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

90000x1.25=112500 W.

I=112500/1,732x400x0.9x1=180.42 A.

Se eligen conductores Unipolares 3x70+TTx35mm²Cu

Nivel Aislamiento, Apantallado: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RVKV

I.ad. a 40°C (Fc=1) 180.42 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 89.57

e(parcial)=40x112500/45.55x400x70x1=3.53 V.=0.88 %

e(total)=2.49% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 180.42 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: ALIM. A/A 1

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2200x1.25=2750 W.

I=2750/230.94x0.8x1=14.88 A.

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 59.23

e(parcial)=2x15x2750/50.25x230.94x2.5x1=2.84 V.=1.23 %

e(total)=2.84% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: ALIM. A/A 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2200x1.25=2750 W.

I=2750/1,732x400x1x1=3.97 A.

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 41.63

e(parcial)=35x2750/53.46x400x2.5x1=1.8 V.=0.45 %

e(total)=2.06% ADMIS (6.5% MAX.)

e(total)=1.67% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: C. MANDO Y TELECOMU

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

I=1000/230.94x0.8=5.41 A.

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol

- No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida
- Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 41.87

e(parcial)=2x2x1000/53.41x230.94x2.5=0.13 V.=0.06 %

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: POLIPASTO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

3000x1.25=3750 W.

I=3750/1,732x400x1x1=5.41 A.

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 43.03

e(parcial)=25x3750/53.19x400x2.5x1=1.76 V.=0.44 %

e(total)=2.05% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: VALVULA MOT. V1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 340 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

340x1.25=425 W.

I=425/1,732x400x1x1=0.61 A.

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 40.04

e(parcial)=15x425/53.77x400x2.5x1=0.12 V.=0.03 %

e(total)=1.64% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 0.63 A. Relé térmico, Reg: 0.4÷0.63 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: VALVULA MOT. V2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 340 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

340x1.25=425 W.

I=425/1,732x400x1x1=0.61 A.

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 40.04

e(parcial)=40x425/53.77x400x2.5x1=0.32 V.=0.08 %

e(total)=1.69% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 0.63 A. Relé térmico, Reg: 0.4÷0.63 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: BOMBA DRENAJE NAVE

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1472 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

1472x1.25=1840 W.

I=1840/230.94x1x1=7.97 A.

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 45.51

e(parcial)=2x40x1840/52.72x230.94x2.5x1=4.84 V.=2.09 %

e(total)=3.70% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: CUADRO ALUM. Y FUER

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 8392 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

9192 W.(Coef. de Simult.: 1)

I=9192/1,732x400x0.8=16.58 A.

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 48.59

e(parcial)=10x9192/52.14x400x6=0.73 V.=0.18 %

e(total)=1.79% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Termica 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. Clase AC.

SUBCUADRO CUADRO ALUM. Y FUER

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

TOMAS DE FUERZA III	4000 W
ALUMBRADO EXTERIOR	1000 W
TOMAS DE FUERZA II	2000 W
ALUMBRADO 2	380 W
EMERGENCIAS	50 W
ALUMBRADO 3	330 W
ALUMBRADO 1	488 W
ALUMBRADO CASETA	72 W
ALUMBRADO CCM	72 W
TOTAL....	**8392 W**

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 2392

- Potencia Instalada Fuerza (W): 6000

Reparto de Fases - Líneas Monofásicas

- Potencia Fase R (W): 0

- Potencia Fase S (W): 2392

- Potencia Fase T (W): 2000

Cálculo de la Línea: TOMAS DE FUERZA III

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 25 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo: 4000 W.

I=4000/1,732x400x0.8=7.22 A.

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 41.63

e(parcial)=25x4000/53.46x400x6=0.78 V.=0.19 %

e(total)=1.80% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: ALUMBRADO EXTERIOR

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 70 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

1000x1.8=1800 W.

I=1800/230.94x1=7.79 A.

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 34 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 41.58

e(parcial)=2x70x1800/53.47x230.94x6=3.4 V.=1.47 %

e(total)=3.08% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: TOMAS DE FUERZA II

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

I=2000/230.94x0.8=10.83 A.

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 34 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 43.04

e(parcial)=2x25x2000/53.19x230.94x6=1.36 V.=0.59 %

e(total)=2.17% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: AGRIUPACIÓN

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 1392 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

1392 W.(Coef. de Simult.: 1)

I=1392/230.94x0.8=7.53 A.

Se eligen conductores Unipolares 2x6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 41.06

e(parcial)=2x0.3x1392/53.57x230.94x6=0.01 V.=0 %

e(total)=1.59% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección diferencial:

Cálculo de la Línea: ALUMBRADO 2

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 380 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

380 W.

I=380/230.94x1=1.65 A.

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 14.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 40.39

e(parcial)=2x25x380/53.7x230.94x1.5=1.02 V.=0.44 %

e(total)=2.03% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: EMERGENCIAS

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

50 W.

I=50/230.94x1=0.22 A.

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 14.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 40.01

e(parcial)=2x20x50/53.77x230.94x1.5=0.11 V.=0.05 %

e(total)=1.63% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: ALUMBRADO 3

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

330 W.

I=330/230.94x1=1.43 A.

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 14.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 40.29

e(parcial)=2x25x330/53.72x230.94x1.5=0.89 V.=0.38 %

e(total)=1.97% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: ALUMBRADO 1

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 488 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

488 W.

I=488/230.94x1=2.11 A.

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 14.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 40.64

e(parcial)=2x15x488/53.65x230.94x1.5=0.79 V.=0.34 %

e(total)=1.93% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: ALUMBRADO CASETA

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 72 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

72 W.

I=72/230.94x1=0.31 A.

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 14.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 40.01

e(parcial)=2x15x72/53.77x230.94x1.5=0.12 V.=0.05 %

e(total)=1.64% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: ALUMBRADO CCM

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 72 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

  72 W.

I=72/230.94x1=0.31 A.

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 14.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 40.01

e(parcial)=2x5x72/53.77x230.94x1.5=0.04 V.=0.02 %

e(total)=1.6% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
DERIVACION IND.	235119.44	240	4(3x240)Al + 2x(Nx240) Al RZ-1	391.83	1220	1.61	1.61	4x160
B0A	3750	35	3x2.5+TTx2.5Cu	5.41	22	0.62	2.23	20
B0B	3750	35	3x2.5+TTx2.5Cu	5.41	22	0.62	2.23	20
B0C	3750	35	3x2.5+TTx2.5Cu	5.41	22	0.62	2.23	25
B0D	3750	35	3x2.5+TTx2.5Cu	6.01	22	0.62	2.23	25
B0F	3750	35	3x2.5+TTx2.5Cu	6.01	22	0.62	2.23	20
EQUIPO FILTRADO	10900	12	4x2.5+TTx2.5Cu	17.48	22	0.62	2.23	20
EQUIPO DESINFEC UV	6875	12	4x2.5+TTx2.5Cu	11.03	22	0.4	2.01	20
B1A BOMBEO IMPUL.	112500	40	3x70 (Apantallado) +TTx50Cu	181.42	193	0.88	2.49	50
B1B BOMBEO IMPUL.	112500	40	3x70 (Apantallado) +TTx50Cu	181.42	193	0.88	2.49	50
B1C BOMBEO IMPUL.	112500	40	3x70 (Apantallado)	181.42	193	0.88	2.49	50

			+TTx50Cu					
ALIM. A/A 1	2750	15	2x2.5+TTx2.5Cu	14.88	24	1.23	2.84	20
ALIM. A/A 2	2750	35	3x2.5+TTx2.5Cu	3.97	22	0.45	2.84	20
C. MANDO Y TELECOMU	1000	2	2x2.5+TTx2.5Cu	5.41	28	0.06	1.67	20
POLIPASTO	3750	25	3x2.5+TTx2.5Cu	5.41	22	0.44	2.05	20
VALVULA MOT. V1	425	15	3x2.5+TTx2.5Cu	0.61	22	0.03	1.64	20
VALVULA MOT. V2	425	40	3x2.5+TTx2.5Cu	0.61	22	0.08	1.69	20
BOMBA DRENAJE NAVE	1840	40	2x2.5+TTx2.5Cu	7.97	24	2.09	3.7	20
CUADRO ALUM. Y FUER	9192	10	4x6+TTx6Cu	16.58	31	0.18	1.79	25

Subcuadro CUADRO ALUM. Y FUER

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
TOMAS DE FUERZA III	4000	25	4x6+TTx6Cu	7.22	31	0.19	1.78	25
ALUMBRADO EXTERIOR	1800	70	2x6+TTx6Cu	7.79	34	1.47	3.06	25
TOMAS DE FUERZA II	2000	25	2x6+TTx6Cu	10.83	34	0.59	2.17	25
AGRIUPACIÓN	1392	0.3	2x6Cu	7.53	40	0	1.59	
ALUMBRADO 2	380	25	2x1.5+TTx1.5Cu	1.65	14.5	0.44	2.03	16
EMERGENCIAS	50	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.22	14.5	0.05	1.63	16
ALUMBRADO 3	330	25	2x1.5+TTx1.5Cu	1.43	14.5	0.38	1.97	16
ALUMBRADO 1	488	15	2x1.5+TTx1.5Cu	2.11	14.5	0.34	1.93	16
ALUMBRADO CASETA	72	15	2x1.5+TTx1.5Cu	0.31	14.5	0.05	1.64	16
ALUMBRADO CCM	72	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.31	14.5	0.02	1.6	16

4.3. CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.

- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo 35 mm² 40 m.

M. conductor de Acero galvanizado 95 mm²

Picas verticales de Cobre 14 mm

de Acero recubierto Cu 14 mm 3 picas de 2m.

de Acero galvanizado 25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 11.54 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la linea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la linea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

5. MEMORIA DE CÁLCULO – ENERGÍA FOTOVOLTÁICA HUERTO SOLAR

La memoria de cálculo de la energía fotovoltáica se encuentra también en el anejo 25 de justificación de la energía fotovoltáica, donde se justifican las potencias para dicha energía. No obstante, se incluyen en el presente anejo, del mismo modo, los cálculos eléctricos:

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$I = Pc / 1{,}732 \times U \times \cos\varphi = amp\ (A)$

$e = 1.732 \times I[(L \times \cos\varphi / k \times S \times n) + (Xu \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = voltios\ (V)$

Sistema Monofásico y Corriente Continua:

$I = Pc / U \times \cos\varphi = amp\ (A)$

$e = 2 \times I[(L \times \cos\varphi / k \times S \times n) + (Xu \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = voltios\ (V)$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

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

S = Sección del conductor en mm².

Cos φ = Coseno de fi. Factor de potencia. En Corriente continua, cos φ = 1.

n = Nº de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$K = 1/\rho$

$\rho = \rho_{20}[1+\alpha\ (T-20)]$

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

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

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

Cu = 0.017241 ohmiosxmm²/m

Al = 0.028262 ohmiosxmm²/m

α = Coeficiente de temperatura:

Cu = 0.00392

Al = 0.00403

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

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

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

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

Fórmulas Sobrecargas

Ib ≤ In ≤ Iz

I2 ≤ 1,45 Iz

Donde:

Ib: intensidad utilizada en el circuito.

Iz: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

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

I2: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).

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

Fórmulas Cortocircuito

* Ik3 = ct U / √3 (ZQ+ZT+ZL)

* Ik2 = ct U / 2 (ZQ+ZT+ZL)

* Ik1 = ct U / √3 (2/3·ZQ+ZT+ZL+(ZN ó ZPE))

¡ATENCION!: La suma de las impedancias es vectorial, son números complejos y se suman partes reales por un lado (R) e imaginarias por otro (X).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$Zt = (Rt^2 + Xt^2)^{1/2}$

Rt: $R_1 + R_2 + ...+ R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Xt: $X_1 + X_2 + ... + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Siendo:

Ik3: Intensidad permanente de c.c. trifásico (simétrico).

Ik2: Intensidad permanente de c.c. bifásico (F-F).

Ik1: Intensidad permanente de c.c. Fase-Neutro o Fase PE (conductor de protección).

ct: Coeficiente de tensión. (Condiciones generales de cc según Ikmax o Ikmin), UNE_EN 60909.

U: Tensión F-F.

ZQ: Impedancia de la red de Alta Tensión que alimenta nuestra instalación. Scc (MVA) Potencia cc AT.

$ZQ = ct\ U^2/ Scc$ $XQ = 0.995\ ZQ$ $RQ = 0.1\ XQ$ UNE_EN 60909

ZT: Impedancia de cc del Transformador. Sn (KVA) Potencia nominal Trafo, ucc% e urcc% Tensiones cc Trafo.

$ZT = (ucc\%/100)\ (U^2/ Sn)$ $RT = (urcc\%/100)\ (U^2/ Sn)$ $XT = (ZT^2 - RT^2)^{1/2}$

ZL,ZN,ZPE: Impedancias de los conductores de fase, neutro y protección eléctrica respectivamente.

$R = \rho\ L / S \cdot n$

$X = Xu \cdot L / n$

R: Resistencia de la línea.

X: Reactancia de la línea.

L: Longitud de la línea en m.

ρ: Resistividad conductor, (Ikmax se evalúa a 20ºC, Ikmin a la temperatura final de cc según condiciones generales de cc).

S: Sección de la línea en mm². (Fase, Neutro o PE)

Xu: Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: nº de conductores por fase.

* Curvas válidas. (Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B	IMAG = 5 In
CURVA C	IMAG = 10 In
CURVA D	IMAG = 20 In

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$Rt = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$Rt = \rho / L$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$Rt = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$Rt = 1 / (Lc/2\rho + Lp/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

Lc: Longitud total del conductor (m)

Lp: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

Instalación Fotovoltaica Aislada de Red

Rendimiento energético de la instalación

$$R = [1- kb - kc - kv - kr] \cdot [1- (ka \cdot N/Pd)]$$

Siendo,

R: Rendimiento energético de la instalación.

kb: Coeficiente de pérdidas por rendimiento Baterías.

kc: Coeficiente de pérdidas en Convertidor.

kv: Coeficiente de pérdidas en Equipos y Cableado.

kr: Coeficiente de pérdidas en Regulador.

ka: Coeficiente de Pérdidas por Autodescarga Baterías.

N: Nº Días de Autonomía de la instalación, cubiertos por la batería.

Pd: Profundidad descarga máxima baterías (%/100).

E: Energía diaria necesaria en el mes en estudio (Wh/día) = Et / R.

Et: Consumo eléctrico diario en el mes en estudio (Wh/día).

R: Rendimiento energético de la instalación.

Ep: Energía diaria generada por paneles fotovoltaicos en el mes en estudio (Wh/día) = Pu · HSP.

Pu: Potencia útil módulos fotovoltaicos.

HSP: Recurso fotovoltaico, Horas Sol Pico mes en estudio (h/día).

Potencia útil módulos Fotovoltaicos

$$Pu = Pp \cdot ft$$

Siendo,

Pu: Potencia útil módulos fototovoltaicos (W).

Pp: Potencia máxima (pico) módulos fotovoltaicos (W).

ft: Factor temperatura células.

Nº Módulos Fotovoltaicos necesario

$$Np = E / Ep$$

Siendo,

Np: Número módulos fotovoltaicos necesario.

Bombeo 1

Datos Módulos Fotovoltaicos

Dimensiones:

- Longitud (mm): 2279
- Anchura (mm): 1134
- Altura (mm): 35

Potencia máxima (W): 540

Tensión de vacío (V): 49.6

Corriente de c.c. (A): 13.86

Voltaje máxima potencia (V): 41.64

Corriente máxima potencia (A): 12.97

Eficiencia módulo (%): 20.9

Coef. Tª PMax (%/°C): -0.35

Coef. Tª Isc (%/°C): 0.05

Coef. Tª Voc (%/°C): -0.28

NOCT (°C): 45

Potencia Pico Instalada "P"

P (kWp): 165.24

Nº módulos: 306

Cálculo Circuito Eléctrico

Las características generales de la red son:

Tensión:

Continua - U(V): 749.52002

Alterna UFF(V): 400

Cos φ : 0,8

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
26	78	A02	139	Al	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 2 Unp.	-116,73	125/125		2x120	200/1	160
46	A02	49	8	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-12,97	15		2x6	49/1	16
47	A02	50	13	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-12,97	15		2x6	49/1	16
48	A02	51	24	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-12,97	15		2x6	49/1	16
49	A02	52	4	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-12,97	15		2x6	53/1	50
51	A02	54	21	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-12,97	15		2x6	53/1	50
27	78	A01	90	Al	Cond.enterr. RV-Al Eca 2 Unp.	-103,76	125/125		2x95	185/1	140
68	78	79									
71	79	81	12	Cu/0.08	Bandeja no P. RVKV-K Eca 3 Unp.	162,38	250/207	R.T.Dif./300AC	3x95/50	252/1	
24	57	A01	45	Cu	Cond.enterr. RV-K Eca 3 Unp.	12,97	15		2x6	53/1	50
19	58	A01	34	Cu	Cond.enterr. RV-K Eca 3 Unp.	12,97	15		2x6	53/1	50
20	59	A01	14	Cu	Cond.enterr. RV-K Eca 3 Unp.	12,97	15		2x6	53/1	50
21	60	A01	24	Cu	Cond.enterr. RV-K Eca 3 Unp.	12,97	15		2x6	53/1	50
22	62	A01	18	Cu	Cond.enterr. RV-K Eca 3 Unp.	12,97	15		2x6	53/1	50

22	61	A01	7	Cu	Cond.enterr. RV-K Eca 3 Unp.	12,97	15		2x6	53/1	50
23	63	A01	17	Cu	Cond.enterr. RV-K Eca 3 Unp.	12,97	15		2x6	53/1	50
24	64	A01	31	Cu	Cond.enterr. RV-K Eca 3 Unp.	12,97	15		2x6	53/1	50
50	A02	53	10	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-12,97	15		2x6	53/1	50
53	A02	56	30	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-12,97	15		2x6	53/1	50
52	A02	55	20	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-12,97	15		2x6	53/1	50
45	A02	48	17	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-12,97	15		2x6	49/1	16

Nudo	Función	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
A02	Cuadro Eléctrico	2,314		0,309						
A01	Cuadro Eléctrico	4,667		0,623						
48	Panel FV	0,93		0,124	12,97 A					
49	Panel FV	1,663		0,222	12,97 A					
50	Panel FV	1,256		0,168	12,97 A					
51	Panel FV	0,36		0,048	12,97 A					
52	Panel FV	2,006		0,268	12,97 A					
53	Panel FV	1,543		0,206	12,97 A					
54	Panel FV	0,694		0,093	12,97 A					
55	Panel FV	0,771		0,103	12,97 A					
56	Panel FV	0	749,52	0	12,97 A					
57	Panel FV	1,196		0,16	12,97 A					
58	Panel FV	2,044		0,273	12,97 A					
59	Panel FV	3,587		0,479	12,97 A					
60	Panel FV	2,816		0,376	12,97 A					
61	Panel FV	4,127		0,551	12,97 A					
62	Panel FV	3,279		0,437	12,97 A					
63	Panel FV	3,356		0,448	12,97 A					
64	Panel FV	2,276		0,304	12,97 A					
78	Cuadro Eléctrico	10,794		1,44*						
79	Cuadro Eléctrico	-0,087		0,022		11,78548	11,52941	9,53681		9,78226
81	Caja Reg.	0,643		0,161	-162,38 A(-90 kW)	11,07979	9,82418	7,38576		8,90534

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
26	78	A02	0,12474	4,5	0,12474	125; C
46	A02	49	0,01386	50	0,01386	15
47	A02	50	0,01386	50	0,01386	15
48	A02	51	0,01386	50	0,01386	15
49	A02	52	0,01386	50	0,01386	15
51	A02	54	0,01386	50	0,01386	15
27	78	A01	0,11088	4,5	0,11088	125; C
71	79	81	11,78548	15	7,38576	250; C
24	57	A01	0,01386	50	0,01386	15

19	58	A01	0,01386	50	0,01386	15
20	59	A01	0,01386	50	0,01386	15
21	60	A01	0,01386	50	0,01386	15
22	62	A01	0,01386	50	0,01386	15
22	61	A01	0,01386	50	0,01386	15
23	63	A01	0,01386	50	0,01386	15
24	64	A01	0,01386	50	0,01386	15
50	A02	53	0,01386	50	0,01386	15
53	A02	56	0,01386	50	0,01386	15
52	A02	55	0,01386	50	0,01386	15
45	A02	48	0,01386	50	0,01386	15

Bombeo 2

Datos Módulos Fotovoltaicos

Dimensiones:

- Longitud (mm): 2279
- Anchura (mm): 1134
- Altura (mm): 35

Potencia máxima (W): 540

Tensión de vacío (V): 49.6

Corriente de c.c. (A): 13.86

Voltaje máxima potencia (V): 41.64

Corriente máxima potencia (A): 12.97

Eficiencia módulo (%): 20.9

Coef. Tª PMax (%/°C): -0.35

Coef. Tª Isc (%/°C): 0.05

Coef. Tª Voc (%/°C): -0.28

NOCT (°C): 45

Potencia Pico Instalada "P"

P (kWp): 165.24

Nº módulos: 306

Cálculo Circuito Eléctrico

Las características generales de la red son:

Tensión:

Contínua - U(V): 749.52002

Alterna UFF(V): 400

Cos φ : 0,8

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
3	B01	4	24	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-12,97	15		2x6	53/1	50
5	B01	6	19	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-12,97	15		2x6	53/1	50
6	B01	7	16	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-12,97	15		2x6	53/1	50
9	B01	10	6	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-12,97	15		2x6	53/1	50
14	13	B02	76	Al	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 2 Unp.	-103,76	125/122		2x70	140/1	125
15	B02	16	6	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-12,97	15		2x6	53/1	50
21	B02	22	15	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-12,97	15		2x6	53/1	50
22	B02	23	12	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-12,97	15		2x6	49/1	16
63	B01	13	114	Al	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 2 Unp.	116,73	125/125		2x120	200/1	160
65	65	68	12	Cu/0.08	Bandeja no P. RVKV-K Eca 3 Unp.	162,38	250/207	R.T.Dif./300AC	3x95/50	252/1	
20	17	B02	14	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	12,97	15		2x6	53/1	50

21	18	B02	26	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	12,97	15		2x6	53/1	50
22	20	B02	25	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	12,97	15		2x6	53/1	50
23	19	B02	38	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	12,97	15		2x6	53/1	50
19	5	B01	37	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	12,97	15		2x6	53/1	50
20	3	B01	34	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	12,97	15		2x6	53/1	50
21	1	B01	43	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	12,97	15		2x6	53/1	50
22	21	B02	25	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	12,97	15		2x6	53/1	50
23	9	B01	14	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	12,97	15		2x6	53/1	50
24	8	B01	25	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	12,97	15		2x6	53/1	50

Nudo	Función	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
1	Panel FV	0,073		0,01	12,97 A					
B01	Cuadro Eléctrico	3,39		0,452						
3	Panel FV	0,767		0,102	12,97 A					
4	Panel FV	1,539		0,205	12,97 A					
5	Panel FV	0,536		0,071	12,97 A					
6	Panel FV	1,924		0,257	12,97 A					
7	Panel FV	2,156		0,288	12,97 A					
8	Panel FV	1,461		0,195	12,97 A					
9	Panel FV	2,31		0,308	12,97 A					
10	Panel FV	2,927		0,391	12,97 A					
B02	Cuadro Eléctrico	2,931		0,391						
16	Panel FV	2,469		0,329	12,97 A					
17	Panel FV	1,851		0,247	12,97 A					
18	Panel FV	0,926		0,124	12,97 A					
19	Panel FV	0	749,52	0	12,97 A					
20	Panel FV	1,003		0,134	12,97 A					
21	Panel FV	1,003		0,134	12,97 A					
22	Panel FV	1,774		0,237	12,97 A					
23	Panel FV	1,954		0,261	12,97 A					
65	Cuadro Eléctrico	-0,087		0,022		11,78548	11,52941	9,53681		9,78226
68	Caja Reg.	0,643		0,161	-162,38 A(-90 kW)	11,07979	9,82418	7,38576		8,90534

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
3	B01	4	0,01386	50	0,01386	15
5	B01	6	0,01386	50	0,01386	15
6	B01	7	0,01386	50	0,01386	15
9	B01	10	0,01386	50	0,01386	15
14	13	B02	0,11088	4,5	0,11088	125; C
15	B02	16	0,01386	50	0,01386	15
21	B02	22	0,01386	50	0,01386	15
22	B02	23	0,01386	50	0,01386	15
62	13	65				
63	65	66	12,00045		9,5368	
63	B01	13	0,12474	4,5	0,12474	125; C
65	65	68	11,78548	15	7,38576	250; C
20	17	B02	0,01386	50	0,01386	15
21	18	B02	0,01386	50	0,01386	15
22	20	B02	0,01386	50	0,01386	15
23	19	B02	0,01386	50	0,01386	15
19	5	B01	0,01386	50	0,01386	15
20	3	B01	0,01386	50	0,01386	15
21	1	B01	0,01386	50	0,01386	15
22	21	B02	0,01386	50	0,01386	15
23	9	B01	0,01386	50	0,01386	15
24	8	B01	0,01386	50	0,01386	15

Bombeo 3

Datos Módulos Fotovoltaicos

Dimensiones:

- Longitud (mm): 2279
- Anchura (mm): 1134
- Altura (mm): 35

Potencia máxima (W): 540

Tensión de vacío (V): 49.6

Corriente de c.c. (A): 13.86

Voltaje máxima potencia (V): 41.64

Corriente máxima potencia (A): 12.97

Eficiencia módulo (%): 20.9

Coef. Tª PMax (%/°C): -0.35

Coef. Tª Isc (%/°C): 0.05

Coef. Tª Voc (%/°C): -0.28

NOCT (°C): 45

Potencia Pico Instalada "P"

P (kWp): 165.24

Nº módulos: 306

Cálculo Circuito Eléctrico

Las características generales de la red son:

Tensión:

Contínua - U(V): 749.52002

Alterna UFF(V): 400

Cos φ : 0,8

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
9	19	20	9	Cu/0.08	Bandeja no P. RVKV-K Eca 3 Unp.	162,38	250/207	R.T.Dif./300AC	3x95/50	252/1	
15	15	C01	17	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	12,97	15		2x6	49/1	16
16	23	C01	11	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	12,97	15		2x6	49/1	16
18	18	C01	28	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	12,97	15		2x6	53/1	50
19	17	C01	33	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	12,97	15		2x6	53/1	50
20	16	C01	46	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	12,97	15		2x6	53/1	50
21	8	C01	36	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	12,97	15		2x6	49/1	16
22	12	C01	18	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	12,97	15		2x6	53/1	50
23	13	C01	11	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	12,97	15		2x6	53/1	50
24	14	C01	26	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	12,97	15		2x6	53/1	50
23	C02	27	124	Al	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 2 Unp.	103,76	125/125		2x120	200/1	160
23	C01	27	160	Al	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 2 Unp.	116,73	125/125		2x150	230/1	180

15	C02	31	41	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	-12,97	15		2x6	53/1	50
16	C02	32	30	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	-12,97	15		2x6	53/1	50
17	C02	33	20	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	-12,97	15		2x6	53/1	50
18	C02	34	50	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	-12,97	15		2x6	53/1	50
19	C02	35	39	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	-12,97	15		2x6	53/1	50
20	C02	36	23	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	-12,97	15		2x6	53/1	50
21	C02	37	13	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	-12,97	15		2x6	53/1	50
22	C02	38	7	Cu	Cond.enterr. RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	-12,97	15		2x6	53/1	50

19	Cuadro Eléctrico	-0,065		0,016		11,83897	11,64824	9,66061		9,83759
20	Caja Reg.	0,482		0,121	-162,38 A(-90 kW)	11,30975	10,37293	8,06529		9,19893
23	Panel FV	2,653		0,354	12,97 A					
27	Cuadro Eléctrico	11,204		1,495*						
31	Panel FV	1,431		0,191	12,97 A					
32	Panel FV	2,279		0,304	12,97 A					
33	Panel FV	3,051		0,407	12,97 A					
34	Panel FV	0,736		0,098	12,97 A					
35	Panel FV	1,585		0,211	12,97 A					
36	Panel FV	2,819		0,376	12,97 A					
37	Panel FV	3,591		0,479	12,97 A					
38	Panel FV	4,053		0,541	12,97 A					

Nudo	Función	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
C01	Cuadro Eléctrico	3,549		0,473						
C02	Cuadro Eléctrico	4,593		0,613						
8	Panel FV	0,617		0,082	12,97 A					
12	Panel FV	2,16		0,288	12,97 A					
13	Panel FV	2,7		0,36	12,97 A					
14	Panel FV	1,543		0,206	12,97 A					
15	Panel FV	2,164		0,289	12,97 A					
16	Panel FV	0	749,52	0	12,97 A					
17	Panel FV	1,003		0,134	12,97 A					
18	Panel FV	1,389		0,185	12,97 A					

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
9	19	20	11,83897	15	8,06529	250; C
15	15	C01	0,01386	50	0,01386	15
16	23	C01	0,01386	50	0,01386	15
20	19	24	12,00045		9,66061	
21	19	27				
18	18	C01	0,01386	50	0,01386	15
19	17	C01	0,01386	50	0,01386	15
20	16	C01	0,01386	50	0,01386	15
21	8	C01	0,01386	50	0,01386	15
22	12	C01	0,01386	50	0,01386	15
23	13	C01	0,01386	50	0,01386	15
24	14	C01	0,01386	50	0,01386	15
23	C02	27	0,11088	4,5	0,11088	125; C
23	C01	27	0,12474	4,5	0,12474	125; C
15	C02	31	0,01386	50	0,01386	15
16	C02	32	0,01386	50	0,01386	15
17	C02	33	0,01386	50	0,01386	15
18	C02	34	0,01386	50	0,01386	15
19	C02	35	0,01386	50	0,01386	15
20	C02	36	0,01386	50	0,01386	15
21	C02	37	0,01386	50	0,01386	15
22	C02	38	0,01386	50	0,01386	15

Cálculo de la Puesta a Tierra:

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.

- El electrodo en la puesta a tierra, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm² 35 m.
M. conductor de Acero galvanizado	95 mm²
Picas verticales de Cobre	14 mm
de Acero recubierto Cu	14 mm 6 picas de 2m.
de Acero galvanizado	25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 10,17 ohmios.