

ANEJO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

ÍNDICE

1. OBJETO	1
2. REGLAMENTO Y DISPOSICIONES OFICIALES	1
3. COMPAÑÍA SUMINISTRADORA	1
4. SUMINISTRO ALTERNATIVO DE ENERGÍA.....	1
5. DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA Y GARANTÍA DE SUMINISTRO	1
6. CUADROS DE PROTECCIÓN.....	2
7. MECANISMOS.....	3
8. ALUMBRADO	3
9. ALUMBRADO DE EMERGENCIA	3
9.1. ALUMBRADO DE SEGURIDAD	3
9.2. ALUMBRADO DE EVACUACIÓN	3
9.3. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	3
10. CABLEADO	3
10.1. JUSTIFICACIÓN DE CÁLCULO	4
11. CANALIZACIONES	5
12. RED DE TIERRAS	5
12.1. CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD	7
12.2. RESISTENCIA DE LAS TOMAS DE TIERRA.....	7
12.3. TOMAS DE TIERRA INDEPENDIENTES	7

APENDICE 1: CÁLCULOS ELÉCTRICOS

APENDICE 2: PLANOS

1.OBJETO

El presente anejo de la memoria tiene como objeto la definición de la instalación eléctrica de baja tensión e iluminación de las instalaciones existentes y las ampliaciones proyectadas de la EBAR de Sabón en Arteixo.

2.REGLAMENTO Y DISPOSICIONES OFICIALES

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, aprobados por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, modificado por el Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica y sus modificaciones a fecha de elaboración del presente proyecto.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de Unión Fenosa Distribución.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

3.COMPAÑÍA SUMINISTRADORA

La compañía suministradora eléctrica de las instalaciones que son objeto el presente proyecto es Unión Fenosa Distribución.

4.SUMINISTRO ALTERNATIVO DE ENERGÍA

La instalación existente dispone de un grupo electrógeno, de 180 kVA, que permite un suministro inferior al necesario para trabajar con el bombeo al 100% de su capacidad.

En el presente proyecto no se realizarán cambios en el apartado de suministro alternativo de energía, quedando este limitado en su capacidad en situaciones de excepción ante la falta de suministro eléctrico.

5.DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA Y GARANTÍA DE SUMINISTRO

Se proyecta un nuevo edificio, para la ubicación del cuadro general, anexo al centro de transformación existente.

En el cuadro principal se instala la protección y el control de los equipos nuevos y existentes, así como la alimentación a los subcuadros del edificio de desbaste, de forma que se elimina el cuadro principal actual.

En caso de ausencia de suministro eléctrico de la Compañía entraría en funcionamiento el grupo electrógeno autónomo, suministrando energía eléctrica al Cuadro General. En el momento de ser necesario el suministro eléctrico del grupo electrógeno el sistema realizará el desacople de la red, de forma automática, para evitar el que haya una tensión de retorno a las líneas de la Compañía, también es importante esta desconexión para evitar el peligroso acople simultáneo de tensiones de Compañía y grupo electrógeno.

El grupo electrógeno existente de 180 kVA no suministra la potencia suficiente para alimentar todas las cargas eléctricas. Las cargas consideradas "no prioritarias" deben desconectarse cuando el suministro eléctrico se realiza a través del grupo electrógeno de emergencia, para poder reducir la demanda eléctrica de las instalaciones a un valor que pueda proporcionar el grupo electrógeno con garantía de suministro, quedando limitado el número de bombas en funcionamiento a una.

El control de las cargas conectadas será dependiente del sistema de automatización, que en función de la energía consumida pondrá en marcha o parará las distintas cargas en función de las prioridades.

Las cargas previstas en la instalación se distribuirán del siguiente modo:

Descripción	P. Unit (kW)	Uds	Función	P. Tot. (kW)	P. Func. (kW)	Coef. Simult.	P. Simult. (kW)
EDIFICIO DE DESBASTE. ACTUAL							
POZO DE GRUESOS							
POLIPASTO	1,70	1	1,00	1,70	1,70	0,00	0,00
CUCHARA	2,20	1	1,00	2,20	2,20	1,00	2,20
DESBASTE DE FINOS							
REJA AUTOMÁTICA DE DESBASTE	2,20	1	1,00	2,20	2,20	1,00	2,20
ILUMINACIÓN							
INTERIOR EDIFICIO DE DESBASTE	0,12	6	6,00	0,72	0,72	1,00	0,72
SUBTOTAL Kw				6,82	6,82		5,12

Descripción	P. Unit (kW)	Uds	Función	P. Tot. (kW)	P. Func. (kW)	Coef. Simult.	P. Simult. (kW)
BOMBEO ACTUAL							
BOMBEOS							
BOMBEO ACTUAL	125,00	4	3,00	500,00	375,00	1,00	375,00
COMPRESOR SISTEMA ANTIARIETE							
COMPRESOR SISTEMA ANTIARIETE	0,40	1	1,00	0,40	0,40	0,00	0,00
SUBTOTAL Kw				500,40	375,40		375,00

Descripción	P. Unit (kW)	Uds	Función	P. Tot. (kW)	P. Func. (kW)	Coef. Simult.	P. Simult. (kW)
NUEVA ARQUETA CONEXIÓN BOMBEOS							
COMPUERTAS	1,60	2	2,00	3,20	3,20	1,00	3,20
SUBTOTAL Kw				3,20	3,20		3,20

Descripción	P. Unit (kW)	Uds	Función	P. Tot. (kW)	P. Func. (kW)	Coef. Simult.	P. Simult. (kW)
AMPLIACIÓN BOMBEO							
BOMBEOS							
AMPLIACIÓN BOMBEO	125,00	3	2,00	375,00	250,00	1,00	250,00
BOMBEO DE ACHIQUE C. LLAVES	1,10	1	1,00	1,10	1,10	0,00	0,00
EDIFICIO CUADROS ELÉCTRICOS							
EQUIPOS DE CONTROL	0,60	1	1,00	0,60	0,60	1,00	0,60
ILUMINACIÓN SALA CUADROS	0,028	4	4,00	0,11	0,11	0,00	0,00
SUBTOTAL Kw				376,81	251,81		250,71
TOTAL Kw				887,23	637,23		634,03

El funcionamiento del bombeo, controlado por un PLC y un panel táctil en que monitorizan estados, alarmas, históricos..., permite realizar el control del bombeo de forma que no se sobrepasen los límites de caudal ni de consumo eléctrico.

Se dispone de un variador y 4 arrancadores para el bombeo existente y otro variador y 3 arrancadores para el nuevo bombeo.

En cada uno de los bombeos se el variador controlará, en alternancia, las distintas bombas entrando en servicio las restantes mediante los arrancadores suaves. En el esquema unifilar se define el conexionado mediante juegos de contactores que permiten esta maniobra.

De esta forma, el primer bombeo empieza regulando con variador y el resto de bomba entran en función de la demanda de forma secuencial. Una vez alcanzado el límite del bombeo que está en funcionamiento, el siguiente bombeo seguirá conectando arrancadores hasta la última bomba que se conecta a través del variador; de esta forma, la última bomba entra de forma controlada para no superar los límites de caudal ni de consumo.

En la situación de máximo caudal el bombeo tiene 2 bombas reguladas por variador y 3 bombas conectadas a través de los arrancadores.

6. CUADROS DE PROTECCIÓN

De acuerdo con las instrucciones ITC-BT-17, ITC-BT-22, ITC-BT-23, ITC-BT-24 y ITC-BT-28 se encuentran instalados los cuadros generales de distribución en el punto más próximo a la entrada de la acometida.

Los cuadros eléctricos contendrán protecciones contra sobrecargas (interruptores magnetotérmicos) y de protección contra contactos directos e indirectos (interruptores diferenciales).

Los interruptores magnetotérmicos constituyen las protecciones contra sobrecargas motivadas por sobrecargas o cortocircuitos. Así pues, para una correcta elección de los magnetotérmicos se ha de tener en cuenta:

- Intensidades máximas admisibles de los conductores a proteger, que se obtienen de las tablas de las instrucciones ITC-BT-06 y ITC-BT-19 según el tipo de conductor.
- Intensidad de cortocircuito en el punto de instalación.

En referencia a este último aspecto, una técnica conocida como filiación nos permite utilizar un dispositivo de protección con un poder de corte inferior a la corriente de cortocircuito prevista en el punto en el que se ha instalado, con tal de que aguas arriba se disponga de otro dispositivo que, con el poder de corte requerido, deje pasar una energía soportable por el dispositivo situado aguas abajo.

Mediante esta técnica se logra una instalación mucho más económica, ya que el dimensionado de los interruptores aguas abajo puede ser inferior a los requerimientos iniciales.

Los interruptores diferenciales constituyen dispositivos de protección contra los contactos tanto directos como indirectos.

El contacto de una persona con un elemento en tensión puede ser directo o indirecto. Se dice que es directo cuando dicho elemento se encuentra normalmente en tensión. Por el contrario, el contacto se define como indirecto si el elemento ha sido puesto en tensión accidentalmente, por ejemplo, por un fallo de aislamiento.

Estos dispositivos están compuestos por:

- Transformador toroidal.
- Relé electromecánico.
- Mecanismo de conexión y desconexión.
- Circuito auxiliar de prueba.

Su funcionamiento se basa en que, cuando la suma vectorial de las intensidades que pasan por el transformador es distinta de cero, en el secundario de dicho transformador se induce una tensión que provoca la excitación del relé dando lugar a una desconexión del interruptor.

Para que se produzca la apertura, el valor de la corriente de fuga debe ser superior a un determinado valor. Este valor constituye la sensibilidad del aparato.

Según la ITC-BT-24, la sensibilidad de los interruptores diferenciales depende de la resistencia a tierra de las masas:

- En emplazamientos secos:

$$R \leq \frac{50}{I_s}$$

- En emplazamientos húmedos o mojados:

$$R \leq \frac{24}{I_s}$$

Donde I_s es la sensibilidad en amperios del interruptor a utilizar.

Para la protección contra sobrecargas todos los circuitos que parten del cuadro general de distribución irán protegidos mediante interruptores automáticos diferenciales del tipo mixto (magnetotérmico más diferencial) calibrados de acuerdo con las cargas de los circuitos y en ningún caso su calibre será superior a la densidad de corriente del conductor que de él parte. La protección contra cortocircuitos estará asegurada por dichos interruptores magnetotérmicos, siendo su poder de corte superior a la I_{cc} prevista.

La protección de personas contra los contactos directos se realizará según lo establecido en ITC-BT-24, mediante la conjunción de las medidas siguientes:

- Protección por aislamiento de las partes activas (bajo tensión) de la instalación de modo que sea imposible un contacto fortuito.
- Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación.
- Aislamiento de las partes activas de la instalación.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

Para las protecciones contra contactos indirectos, se tomarán las indicadas en el apartado 2 de la ITC-BT-24.

Aparte de las medidas anteriores, se incluirán las de la clase B, asociando la puesta a tierra de las masas mediante conexiones equipotenciales con dispositivos de corte por intensidad de defecto, de tal forma que un



defecto franco no pueda producir un potencial a tierra superior a: 24 V para locales húmedos y 50 V para locales secos, para lo cual el valor de la resistencia a tierra será inferior al valor:

$$R = \frac{24}{I_s}$$

En donde:

R = Valor de puesta a tierra.

I_s = Valor de la sensibilidad en Amperios del interruptor diferencial.

Sustituyendo para I_s = 0,3 A.

$$R = \frac{24}{0,3}$$

Siendo el valor máximo de la resistencia a tierra 80 ohmios.

7. MECANISMOS

Los mecanismos instalados serán:

- Tomas de corriente monofásica 10/16 A de empotrar, en la sala de cuadros.
- Interruptor estanco de empotrar en el interior de la sala de cuadros.
- Selectores de encendido estancos de instalación en panel de cuadro y contactores y arrancadores para encendido de equipos a motor de forma manual.

8. ALUMBRADO

Las luminarias y sus condiciones de instalación se adaptarán a las indicaciones de la instrucción ITC-BT-44. En la elección de las luminarias empleadas hay que tener en cuenta su integración en el entorno en que están instaladas, por lo que mantendrán una calidad y diseño acorde con el edificio.

Los aparatos de alumbrado a utilizar serán de tipo led.

El nivel de iluminación será adecuado a las actividades a realizar en el local considerado, con el fin de asegurar la comodidad de las personas en todas las dependencias de la nave, y cumplir con las disposiciones legales en materia de seguridad e higiene en lugares de trabajo, en locales destinados a tal fin.

Los niveles mínimos de iluminación se definen según la norma UNE-EN 12464-1.

El tipo de luminaria utilizado será:

- En el interior de la sala de cuadros se instalarán 4 luminarias Eulumdat TTP LED 26W TOP [1180mm] o similar.

9. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

El alumbrado de emergencia cumplirá con las exigencias dispuestas en el Código Técnico de la Edificación, según lo dispuesto en el DB SU Seguridad de Utilización: SU 4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.

9.1. ALUMBRADO DE SEGURIDAD

Para cumplimentar la instrucción ITC-BT-28 se instalará un sistema de aparatos de alumbrado de emergencia que en caso de falta del alumbrado ordinario faciliten la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior.

El alumbrado de emergencia deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora proporcionando en el eje de los pasos principales, en las salidas y en los puntos de ubicación de los cuadros eléctricos, una iluminación adecuada.

Este alumbrado estará formado por aparatos autónomos automáticos que entrarán en funcionamiento al producirse un fallo en el alumbrado ordinario o cuando la tensión alcance un valor al 70% de su valor inicial.

9.2. ALUMBRADO DE EVACUACIÓN

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados. Se instalarán para funcionar de modo permanente señalizando las salidas del local. Proporcionarán a nivel de suelo en el eje de los pasillos una iluminación de 1 lux como mínimo.

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 de alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

Estará formado por aparatos autónomos automáticos y su instalación será igual a los aparatos de alumbrado de seguridad según la instrucción ITC-BT-28.

9.3. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Se instalarán las siguientes luminarias de emergencia, o similar:

- Zumtobel 42 180 402 RESCLITE C ANTI-PANIC AD LED NT1 WH [STD] o similar.

10. CABLEADO

Las secciones de los conductores se determinarán de acuerdo al R.E.B.T. en sus instrucciones complementarias ITC-BT-06 (para conductores de tensión nominal de aislamiento de 1.000 V instalados al aire), ITC-BT-07 (tensión de aislamiento de 1.000 V en instalación enterrada) y ITC-BT-019 (tensión de aislamiento de hasta 750 V).

Para circuitos de alimentación en las derivaciones a luminarias, a tomas de corriente y mando se empleará conductor con tensión de aislamiento 750V. Para el resto de circuitos se empleará conductor de tensión de aislamiento 1.000 V. Los conductores que discurren en bandeja serán siempre de tensión de aislamiento de 1.000 V.

Las secciones se calcularán por densidad de corriente, caída de tensión y potencia de cortocircuito, tomándose la más crítica de ellas.

Su sección será tal que la caída de tensión desde el origen de la instalación, a cualquier punto de ella, no será superior a (según ITC-BT-19 apartado 2.2.2.):

4.5% de la nominal para Alumbrado

6.5% de la nominal para Fuerza

Las intensidades máximas admisibles serán las correspondientes a las cargas previstas según las tablas de intensidades máximas admisibles de las citadas instrucciones, teniéndose en cuenta además los factores de



corrección por agrupamiento y temperatura, para el presente caso, se considerará la temperatura ambiente de 30°C.

La sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases, teniendo en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios.

Los conductores de protección de acuerdo con el apartado 2.3. de la ITC-BT-019, tendrán una sección mínima igual a la fijada por la Tabla 2 (de la citada instrucción), es decir, sección del conductor de protección igual a la sección del conductor de fase para valores de ésta menores o iguales de 16 mm², sección de protección 16 mm² para secciones de fase entre 16 y 35 mm² y sección de protección mitad de la sección de fase para secciones de fase mayores de 35 mm².

Para la identificación de los conductores, se utilizarán los siguientes colores normalizados.

Conductor de fase R:	Color NEGRO.
Conductor de fase S:	Color GRIS.
Conductor de fase T:	Color MARRON.
Conductor NEUTRO:	Color AZUL.
Conductor PROTECCION:	Color AMARILLO-VERDE

Los conductores deberán estar constituidos según las normas UNE 211002 y UNE 211025, y serán salvo que se exprese lo contrario de cobre clase 5. Las características físicas, mecánicas y eléctricas del material deberán satisfacer lo previsto en las normas UNE-EN 60332, 50575, 60754-2, 61034, 60754, 50200.

Los aislamientos y cubiertas ampliarán las siguientes normas:

- No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
- No propagación del incendio según UNE-EN 60332-3 e IEC 60332-3.
- Resistente al fuego: (PH120) mínimo 120 minutos a 840 °C: según UNE-EN 50200 e IEC 60331-2 para Ø cable < 20 mm. según UNE-EN 50362 e IEC 60331-1 para Ø cable > 20 mm. 180' a 950°C (cat C) categoría C,W & Z según BS6387.
- Resistente al fuego: 180' a 950°C (cat C) categoría C,W & Z según BS6387.
- Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754
- Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%.
- Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.
- Reacción al fuego CPR, Cca -s1a, d1, a1 según la norma EN 50575.

Siempre que los elementos de la instalación lo permitan se efectuarán las conexiones con terminales de presión. En cualquier caso, se retirará la envoltura imprescindible para realizar el acoplamiento a terminales o bornas de conexión. No se admitirán conexiones donde el conductor pelado sobresalga de la borna o terminal.

Las derivaciones se realizarán siempre mediante bornas o kits. No se permitirán empalmes realizados por torsión de un conductor sobre otro.

10.1. JUSTIFICACIÓN DE CÁLCULO

Las secciones de los conductores se calculan de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, Decreto 842/2002 del 2 de Agosto B.O.E. de fecha 18 de septiembre de 2002, en lo que se refiere a densidades de corriente y caídas de tensión.

Para el cálculo de la intensidad de corriente, en función de la potencia, emplearemos las fórmulas siguientes:

Para tramos monofásicos (Fase y neutro):

$$I = \frac{P}{E * \cos \varphi}$$

Para tramos trifásicos:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * E * \cos \varphi}$$

En las que:

I = Intensidad por fase en amperios.

P = Potencia instalada en vatios.

Cos φ = Factor de potencia.

Para el cálculo de la caída de tensión en función de la intensidad por fase, se aplican las siguientes fórmulas:

Para los tramos monofásicos. (Fase y neutro o dos fases).

$$e = \frac{2 L * I * \cos \varphi}{K * S}$$

Para tramos trifásicos:

$$e = \frac{\sqrt{3} * L * I * \cos \varphi}{K * S}$$

En las que:

S = Sección del conductor en mm².

L = Longitud del conductor en m.

I = Intensidad de la corriente en amperios.

cos φ = Factor de potencia.

K = Coeficiente de conductividad (Cu = 56).

e = Caída de tensión en voltios.



En los cálculos de los conductores se considerará la caída de tensión máxima (ITC-BT-19, apartado 2.2.2) desde el origen de la instalación hasta el punto más alejado de la misma con los siguientes valores:

ALUMBRADO:

-Caída de tensión Cuadro General de distribución a Subcuadro de Alumbrado:	1,5%
-Caída de tensión circuito derivado de Subcuadro de Alumbrado:	3,0%
CAIDA DE TENSION TOTAL:	4,5%

=====

FUERZA:

-Caída de tensión Cuadro General de distribución a Subcuadro de Fuerza:	3%
-Caída de tensión circuito derivado de Subcuadro de Fuerza:	3,5%
CAIDA DE TENSION TOTAL:.....	6,5 %

En el apéndice 1 se muestran los cálculos de las secciones de las líneas eléctricas.

11. CANALIZACIONES

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación.

Se reutilizarán las canalizaciones existentes para la alimentación de los equipos, en el caso de ser necesaria la sustitución de alguna de las canalizaciones se seguirán las siguientes premisas:

La canalización de cables en el interior de zonas secas, en bandeja metálica con tapa, anclada al techo realizando las curvas, derivaciones y cambios de nivel con los elementos estipulados por el fabricante de la bandeja. Asimismo, el tramo desde la bandeja hasta las luminarias y equipos se realizará en tubo flexible libre de halógenos con anclajes estipulados por el fabricante del tubo.

Para las zonas húmedas interiores, los cables serán canalizados en bandeja de PVC con tapa, anclada al techo realizando las curvas, derivaciones y cambios de nivel con los elementos estipulados por el fabricante de la bandeja. Asimismo, el tramo desde la bandeja hasta las luminarias y equipos se realizará en tubo flexible libre de halógenos con anclajes estipulados por el fabricante del tubo.

La alimentación a tomas de corriente de superficie, cuando no sea posible empotrar el tubo protector, se ejecutará con canal de PVC visto.

El diámetro de los tubos de canalización será para cada clase utilizada, la que se indica en las tablas de la ITC-BT-21.

Para tubos de superficie, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será, como mínimo igual a 2,5 veces la sección ocupada por los conductores.

Las bandejas para distribución aérea se fijarán a techos, paredes y suelos en tramos no superiores a 1,5m.

El número máximo de conductores instalados en un canal no excederá los que permita la normativa de referencia, dichos conductores irán cableados y engrapados con cintas plásticas flexibles tipo fleje.

Las bandejas irán equipadas con tapas del mismo material y serán totalmente desmontables a lo largo de la longitud de éstos.

Se realizarán canalizaciones enterradas en tubos de polietileno de alta densidad corrugado para acceder directamente por la solera hasta los puntos de consumo. Estas canalizaciones serán ejecutadas en tuberías de diámetro 160 mm.

12. RED DE TIERRAS

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La instalación de puesta a tierra se establece principalmente con el objeto de:

- Limitar la tensión que con respecto a tierra pueda darse en las masas metálicas de la instalación en un momento dado.
- Asegurar la actuación de las protecciones.
- Eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería por defecto en los elementos de la instalación.

El sistema de puesta a tierra consta de: Toma de tierra, conductores de protección, derivaciones de la línea principal de tierra y línea principal de tierra.

A partir de las líneas principales de tierra, derivarán líneas de tierra a los cuadros generales de alumbrado y fuerza, así como las necesarias para las conexiones equipotenciales, no siendo en ningún caso las derivaciones principales inferiores a 16mm² de sección en cobre. De las bornas o pletinas de puesta a tierra en cuadros generales, partirán los conductores de protección cuyas secciones se calcularán según la Tabla 2 de la ITC-BT-19, en ningún caso, el valor de resistencia a tierra R, será tal que cualquiera de las masas pueda dar lugar a tensiones de contacto V superiores a 24 V en locales húmedos, y a 50 V en locales secos, teniendo en cuenta que los interruptores diferenciales a instalar tendrán una corriente de defecto máxima de S = 0,3 mA.

10.1. UNIONES A TIERRA

Tomas de tierra

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de

humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm ² Cu 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a tierra

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm ²)	Sección conductores protección (mm ²)
Sf ≤ 16	Sf
16 < S f ≤ 35	16
Sf > 35	Sf/2

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.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

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

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

Conductores de protección

Tal como se calcula anteriormente, la máxima resistencia a tierra debe de ser de 80 ohmios, en este apartado se selecciona el sistema de puesta a tierra lo garantice.

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m de algunas unidades a 30
Terrenos pantanosos	20 a 100
Limo	10 a 150
Humus	5 a 100
Turba húmeda	50
Arcilla plástica	100 a 200
Margas y Arcillas compactas	30 a 40
Margas del Jurásico	50 a 500
Arena arcillosas	200 a 3.000
Arena silicea	300 a 5.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	1500 a 3.000
Suelo pedregoso desnudo	100 a 300
Calizas blandas	1.000 a 5.000
Calizas compactas	500 a 1.000
Calizas agrietadas	50 a 300
Pizarras	800
Roca de mica y cuarzo	1.500 a 10.000
Granitos y gres procedente de alteración	100 a 600
Granito y gres muy alterado	

Tomaremos como base para el cálculo un terreno arena arcillosa, con una resistividad menor de 300 ohmios/metro.

Se realiza el cálculo mediante el método analítico de la Guía Técnica de Aplicación del REBT, el cual recoge en la tabla 5 las siguientes ecuaciones de cálculo de resistencias.



Electrodo	Resistencia (Ω)
Placa enterrada profunda P: perímetro de la placa (m)	$R = 0.8\rho / P$
Placa superficial P: perímetro de la placa (m)	$R = 1.6\rho / P$
Pica vertical L: longitud de la pica (m)	$R = \rho / L$
Conductor enterrado horizontalmente L: longitud del conductor (m)	$R = 2\rho / L$
Malla de tierra r: radio del círculo con la misma superficie que el área cubierta por la malla (m) L: longitud total de conductor enterrado	$R = \rho / 4r + \rho / L$

Tabla 5. Resistencia de tierra para los electrodos más comunes.

La longitud del cable del anillo de tierra es de 10 metros, por lo que obtenemos una resistencia del anillo de:

$$R_{t_anillo} = 2\rho/L = 2 \times 300/5 = 120 \Omega$$

Por cada pica de 2 metros tendremos la siguiente resistencia:

$$R_{pica} = 2\rho/L = 300/2 = 150 \Omega$$

La resistencia total la obtendremos de la siguiente ecuación:

$$1/R_t = 1/R_{t_anillo} + N_{picas}/R_{pica}$$

De esta forma con 3 picas obtenemos una R_t de 35,29 Ω , inferior a los 80 Ω necesarios.

12.1. CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm² si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

12.2. RESISTENCIA DE LAS TOMAS DE TIERRA

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte

adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

12.3. TOMAS DE TIERRA INDEPENDIENTES

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

Lugo, Julio 2018

EPTISA SERVICIOS DE INGENIERÍA, S.L.

El Ingeniero Autor del Proyecto

D. Manuel Quintana López

Ingeniero Técnico Industrial

Colegiado nº LU-469

APÉNDICE Nº1: CÁLCULOS ELÉCTRICOS



APENDICE 1: CÁLCULOS ELÉCTRICOS

ÍNDICE

1. CÁLCULO DE CONDUCTORES	1
2. CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO	1

1. CALCULO DE CONDUCTORES

Designación	TRAFO A CGBT	BOMBAS BOMBEO 1	BOMBAS BOMBEO 2	POLIPASTO	CUCHARA	REJA	ILU. DESBASTE
Secciones de los conductores [mm ²]	3x1x240/240/12	3x185/-/95	3x185/-/95	3x10/10/1	3x10/10/1	3x10/10/1	1x10/10/1
lb [A]	0			0	0	0	0
Iz [A]	1.100,67	238,65	238,65	3,07	3,97	3,97	3,9
Material del conductor	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU
Longitud [M]	4	30	15	52	50	50	60
Material aislante	EPR	PVC70	PVC70	PVC70	PVC70	PVC70	PVC70
Tipo de instalación	F entrelazado	D1	D1	D1	D1	C	C
Factor de reducción f tot	1	1	1	1	1	1	1
Temperatura para caída de tensión [°C]	55	55	55	55	55	55	55
Temperatura para lkmáx. [°C]	20	20	20	20	20	20	20
Condición de temperatura para desconexión [°C]	80	80	80	80	80	80	80
u [%]	99,93	99,51	99,72	99,82	99,79	99,79	99,59
ΔU [%]	0,07	0,43	0,21	0,12	0,15	0,15	0,35
ΣΔU [%]	0,07	0,49	0,28	0,18	0,21	0,21	0,41
Cantidad	3	2	1	1	1	1	1

Designación	COMPRESOR	COMPUERTA	B. ACHIQUE	ILU. SALA CGBT	EQ. CONTROL	BAT. COND.
Secciones de los conductores [mm ²]	3x10/10/10	3x10/10/10	3x6/6/6	1x6/6/6	1x6/6/6	3x150/-/70
lb [A]	0,72	2,89	1,98	0,54	3,25	252,59
Iz [A]	57	57	41	46	46	299
Material del	CU	CU	CU	CU	CU	CU

Designación	COMPRESOR	COMPUERTA	B. ACHIQUE	ILU. SALA CGBT	EQ. CONTROL	BAT. COND.
conductor						
Longitud [M]	23	28	17	10	6	10
Material aislante	PVC70	PVC70	PVC70	PVC70	PVC70	PVC70
Tipo de instalación	C	C	C	C	C	C
Factor de reducción f tot	1	1	1	1	1	1
Temperatura para caída de tensión [°C]	55	55	55	55	55	55
Temperatura para lkmáx. [°C]	20	20	20	20	20	20
Condición de temperatura para la desconexión [°C]	80	80	80	80	80	80
u [%]	99,92	99,87	99,89	99,92	99,89	100,02
ΔU [%]	0,01	0,06	0,04	0,01	0,05	-0,09
ΣΔU [%]	0,08	0,13	0,11	0,08	0,11	-0,02
Cantidad	1	2	1	1	1	1

2. CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO

		CGBT	BOMBAS BOMBEO 1	BOMBAS BOMBEO 2	POLIPASTO	CUCHARA	REJA	ILU. DESBASTE
Ik1min	[A]	20.229,98	10.916,74	14.624,99	923,048	959,563	959,563	801,09
φ1ph_n	[°]	-81,562	-51,866	-62,182	-4,957	-5,059	-5,059	-4,618
Ik2min	[A]	16.645,29	12.943,83	14.656,74	1.579,54	1.641,03	1.641,03	-
φ2	[°]	-82,091	-69,024	-74,737	-7,737	-7,946	-7,946	-
Ik3min	[A]	19.220,33	14.946,25	16.924,14	1.823,89	1.894,90	1.894,90	-
φ3	[°]	-82,091	-69,024	-74,737	-7,737	-7,946	-7,946	-
Ik máx	[A]	28.666,87	20.500,05	23.568,53	2.586,89	2.687,43	2.687,43	28.666,87
Ik1max	[A]	25.236,65	14.368,75	19.214,39	1.309,86	1.361,59	1.361,59	1.137,03
φ1ph_n	[°]	-82,046	-54,452	-63,624	-5,571	-5,675	-5,675	-5,223
Ik3max	[A]	24.774,50	20.500,05	23.568,53	2.586,89	2.687,43	2.687,43	-
φ3	[°]	-82,606	-69,037	-74,208	-7,977	-8,174	-8,174	-
Ik motor	[A]	4.016,54	1.338,85	1.338,85	-	-	-	-
Ipk	[A]	59.404,55	38.573,35	47.980,44	3.731,59	3.876,62	3.876,62	1.640,17
Ra+Rb max	[mΩ]	-	13,228	13,228	3.333,33	3.333,33	3.333,33	3.333,33
R0min Fase-neutro	[mΩ]	1,539	21,969	11,754	384,571	369,839	369,839	443,499
X0min Fase-neutro	[mΩ]	9,571	20,011	14,791	29,227	28,471	28,471	32,251
Z0min Fase-neutro	[mΩ]	9,694	29,717	18,892	385,68	370,934	370,934	444,67



		CGBT	BOMBAS BOMBEO 1	BOMBAS BOMBEO 2	POLIPASTO	CUCHARA	REJA	ILU. DESBASTE
R0max Fase-neutro	[mΩ]	1,633	26,721	14,177	471,996	453,905	453,905	544,36
X0max Fase-neutro	[mΩ]	9,571	20,011	14,791	29,227	28,471	28,471	32,251
Z0max Fase-neutro	[mΩ]	9,709	33,383	20,488	472,9	454,797	454,797	545,314
R1min	[mΩ]	1,32	4,433	2,933	97,25	93,566	93,566	111,986
X1min	[mΩ]	10,169	11,572	10,372	13,627	13,439	13,439	14,379
Z1min	[mΩ]	10,254	12,392	10,779	98,201	94,527	94,527	112,906
R1max	[mΩ]	1,571	5,255	3,413	119,193	114,669	114,669	137,289
X1max	[mΩ]	11,306	13,706	12,506	16,194	16,006	16,006	16,946
Z1max	[mΩ]	11,415	14,679	12,963	120,288	115,781	115,781	138,331

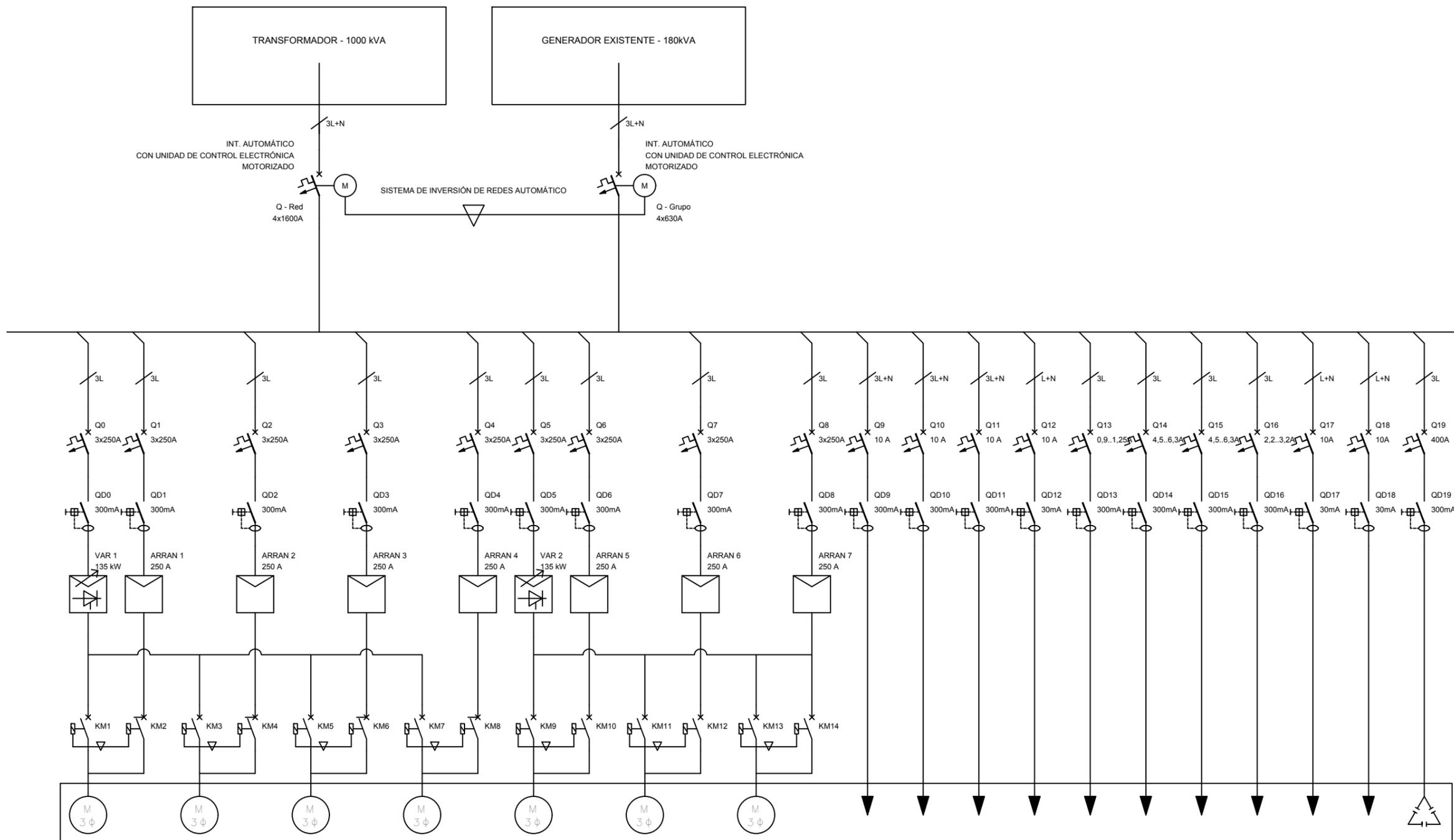
		COMPRESOR	COMPUERTA	B. ACHIQUE	ILU. SALA CGBT	EQ. CONTROL	BAT. COND.
Z1min	[mΩ]	45,168	54,248	54,646	33,599	21,965	9,913
R1max	[mΩ]	53,596	64,906	65,639	39,258	24,183	3,081
X1max	[mΩ]	13,468	13,938	13,006	12,306	11,906	12,106
Z1max	[mΩ]	55,262	66,386	66,915	41,142	26,955	12,492

		COMPRESOR	COMPUERTA	B. ACHIQUE	ILU. SALA CGBT	EQ. CONTROL	BAT. COND.
Ik1min	[A]	2.056,31	1.697,63	1.681,12	2.812,12	4.540,84	15.699,90
φ1ph_n	[°]	-8,118	-7,116	-6,222	-9,397	-14,3	-63,059
Ik2min	[A]	3.438,14	2.862,06	2.839,41	-	-	15.209,75
φ2	[°]	-14,106	-12,12	-11,208	-	-	-75,721
Ik3min	[A]	3.970,03	3.304,83	3.278,67	-	-	17.562,70
φ3	[°]	-14,106	-12,12	-11,208	-	-	-75,721
Ik máx	[A]	5.624,25	4.682,86	4.648,74	28.666,87	28.666,87	25.625,90
Ik1max	[A]	2.912,04	2.405,70	2.383,73	3.979,63	6.405,18	21.160,94
φ1ph_n	[°]	-8,807	-7,782	-6,7	-9,947	-14,936	-63,531
Ik3max	[A]	5.624,25	4.682,86	4.648,74	-	-	25.625,90
φ3	[°]	-13,967	-12,1	-11,013	-	-	-74,217
Ik motor	[A]	-	-	-	-	-	-
Ipk	[A]	8.113,01	6.755,03	6.705,80	5.740,61	9.239,57	52.176,15
Ra+Rb max	[mΩ]	3.333,33	3.333,33	130,208	130,208	130,208	11,364
R0min Fase-neutro	[mΩ]	170,957	207,787	210,248	124,309	75,201	10,659
X0min Fase-neutro	[mΩ]	18,265	20,155	16,422	13,601	11,989	13,161
Z0min Fase-neutro	[mΩ]	171,93	208,763	210,889	125,051	76,151	16,936
R0max Fase-neutro	[mΩ]	209,678	254,905	257,927	152,394	92,09	12,832
X0max Fase-neutro	[mΩ]	18,265	20,155	16,422	13,601	11,989	13,161
Z0max Fase-neutro	[mΩ]	210,472	255,701	258,45	153	92,867	18,381
R1min	[mΩ]	43,832	53,042	53,639	32,156	19,88	2,696
X1min	[mΩ]	10,901	11,371	10,439	9,739	9,339	9,539

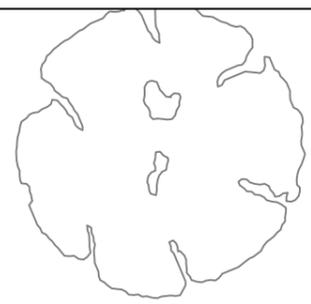


APÉNDICE Nº2: PLANOS



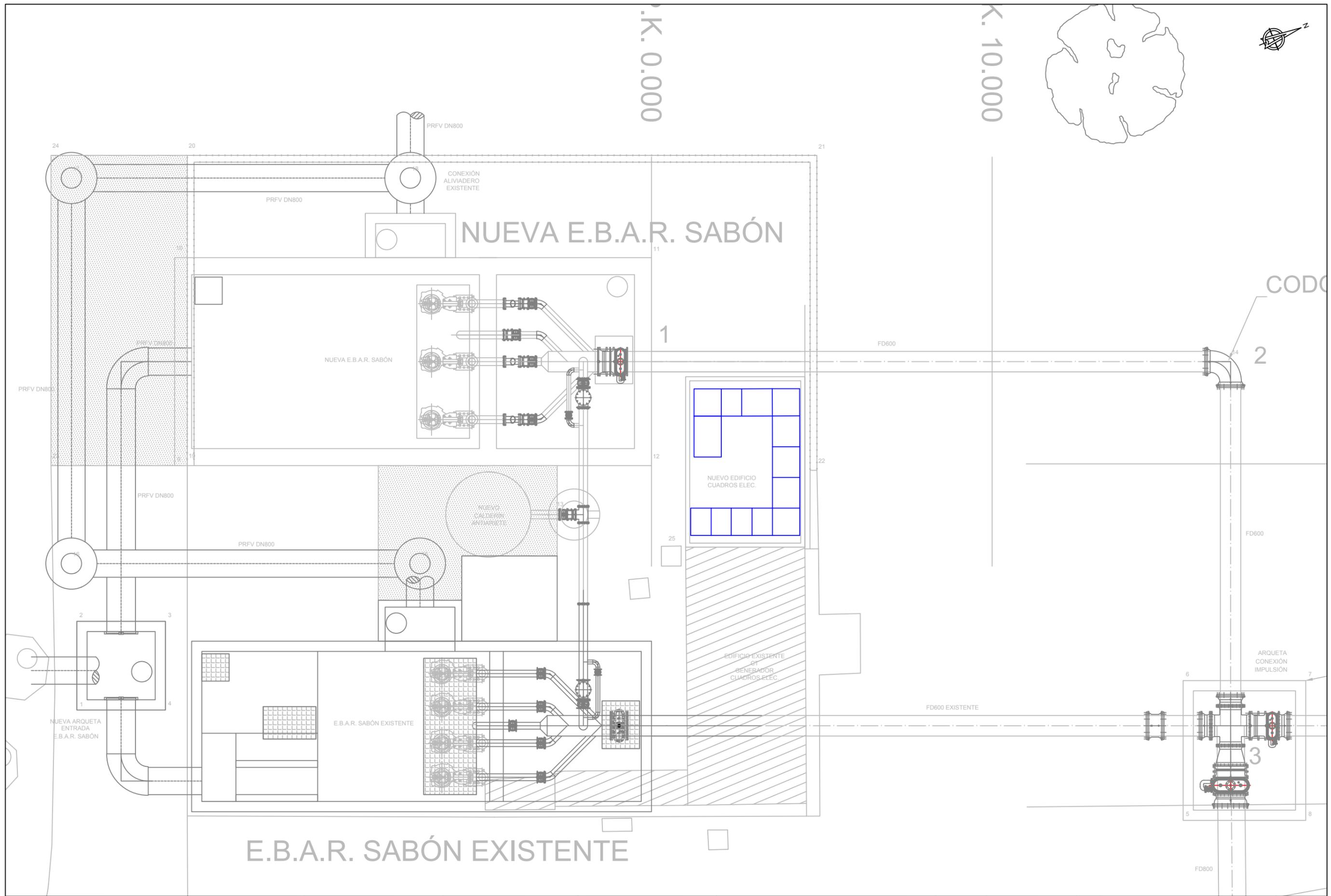


	S - Red	S - Grupos	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17
CIRCUITO	ALIMENTACIÓN 1	ALIMENTACIÓN 2	BOMBEO 1 BOMBA 1	BOMBEO 1 BOMBA 2	BOMBEO 1 BOMBA 3	BOMBEO 1 BOMBA 4	BOMBEO 2 BOMBA 1	BOMBEO 2 BOMBA 2	BOMBEO 2 BOMBA 3	POLIPASTO	CUCHARA	REJA	ILUMINACIÓN E. DESBASTE	COMPRESOR	COMPUERTA 1	COMPUERTA 2	BOMBA ACHIQUE	ILUMINACIÓN SALA CUADROS	CIRCUITO CONTROL	BATERÍA CONDENSAD.
POTENCIA (kW)	-	-	125	125	125	125	125	125	125	1.70	2.20	2.20	0.75	0.40	1.60	1.60	1.10	0.10	0.6	175 kVA
SECCIÓN (mm ²)	4x(3x240) + T	Existente	3x185+T	3x10+T	3x10+T	3x10+T	2x10+T	3x10+T	3x10+T	3x10+T	3x6+T	2x6+T	2x1,5+T	3x150+T						
DISTANCIA (m)	8	15	30	30	30	30	15	15	15	52	50	50	60	23	28	22	17	10	6	5



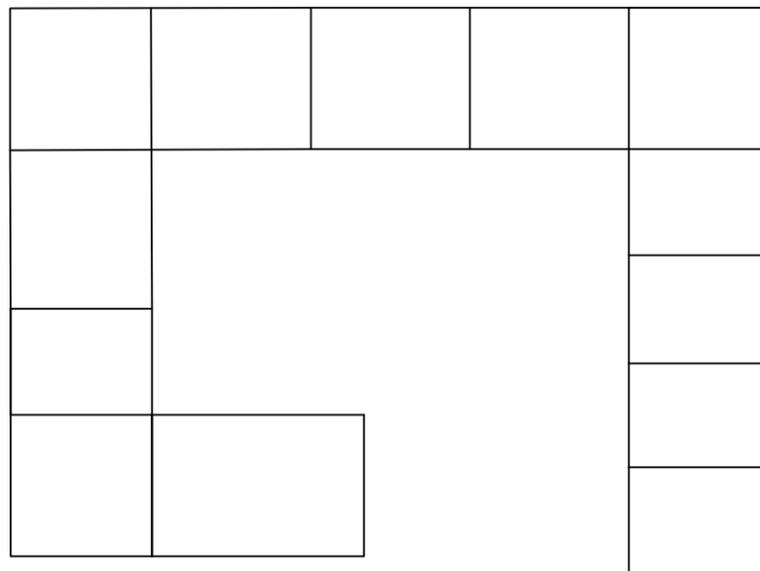
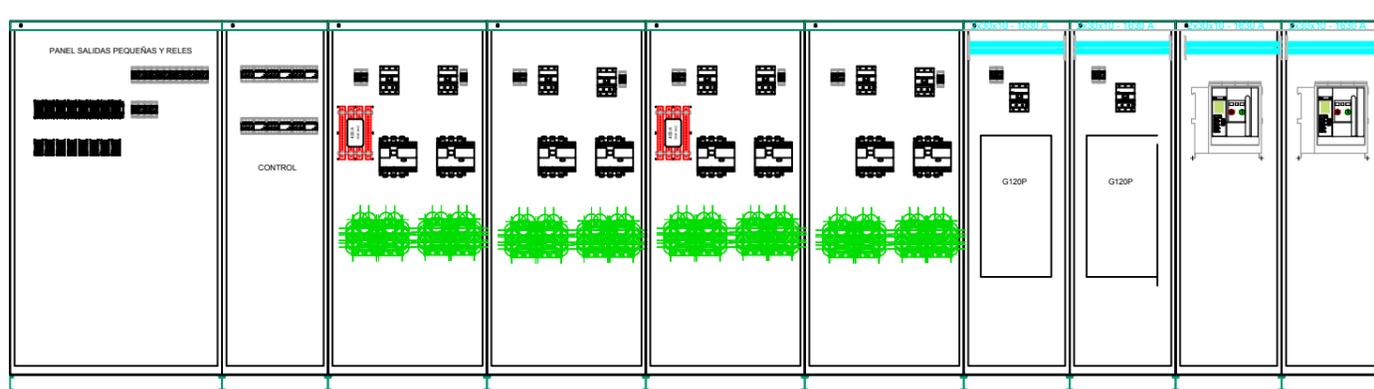
K. 0.000

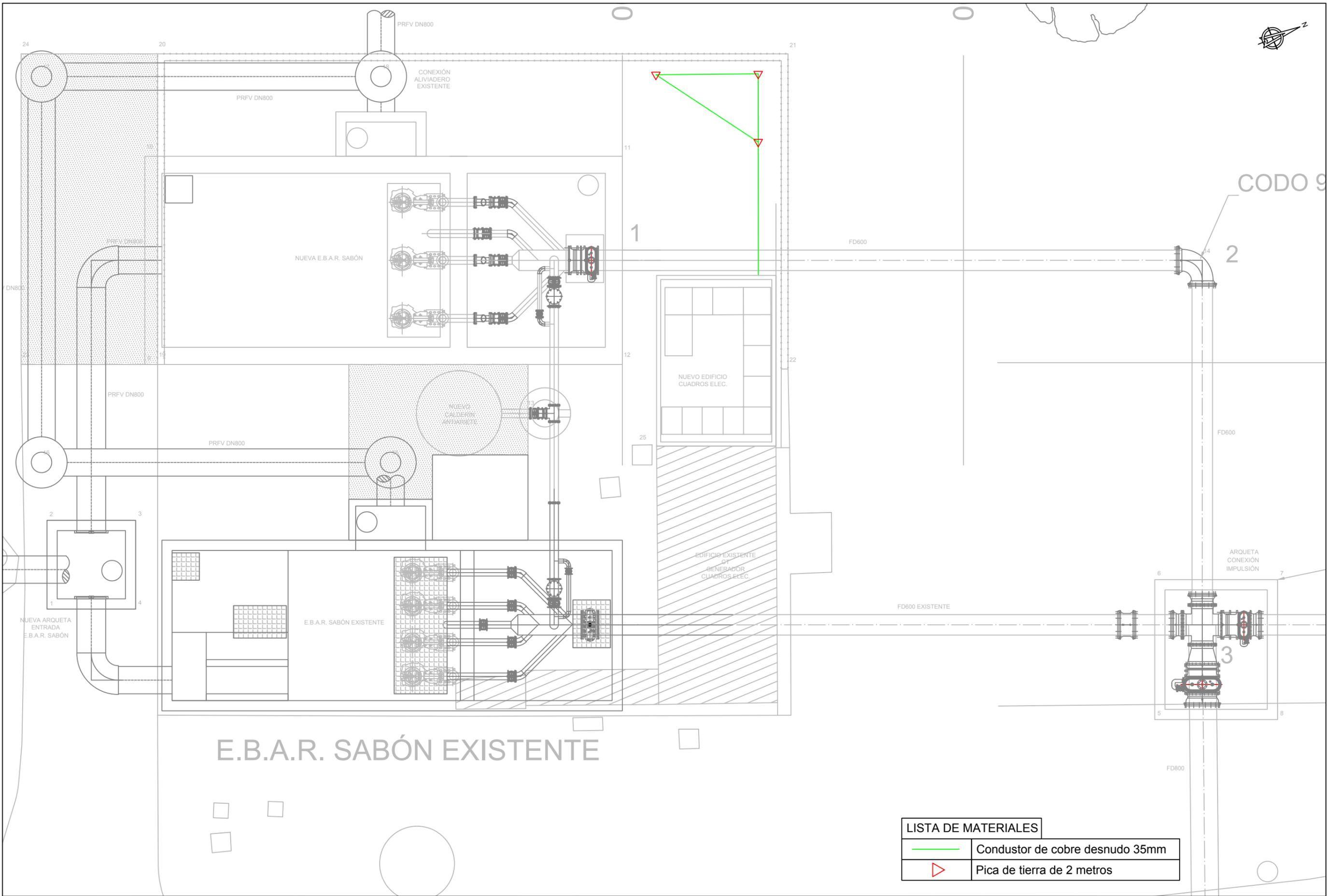
K. 10.000



CVE: 01YLEat4y9
 Verificación: https://sede.xunta.gal/cve







LISTA DE MATERIALES

	Conductor de cobre desnudo 35mm
	Pica de tierra de 2 metros