

ANEJO 12 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

ÍNDICE

1	OBJETO DEL ANEJO	5
2	NORMATIVA DE APLICACIÓN	8
3	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.	9
3.1	ESTADO ACTUAL DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN.	9
3.2	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE PARTIDA.	10
3.3	CLASIFICACIÓN DE LOS LOCALES SEGÚN EL REGLAMENTO DE BAJA TENSIÓN.	11
4	ACTUACIONES PREVISTAS EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	12
4.1	PRESCRIPCIONES GENERALES DE LAS INSTALACIONES.	14
4.1.1	Cuadros eléctricos.	14
4.1.2	Sistemas de instalación.	14
4.1.3	Conductores.	15
4.1.4	Conductores aislados bajo tubos protectores.	16
4.1.5	Conductores aislados con cubierta bajo canales protectoras aislantes.	18
4.2	CARACTERÍSTICAS DE LA NUEVA INSTALACIÓN.	18
4.2.1	Interruptor de protección instalado en el CCM 1.	18
4.2.2	Acometida a CCM nuevo desde CCM existente.	19
4.2.3	CCM 2 nueva instalación.	19
4.2.4	Acometida a cuadro de alumbrado y fuerza del CCM 2.	20
4.2.5	Cuadro de alumbrado y fuerza.	20
4.2.6	Alimentación eléctrica a nuevos equipos desde el CCM 2.	21
4.3	PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES.	22
4.4	PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.	22
4.5	PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.	23
4.6	PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.	24
4.7	PUESTA A TIERRA.	24
4.7.1	Uniones a tierra.	25
4.7.2	Conductores de equipotencialidad.	27
4.7.3	Resistencia de las tomas de tierra.	27
4.7.4	Descripción de la instalación de Puesta a tierra.	27
5	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.	29
5.1	PREVISIÓN DE POTENCIAS.	29

ANEXOS

ANEXO 1 - CÁLCULOS LÍNEAS ELÉCTRICAS

ANEXO 2 - JUSTIFICACIÓN VENTILACIÓN NATURAL EN CCM-2

1 OBJETO DEL ANEJO

El presente anejo contiene la descripción y justificación técnica de las instalaciones eléctricas incluidas en las actuaciones de mejora de la EDAR de Guadalix de la Sierra.

El objeto del presente anejo eléctrico, es diseñar, describir y exponer la justificación técnica de las instalaciones necesarias para dar suministro eléctrico a los nuevos equipos que se van a instalar con objeto de la mejora planteada en la EDAR.

El alcance incluye dos tipos de actuaciones:

- Sustitución de bombas dosificadoras peristálticas, que actualmente se encuentran ubicadas en la zona del APQ existente. Se van a construir unas nuevas instalaciones de APQ en una localización distinta, junto a la arqueta de reparto a Biológico. Las actuales bombas dosificadoras peristálticas, serán sustituidas por unas bombas nuevas de las mismas características, que se ubicarán en el nuevo recinto de APQ.

Las nuevas bombas, se alimentarán desde los actuales cubículos del CCM 1, será necesario, instalar nuevo cableado de alimentación desde el CCM 1 hasta la nueva ubicación de las bombas.

Estas actuaciones incluyen:

- Desconexión y retirada de bombas actuales.
- Retirada de cableado de las bombas.
- Instalación del circuito de alimentación, que discurrirá por las canalizaciones enterradas existentes hacia una arqueta ubicada junto al APQ nuevo. Desde esa arqueta saldrá tendida en tubo de PVC hasta las propias bombas.
- Instalación de las nuevas bombas, y puesta en marcha de las mismas.

Se deben instalar las nuevas bombas, primero de tal modo, que cuando se desconecten las existentes se puedan poner en servicio las nuevas bombas.

- Modificación del sistema de desbaste, en el que se realizarán las siguientes actuaciones:
 - Desconexión de equipos existentes.
 - Retirada de tres bombas antiguas.
 - Instalación de nuevos equipos.
 - Instalación de nuevo CCM 2, para alimentación y control de los equipos.
 - Instalación de nueva acometida desde CCM 1 existente (que hace las veces de CGDBT) a CCM 2 así como cableado desde CCM 2 nuevo, hasta los equipos instalados. Incluyendo zanja para canalización subterránea.
 - Instalación de circuito de alimentación eléctrica al cuadro de alumbrado y fuerza del edificio del CCM 2. Este circuito se alimentará desde el actual cuadro de Alumbrado

situado en el edificio del CCM1. Se instalará en el interior de la canalización eléctrica descrita para la acometida del CCM2.

El listado de los nuevos equipos y sus parámetros eléctricos son los siguientes:

Mód	Circuito	Potencia nominal (kW)	Coef utilización	Potencia instalada	Intensidad nominal (A)	Tensión (V)	Tipo de arranque *
1	Compuerta de paso al desbaste 1	0,25	1	0,25	0,47	400V	AF-2
2	Compuerta de paso al desbaste 1	0,25	1	0,25	0,47	400V	AF-2
3	Reja desbaste de aliviado 1	1,5	1	1,5	2,85	400V	AF-2
4	Reja desbaste de aliviado 2	1,5	1	1,5	2,85	400V	AF-2
5	Prensa de residuos con lavado	3	1	3	6,27	400V	AF-2
6	Cinta transportadora CMF 7,5	2,2	1	2,2	4,18	400V	AD-2
7	Cinta transportadora CMF 5	2,2	1	2,2	4,18	400V	AD-2
8	Compuerta de paso salida del desbaste	0,25	1	0,25	0,47	400V	INV
9	Compuerta de paso salida del desbaste 2	0,25	1	0,25	0,47	400V	INV
10	Bomba de agua bruta 1	3,3	0,75	2,475	6,27	400V	VF-1
11	Bomba de agua bruta 2	3,3	0,75	2,475	6,27	400V	VF-1
12	Bomba de agua bruta 3	3,3	0,75	2,475	6,27	400V	VF-1
13	Bomba de agua bruta 4	3,3	0,75	2,475	6,27	400V	VF-1
14	Circuito de mando 230V	1	1	1			
15	Circuito de mando 24V	1	1	1			
16	Instrumentación	2	1	2			
	Total instalado			25,3			
17	Reserva 25%			6,325			
TOTAL POTENCIA A INSTALAR EN CCM 2				31,625			

* Se refieren a los tipos de arranque utilizados según la especificación del Canal 3311

Equipos alimentados desde el nuevo cuadro de alumbrado y fuerza que se ubicará en el edificio del nuevo CCM 2.

Mód	Circuito	Potencia nominal (kW)	Coefficiente de utilización	Potencia a instalar	Intensidad nominal (A)	Tensión (V)	Tipo de arranque*
1	Alumbrado interior caseta	0,108	0,8	0,0864	1,42	230V	AF-1
2	Alumbrado exterior	0,25	0,8	0,2	1,42	230V	AF-1
3	Tomas de corriente interior.	3	0,5	1,5	17,05	230V	AF-1
4	Tomas de corriente exterior	3	0,5	1,5	9,5	400V	AF-2
	Total	6,358		3,2864			
	Reserva 25%			0,8216			
				4,108			

Por otra parte los equipos a retirar son los siguientes:

Mód	Circuito	Potencia nominal (kW)	Coeficiente de utilización	Potencia a instalar	Intensidad nominal (A)	Tensión (V)	Tipo de arranque
	Bomba menor de agua bruta 1 (55 m3/h)	3,4	1	3,4	4,91	400	
	Bomba menor de agua bruta 2 (55 m3/h)	3,4	1	3,4	4,91	400	
	Bomba mayor de agua bruta (120 m3/h)	5,5	1	5,5	7,94	400	

Para el planteamiento de las soluciones se toma como base documentación indicada en el punto 3.2 del presente documento. Además, se realizan reuniones de coordinación y una visita a la planta.

El CCM existente en la planta actual (CCM1 en adelante), carece de espacio físico suficiente para albergar las protecciones y accionamientos de todos estos equipos, por lo que se propone como solución, la instalación de un nuevo CCM (CCM2 en adelante)

El CCM 2, se alimentará desde una salida que se habilitará en el CCM1 existente, ya que en la planta en cuestión, el CCM 1 hace de Cuadro de Distribución principal.

2 NORMATIVA DE APLICACIÓN

La normativa técnica de aplicación para la redacción del presente documento, es la siguiente:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002).
- 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.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, así como RD que le sean de aplicación.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- UNE-EN-60439: Conjuntos de aparamenta de baja tensión.
- UNE-EN-60204: Seguridad de las máquinas.
- Normalización Nacional. Normas UNE.
- Recomendaciones UNESA.
- Normas particulares y de normalización de la compañía suministradora de Energía Eléctrica.
- Ordenanzas Municipales.
- Normativa técnica, especificaciones y fichas de Canal de Isabel II.

3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.

3.1 ESTADO ACTUAL DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN.

En la actualidad el diseño de la instalación eléctrica del conjunto de la planta está implantada de la forma siguiente:

Consta de alimentación desde compañía eléctrica en MT a un centro de seccionamiento, desde el cual se deriva la correspondiente línea particular de MT hacia el centro de transformación tipo abonado ubicado en un extremo del edificio industrial existente. En dicha sala, se ubica un transformador de 200KVA (1) de 20KV/0,4KV. Desde el centro de transformación se lleva una acometida directa hacia el Interruptor General de Protección del CCM1, ubicado en otra sala del mismo edificio.

De la misma forma, en dicha sala también se encuentran el resto de elementos necesarios para el correcto funcionamiento, como son las baterías de condensadores, SAI, etc.

Respecto al Cuadro de Control de Motores 1, incluye las protecciones de las líneas desde el que se alimenta todos los cuadros equipos de la planta y cuadro de alumbrado y fuerza situado en distintas zonas según necesidades funcionales.

El CCM dispone en el frontal de botoneras con pulsadores, y testigos del estado de los distintos motores, distribuidos en cubículos extraíbles.

Los equipos de la instalación disponen de botoneras de campo con pulsador de parada de emergencia, tipo seta, instaladas en cajas estancas.



Ilustración 1: CCM1 EXISTENTE



Ilustración 2: Módulo en el que se instalará el interruptor para alimentación del nuevo CCM 2.

3.2 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE PARTIDA.

Para el desarrollo del proyecto y como base de partida de los cálculos eléctricos, se solicita información técnica de las instalaciones existentes. Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión, o proyecto de la modificación del CCM, realizado en el 2013.

Durante la visita a planta, se visita el Transformador existentes, su adjunta imagen de su placa de características:



Ilustración 3: Placa de características transformador existente.

Como datos de partida, y como referencia para el diseño eléctrico se considera:

- Potencia de cortocircuito de red 500MVA
- Sección conductor entre Trafo y CCM actual.
- Potencia del trafo: 200kVA
- Tensión primario trafo: 20KV
- Tensión secundaria: 0,4 kV

No se dispone de información del sistema de puesta a tierra existente, se conectarán los nuevos equipos al sistema de tierras existente.

3.3 CLASIFICACIÓN DE LOS LOCALES SEGÚN EL REGLAMENTO DE BAJA TENSIÓN.

De la lectura detallada de las Instrucciones Complementarias al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RD 842/2002), se concluye de que la zona donde se va a realizar la actuación reúnen las condiciones para ser considerada como “Locales de Características Especiales” (ITC-BT-30). En concreto “locales mojados” (apartado 2 de ITC-BT-30) e “Instalaciones en locales afectos a un servicio eléctrico” (apartado 8 de ITC-BT-30).

Además, locales sin consideraciones de clasificación de ningún tipo específico, y que serán objeto de intervenciones muy específicas relacionadas con las actuaciones descritas en este documento, serán del tipo servicios generales de la planta siéndole de aplicación las ITC-BT-25, 26 y 27.

Los lugares agrupados por características análogas para la clasificación de locales según RBT son los siguientes:

Recintos de proceso en intemperie: La planta está compuesta de varios recintos hidráulicos, donde se realizan bombeos de grandes caudales de agua en distintas fases de tratamiento de la depuración, la utilización de agua es abundante, con proyección de agua, son además instalaciones en intemperie, por lo que por ambos rasgos se consideran como locales o emplazamientos mojados.

Instalaciones en locales afectos a un servicio eléctrico: En edificio dónde se ubica el centro de transformación se sitúa la sala del CCMs consideramos de aplicación la ITC-BT-30 “Instalaciones en locales de características especiales” Apartado 8, Instalaciones en locales afectos a un servicio eléctrico.

4 ACTUACIONES PREVISTAS EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

Los trabajos necesarios para la Adecuación de la EDAR de Guadalix de la Sierra respecto a la instalación eléctrica son los siguientes:

Modificación del sistema de desbaste:

- Desconexión eléctrica de equipos existentes para la realización de trabajos. (incluye también desconexión de algún punto de luz del alumbrado exterior, que deberá desmontarse y reponerse).
- Retirada de las bombas existentes. Los circuitos de alimentación de las actuales bombas deberán retirarse, y sustitución por bombas y líneas de alimentación nuevas.
- Ampliación del CCM 1 existente, mediante la inclusión de protección diferencial y magnetotérmica de la línea de alimentación al CCM 2 nuevo. Para ello se realizará un reordenamiento de las protecciones existentes entre el CCM 1, a fin de conseguir espacio suficiente en el a fin de conseguir espacio suficiente.



Ilustración 4: Módulo en el que se instalará el interruptor para alimentación del nuevo CCM 2.

- Tendido de nueva acometida a CCM 2.
- Ampliación del cuadro de alumbrado y fuerza existente en sala del CCM 1, mediante la inclusión de protección diferencial y magnetotérmica de la línea de alimentación al nuevo cuadro de fuerza y alumbrado que se ubicará en la sala del CCM 2. Para ello se realizará un reordenamiento de las protecciones existentes a fin de conseguir espacio suficiente.

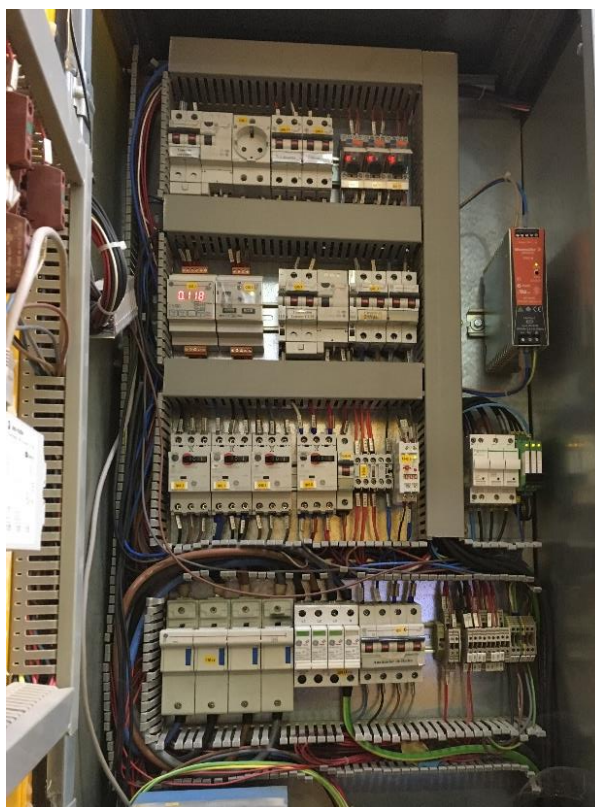


Ilustración 5: Módulo en el que se instalará el interruptor para alimentación del nuevo cuadro de alumbrado del edificio del CCM 2.

- Tendido de nueva acometida a cuadro de alumbrado y fuerza del CCM 2
- Instalación de CCM 2 nuevo, en edificio prefabricado, desde el que se dará suministro a todo el equipamiento nuevo.
 - Dispositivos de protección. (Interruptores magnetotérmicos, o relés térmicos, o interruptores diferenciales)
 - Dispositivos accionamiento. (contactores, variadores de frecuencia, pulsadores, etc.)
- Tendido de alimentación eléctrica desde el nuevo CCM a los receptores instalados en la zona de proceso.
- Instalación del cuadro eléctrico de alumbrado y fuerza y los dispositivos de alumbrado y fuerza que se alimentan desde él.
- Canalizaciones, atarjeas de salida y entrada a nuevo cuadro, bandejas en el interior de locales, canalizaciones subterráneas, canalizaciones bajo tubo o bandeja en los tramos finales de alimentación eléctrica de receptores.
- Conexión de las nuevas instalaciones a la red de tierras existente:

- Instalación de nueva red para el edificio prefabricado existente.
 - Conexión del nuevo CCMs a red de tierras, y conexión de estas con la red existente.
 - Revisión de la red de tierras existente en su caso.
 - Conexión de todos los equipos instalados a la red de tierras existente en la zona de proceso.
- Reposición de farolas y servicios desconectados inicialmente.
 - Puesta en marcha de las nuevas instalaciones.

Sustitución de las bombas peristálticas:

- Desconexión de las bombas actuales.
- Retirada de bombas actuales.
- Instalación de las nuevas bombas.
- Conexión y puesta en marcha de las bombas instaladas.

4.1 PRESCRIPCIONES GENERALES DE LAS INSTALACIONES.

A continuación, se indican una serie de prescripciones generales que seguirán todos los elementos instalados con objeto del presente proyecto.

4.1.1 Cuadros eléctricos.

Los cuadros eléctricos cumplirán las prescripciones indicadas en las especificaciones técnicas de referencia del canal.

Concretamente en lo referente al CCM LA E.T. 3311, y el cuadro de alumbrado la E.T. 3324

4.1.2 Sistemas de instalación.

Los conductores de aislamiento 0,6/1 kV discurrirán ya sea por bandeja o tubo de PVC, las cajas de derivación serán también de PVC estancas, con racores y prensaestopas que mantengan el grado de protección necesario siguiendo las prescripciones de modos de instalación para locales mojados, tanto en las instalaciones en el interior de los locales que requieran este modelo, como en las instalaciones en intemperie.

Las canalizaciones empleadas serán en bandeja estanca de PVC para el interior de los locales húmedos o mojados, la conexión a receptores se ejecutará con tubo de PVC con uniones roscadas.

Así mismo se emplearán canalizaciones subterráneas para baja tensión, desde arquetas de dimensiones adecuadas, de XLPE del tipo RZ1-K(AS) de Cu libre de halógenos, no propagadores de la llama y no propagadores del incendio. Las canalizaciones empleadas estarán dimensionadas según el Reglamento de Baja Tensión.

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose, para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4.

4.1.3 Conductores

En líneas generales conductores deberán ser de los tipos siguientes:

- Cable apantallado tipo RC4Z1-K 0,6/1 kV para equipos accionados mediante variador de frecuencia.
- Cable rígido tipo RZ1 0,6/1 kV para fuerza del resto de motores de la planta, así como alumbrado y fuerza.

Las secciones mínimas son:

- Fuerza y tomas de corriente 2,5 mm²
- Alumbrado y Control: 1,5 mm²

No se admitirán empalmes en todo el recorrido de los cables.

En todo caso seguirán lo establecido al respecto en las instrucciones técnicas específicas del canal. Concretamente la ET 3001 para los cables eléctricos de fuerza y maniobra, y la ET3002 para los cables de alumbrado.

4.1.4 Conductores aislados bajo tubos protectores.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, y seguirán las especificaciones técnicas establecidas en las correspondientes normas del canal. (ET 3001 Y ET 3002)

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN 20435.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.

- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- El grado de resistencia a la corrosión será como mínimo 4.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

En todo caso se cumplirá lo establecido al respecto en la ficha técnica del Canal correspondiente a tubo de PVC para canalizaciones subterráneas ET 3121.

4.1.5 Conductores aislados con cubierta bajo canales protectoras aislantes.

La canalización protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". El grado de resistencia a la corrosión será 4. Las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama y aislantes. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

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

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

En todo caso, los materiales empleados en este tipo de instalación de cable cumplirán lo establecido en las normas técnicas del Canal de Isabel II, concretamente las norma ET3102, para bandeja Metálica, y ET 3102 para bandeja aislante sin halógenos.

4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA NUEVA INSTALACIÓN.

La nueva instalación eléctrica cumplirá las prescripciones generales de Canal de Isabel II, S.A. previamente indicadas. A continuación se indican las características de cada uno de los elementos que forman la instalación eléctrica.

4.2.1 Interruptor de protección instalado en el CCM 1.

Se instalará un interruptor magnetotérmico de corte omnipolar, y su interruptor diferencial correspondiente, en CCM 1 actual alimentado del embarrado general.

El interruptor magnetotérmico a instalar tendrá las siguientes características:

Intensidad nominal: 63 A.

Nº polos: 4p

Icc: 10kA

Tensión: 400V

El interruptor diferencial tendrá las siguientes características:

Intensidad nominal:	63 A.
Nº polos:	4p
Sensibilidad:	0,300 A
Tensión:	400V

4.2.2 Acometida a CCM nuevo desde CCM existente.

El origen de la acometida eléctrica al CCM existente está en la salida del interruptor instalado en el CCM existente.

La acometida eléctrica al nuevo CCM estará formada por conductores de las siguientes características:

Tipo de cable:	Conductores unipolares de cobre.
Aislamiento:	Según prescripciones generales.
Sección:	4 cables unipolares $1 \times 50 \text{ mm}^2 + 1 \times 25 \text{ PE}$
Tipo canalización:	Interior de tubo de PE reforzado de doble pared corrugado, enterrado.
Longitud:	140 m

El tendido del cable de acometida del nuevo CCM, se realizará la primera parte por las canalizaciones eléctricas existentes, hasta llegar a la tercera arqueta registrable, desde la cuál se realizará una nueva canalización eléctrica, subterránea, siguiendo el trazado definido en los planos adjuntos.

El conductor de tierra, se conectará en el extremo del CCM 1 existente a la instalación de puesta a tierra existente, y en el CCM 2, al sistema de puesta a tierra que se instalará al efecto.

El tipo de conductor, tubo, así como la sección tipo de zanja, seguirá los estándares del CYII.

En la parte nueva del tendido subterráneo se realizarán arquetas registrables, siguiendo lo establecido en el REBT, y en las normas del CYII.

4.2.3 CCM 2 nueva instalación.

Respecto al nuevo CCM se fabricarán según las especificaciones y fichas de CYII, concretamente la ET 3311, incorporando además de todos los elementos reglamentarios eléctricos y normativos del CYII, los elementos que permitan realizar la automatización completa del sistema.

El nuevo CCM 2 se ubicará en una zona más próxima a los equipos, en el interior de un edificio prefabricado, en una zona libre delimitada por el actual edificio de soplantes, y el vallado exterior. Su ubicación se muestra en el plano correspondiente.

El CCM 2 albergará los elementos de protección y accionamiento, necesario para el funcionamiento de los nuevos equipos eléctricos a instalar para la mejora que se está realizando en la EDAR. Se realizará siguiendo el esquema unifilar. (Ver plano adjunto)

Siguiendo las normas del CYII, se ubicará dentro del edificio dejando una distancia entre el CCM y las paredes mínimas de 0,85m.

El edificio donde se ubicará el CCM estará provisto de rejillas de ventilación natural, su justificación se incluye en el apartado de cálculos.

4.2.4 Acometida a cuadro de alumbrado y fuerza del CCM 2.

El origen de la alimentación eléctrica al nuevo cuadro de alumbrado y fuerza que se ubicará en el edificio del nuevo CCM2, está en la salida de los dispositivos de protección instalados al efecto en el cuadro de Alumbrado y Fuerza existente en el edificio donde se ubica el actual CCM 1.

El circuito estará formado por conductores de las siguientes características:

Tipo de cable:	Conductores multipolares de cobre.
Aislamiento:	Según prescripciones generales.
Sección:	1 conductor multipolar de $4 \times 6 \text{ mm}^2 + 6 \text{ mm}^2 \text{ PE}$
Tipo canalización:	Interior de tubo de PE reforzado de doble pared corrugado, enterrado.
Longitud:	140 m

El tendido del cable, se realizará la primera parte por las canalizaciones eléctricas existentes, hasta llegar a la tercera arqueta registrable, desde la cual se realizará una nueva canalización eléctrica, subterránea, siguiendo el trazado definido en los planos adjuntos.

El conductor de tierra, se conectará en el extremo del CCM 1 existente a la instalación de puesta a tierra existente, y en el CCM 2, al sistema de puesta a tierra que se instalará al efecto.

El tipo de conductor, tubo, así como la sección tipo de zanja, seguirá los estándares del CYII.

En la parte nueva del tendido subterráneo se realizarán arquetas registrables, siguiendo lo establecido en el REBT, y en las normas del CYII.

Este circuito compartirá trazado con el circuito de acometida eléctrica al CCM, tal y como puede observarse en el plano correspondiente.

4.2.5 Cuadro de alumbrado y fuerza.

Respecto al cuadro eléctrico de alumbrado, cumplirá las normativas de referencia del CYII, concretamente la ET 3324,

Será un cuadro de interior, de dimensiones adecuadas al uso al que se destina y como siempre con un espacio suficiente para una ampliación del 25%.

Se instalará colgado en una de las fachadas interiores del nuevo edificio prefabricado del CCM 2, albergará todos los dispositivos de protección indicados en el correspondiente esquema unifilar.

Desde este cuadro eléctrico se alimentará el circuito de alumbrado interior del edificio, formado por tres luminarias, y un punto de luz que se ubicará en la fachada exterior del edificio para reforzar el alumbrado

ya existente en la zona. Desde el cuadro se dará suministro eléctrico a dos puntos tomas de fuerza monofásicas instaladas en el interior del edificio del CCM 2, y una toma de fuerza trifásica que se ubicará en el exterior.

4.2.6 Alimentación eléctrica a nuevos equipos desde el CCM 2.

Será necesario tender cableados desde CCM 2 a los receptores nuevos.

Desde cada uno de los dispositivos de protección instalados en el CCM se tenderán cables hacia cada uno de los receptores instalados en campo.

Los circuitos de alimentación de cada uno de estos receptores, se han calculado siguiendo los criterios de caída de tensión, de densidad de corriente y de corriente de cortocircuito, tal y como se justifica en el punto de cálculos justificativos.

Los circuitos de alimentación a los diferentes receptores tendrán las siguientes características:

Tipo de cable: Conductores multipolares de cobre.

Aislamiento: Según prescripciones generales. (4.1)

Sección: según tabla siguiente.

Tipo canalización: Interior de tubo de PE reforzado de doble pared corrugado, enterrado.

Longitud: 54 m (cada uno de los circuitos) Se ha considerado el circuito más desfavorable, y se ha aplicado esta longitud a todos los demás. Dada la proximidad de todos los equipos, entre sí, y considerando que son equipos de potencias reducidas, esta estimación está del lado de la seguridad, y no implica variaciones significativas de longitudes de cable.

Se adjunta la tabla con el resumen de las secciones estimadas para cada uno de los circuitos.

Mód	Circuito	Código de la carga	Potencia nominal (kW)	Intensidad nominal (A)	Longitud (m)	Tensión (V)	Sección	Tipo de conductor
1	Compuerta de paso al desbaste 1	2m1	0,25	0,47	54	400V	4x2,5mm ² +PE	RZ1-K (1kV)
2	Compuerta de paso al desbaste 1	2m2	0,25	0,47	54	400V	4x2,5mm ² +PE	RZ1-K (1kV)
3	Reja desbaste de aliviado 1	2m3	1,5	2,85	54	400V	4x2,5mm ² +PE	RZ1-K (1kV)
4	Reja desbaste de aliviado 2	2m4	1,5	2,85	54	400V	4x2,5mm ² +PE	RZ1-K (1kV)
5	Prensa de residuos con lavado	2m5	3	6,27	54	400V	4x2,5mm ² +PE	RZ1-K (1kV)
6	Cinta transportadora CMF 7,5	2m6	2,2	4,18	54	400V	4x2,5mm ² +PE	RZ1-K (1kV)
7	Cinta transportadora CMF 5	2m7	2,2	4,18	54	400V	4x2,5mm ² +PE	RZ1-K (1kV)
8	Compuerta de paso salida del desbaste	2m8	0,25	0,47	54	400V	4x2,5mm ² +PE	RZ1-K (1kV)
9	Compuerta de paso salida del desbaste 2	2m9	0,25	0,47	54	400V	4x2,5mm ² +PE	RZ1-K (1kV)
10	Bomba de agua bruta 1	2m10	3,3	6,27	54	400V	3x2,5mm ² +PE	RC4Z1-K (1kV)
11	Bomba de agua bruta 2	2m11	3,3	6,27	54	400V	3x2,5mm ² +PE	RC4Z1-K (1kV)
12	Bomba de agua bruta 3	2m12	3,3	6,27	54	400V	3x2,5mm ² +PE	RC4Z1-K (1kV)

Mód	Circuito	Código de la carga	Potencia nominal (kW)	Intensidad nominal (A)	Longitud (m)	Tensión (V)	Sección	Tipo de conductor
13	Bomba de agua bruta 4	2m13	3,3	6,27	54	400V	3x2,5mm ² +PE	RC4Z1-K (1kV)
14	Circuito de mando 230V		1			230V	2x1,5mm ² +PE	H07Z-K (750V)
15	Circuito de mando 24V		1			24V	2x1,5mm ² +PE	H07Z-K (750V)
17	Alimentación cuadro variadores		0.02	0.003	10	400v		RC4Z1-K (1kV)

4.3 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES.

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omipolar.

Se instalará, en cualquier caso, un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado.

La norma UNE 20.460 -4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE 20.460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 -4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

4.4 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.

El nivel de sobretensión que puede aparecer en la red es función de:

- Nivel isoceraúnico estimado.

- Tipo de Acometida aérea o subterránea.
- Proximidad del transformador de MT/BT

Se instalará un descargador de tensiones tipo I+II con contacto libre de tensión en el CCM 2.

4.5 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.

Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

4.6 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición: $R_a \times I_a < U$

donde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

4.7 PUESTA A TIERRA.

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.

Debido a la necesidad de asegurar para este tipo de locales tensiones de contacto muy bajas, las masas y elementos conductores deben conectarse mediante conductores de protección, o de equipotencialidad, a la instalación de puesta a tierra, garantizándose que la tensión de contacto no supere los 24 V. La realización se hará según la ITC-BT-18.

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 elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.

- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

4.7.1 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, deberá 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	25 mm ² Cu
	50 mm ² Hierro	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)
$S_f < 16$	S_f
$16 < S_f < 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

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.
- 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.

4.7.2 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.

4.7.3 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, caso de locales mojados
- 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.

4.7.4 Descripción de la instalación de Puesta a tierra.

No se dispone de la información sobre el sistema de tierras actualmente instalado, ni la ubicación de las arquetas registrables de comprobación. Deberá hacerse una inspección “in situ” y una vez localizadas, se comprobará que la tensión de contacto no supere los 24V, en caso contrario se ampliará la red de tierras existente, hasta alcanzar ese valor.

La instalación de puesta a tierra actual, estará formada por los siguientes equipos:

- Anillo perimetral de cobre desnudo enterrado en torno al edificio del CCM 2 de 20 m de Longitud.
- Pica de puesta a tierra de 2m de longitud y de 14mm de diámetro, conectada a este anillo.
- Anillo perimetral en la zona de ubicación de equipos de cobre desnudo de 50mm² y 60m longitud.
- 2 Picas de puesta a tierra de 2 m de longitud a la que está conectada el anillo de la zona de equipos.
- Caja de seccionamiento y comprobación de tierras.
- Cada circuito de alimentación a cada equipo, llevará su conductor de protección que se conectará red de tierras.

Se realizarán la conexión de los nuevos equipos eléctricos y masas metálicas a la red de tierras eléctricas existente, tales como, las masas metálicas de nuevas construcciones de obra civil, masas de maquinaria

de las actuaciones, y cada uno de los receptores a través del conductor de protección. Debiéndose garantizar previamente que la tensión de contacto de la red existente no supere los 24 V.

repetidoSe utilizarán las correspondientes arquetas registrables de comprobación.

5 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

5.1 PREVISIÓN DE POTENCIAS.

A continuación, se incluye el listado de consumos, y datos de partida considerando las potencias instaladas y simultáneas del equipamiento al que dará suministro el nuevo CCM 2:

Mód	Circuito	Cód carga	Potencia nominal (kW)	Factor utilización	Potencia instalada	Intensidad nominal (A)	Longitud (m)	Tensión (V)
1	Compuerta de paso al desbaste 1	2m1	0,25	1	0,25	0,47	54	400V
2	Compuerta de paso al desbaste 1	2m2	0,25	1	0,25	0,47	54	400V
3	Reja desbaste de aliviado 1	2m3	1,5	1	1,5	2,85	54	400V
4	Reja desbaste de aliviado 2	2m4	1,5	1	1,5	2,85	54	400V
5	Prensa de residuos con lavado	2m5	3	1	3	6,27	54	400V
6	Cinta transportadora CMF 7,5	2m6	2,2	1	2,2	4,18	54	400V
7	Cinta transportadora CMF 5	2m7	2,2	1	2,2	4,18	54	400V
8	Compuerta paso salida del desbaste 1	2m8	0,25	1	0,25	0,47	54	400V
9	Compuerta paso salida del desbaste 2	2m9	0,25	1	0,25	0,47	54	400V
10	Bomba de agua bruta 1	2m10	3,3	0,75	2,475	6,27	54	400V
11	Bomba de agua bruta 2	2m11	3,3	0,75	2,475	6,27	54	400V
12	Bomba de agua bruta 3	2m12	3,3	0,75	2,475	6,27	54	400V
13	Bomba de agua bruta 4	2m13	3,3	0,75	2,475	6,27	54	400V
14	Circuito de mando 230V		1	1	1			230V
15	Circuito de mando 24V		1	1	1			24V
16	Instrumentación		2	1	2			
17	Alimentación cuadro variadores		0,02					
	Total instalado		28,6	-	-	0,03	10	400V
	Reserva 25%				6,325			
TOTAL POTENCIA A INSTALAR EN CCM 2					31,625			
1	ACOMETIDA A CCM		31,625	1	31.625	53,70	140	400

Y la siguiente tabla muestra contiene la información de los equipos que se alimentarán del Cuadro de alumbrado y fuerza.

Mód	Circuito	Cód carga	Potencia nominal (kW)	Factor utilización	Potencia a instalar	Intensidad nominal (A)	L	Tensión (V)
1	Alumbrado interior caseta	m14	0,108	0,8	0,0864	1,42	8	230V
2	Alumbrado exterior	m15	0,25	0,8	0,2	1,42	12	230V
3	Tomas de corriente interior.	m16	3	0,5	1,5	17,05	10	230V
4	Tomas de corriente exterior	m17	3	0,5	1,5	9,5	14	400V
	Maniobra							
	Total		6,358		3,2864			
	Reserva 25%				0,8216			
					4,108			
	ACOMETIDA A Cuadro Almbdo. y Fuerza		4,108	1	4,108	6,98	140	400

El balance de aumento de potencia es el siguiente:

Desglose potencias	Potencia (Kw)
Potencia a instalar en CCM2	31,63
Potencia a instalar en Cuadro Aldo y Fuerza	4,11
Potencia a eliminar de bombas.	-12,30
Total aumento potencia	23,43

El transformador existente tiene una potencia de 200kVA, y la potencia actualmente instalada es del orden de 80 kW, por lo que se dispone de capacidad suficiente en el Transformador, como para que no sea necesaria, la ampliación del Centro.

Los 80Kw son datos reales obtenidos de los equipos de lectura de energía instalados. (Concretamente del maxímetro).

Según esto y con la estimación de potencia a añadir, la potencia instalada en la planta sería de unos 103,5KW.

ANEXO 1

CÁLCULOS LÍNEAS ELÉCTRICAS

1 CÁLCULO LÍNEA ACOMETIDA A NUEVO CCM 2

1.1 DATOS DE PARTIDA.

- Potencia máxima prevista: 31,625 KW
- Forma de instalación: Interior de tubo enterrado.
- Longitud desde CCM1: 140m
- Características de alimentación: Baja Tensión, trifásica con neutro.
- Caída de tensión máxima: 1,5%
- Cable seleccionado: Unipolar, tensión asignada 0,6/1KV, tipo RZ1:
 - Tª máx en servicio: 90°C
 - Tª máx en cortocircuito: 250°C
 - Aislamiento de polietileno reticulado.
 - Cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina.

1.2 SECCIÓN POR CORRIENTE ADMISIBLE.

La intensidad, I, prevista para una potencia de P de 31.625 vatios, con tensión trifásica, V de 400V, y un factor de potencia $\cos \varphi = 0,85$ es:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \varphi} = \frac{31625}{\sqrt{3} 400 \cos \varphi} = 53,70A$$

Para la elección de la sección del cable que soporte esta intensidad, se consideran los factores de corrección, 0,8 por la agrupación de cables, y un 0,8 por efecto de la temperatura ambiente.

Tal y como se establece en la Tabla 5 del punto 3.1.2. de la ITCBT-07, la intensidad máxima admisible, en amperios para una terna de cables unipolares de 10mm² sería de 96 A, corregido por los factores 0,8 y 0,8 la intensidad máxima admisible por el cable sería de 80A por lo que la sección mínima por criterios de densidad de corriente sería de 10mm².

1.3 SECCIÓN POR CAÍDA DE TENSIÓN.

La caída de tensión en un conductor por el que circula una corriente viene dada por la siguiente fórmula:

$$\Delta U_I = \frac{P}{U_{V1}} \cdot R$$

ΔU_I Caída de tensión en voltios

R Resistencia de la línea en Ω

P Potencia en vatios transportada por la línea

U_{V1} Tensión en trifásico, 400 voltios

La resistencia de un cable viene dada por la siguiente expresión:

$$R = R_{tca} = R_{tcc} (1 + Y_s + Y_p) = c R_{tcc}$$

$$R_{tcc} = R_{20cc} [1 + \alpha(\theta - 20)] = \rho_{\theta} \cdot L / S \quad \Omega$$

$$R_{20cc} = \rho_{20} \cdot L / S \quad \Omega$$

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

Donde:

R_{tca} → Resistencia del conductor en corriente alterna a la temperatura θ .

R_{tcc} → Resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura θ .

R_{20cc} → Resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura 20°C.

Y_s → Incremento de la resistencia debido al efecto piel (o efecto skin)

Y_p → Incremento de la resistencia debido al efecto proximidad.

α → Coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en °C⁻¹ = 0,00392

ρ_{θ} → Resistividad del cobre a la temperatura de θ .

ρ_{20} → Resistividad del cobre a la temperatura de 20° = 0,018 ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)

S → Sección del conductor en mm^2

L → Longitud de la línea en m.

El efecto piel y el efecto proximidad son efectos muy pronunciados en los conductores de gran sección. De forma aproximada para instalaciones de estas características en baja tensión es factible suponer un incremento de resistencia inferior al 2% en alterna respecto del valor en continua.

$$c = (1 + Y_s + Y_p) \approx 1,02$$

Combinando las ecuaciones anteriores se tiene:

$$R = c \rho_{\theta} \cdot L / S$$

Despejamos el valor de la sección mínima que garantiza una caída de tensión límite previamente establecida, y tenemos la siguiente ecuación:

$$S = \frac{c \cdot P \cdot L}{\Delta U \cdot U_{V1}} \cdot \rho_{\theta}$$

Para la acometida al CCM2, consideramos una caída de tensión máxima del 1,5%. Sustituyendo valores en la fórmula obtenemos.

$$S = \frac{1.02 \cdot 31625 \cdot 140}{0,015 \cdot 400 \cdot 400} \cdot 0,023 = 43,28 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto, la sección para la acometida al nuevo CCM será de 50mm².

2 CÁLCULO RESTO DE LAS LÍNEAS DESDE CCM.

Se emplearán los mismos criterios de cálculo para las líneas que los definidos para la acometida. Los circuitos monofásicos se aplicarán las siguientes fórmulas para la determinación de la intensidad nominal, así como de las caídas de tensión.

$$I = \frac{P}{U_{V1} \cdot \cos \varphi}$$

$$S = \frac{2 \cdot c \cdot P \cdot L}{\Delta U \cdot U_{V1}} \cdot \rho_{\theta}$$

A continuación, se incluye la tabla resumen, con las secciones determinadas para cada circuito, y la caída de tensión, en cada uno de los circuitos.

(Se ha determinado la longitud del circuito más alejado, y se ha considerado como longitud de cada circuito la más desfavorable).

Datos de partida comunes:

- Potencia máxima prevista: Ver en tabla siguiente.
- Forma de instalación: Interior de tubo enterrado.
- Longitud desde CCM1: 54m
- Características de alimentación: Baja Tensión, trifásica con neutro.
- Caída de tensión máxima: 2 %
- Cable seleccionado: Multipolar, tensión asignada 0,6/1KV, tipo RZ1:
 - Tª máx en servicio: 90°C
 - Tª máx en cortocircuito: 250°C
 - Aislamiento de polietileno reticulado
 - Cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina.

Los resultados de sección y caída de tensión se reflejan a continuación.

Mód	Circuito	Código de la carga	Potencia nominal (kW)	Intensidad nominal (A)	Longitud (m)	Tensión (V)	Sección (mm²)	Tipo de conductor	caída de tensión (%)
1	Compuerta de paso al desbaste 1	2m1	0,25	0,47	54	400	4x2,5+2,5PE	RZ1 (0,6/1KV)	0,08
2	Compuerta de paso al desbaste 1	2m2	0,25	0,47	54	400	4x2,5+2,5 PE	RZ1 (0,6/1KV)	0,08
3	Reja desbaste de aliviado 1	2m3	1,5	2,85	54	400	4x2,5+2,5 PE	RZ1 (0,6/1KV)	0,48
4	Reja desbaste de aliviado 2	2m4	1,5	2,85	54	400	4x2,5+2,5 PE	RZ1 (0,6/1KV)	0,48
5	Prensa de residuos con lavado	2m5	3	6,27	54	400	4x2,5+2,5 PE	RZ1 (0,6/1KV)	0,95
6	Cinta transportadora CMF 7,5	2m6	2,2	4,18	54	400	4x2,5+2,5 PE	RZ1 (0,6/1KV)	0,70
7	Cinta transportadora CMF 5	2m7	2,2	4,18	54	400	4x2,5+2,5 PE	RZ1 (0,6/1KV)	0,70
8	Compuerta de paso salida del desbaste	2m8	0,25	0,47	54	400	4x2,5+2,5 PE	RZ1 (0,6/1KV)	0,08
9	Compuerta de paso salida del desbaste 2	2m9	0,25	0,47	54	400	4x2,5+2,5 PE	RZ1 (0,6/1KV)	0,08
10	Bomba de agua bruta 1	2m10	3,3	6,27	54	400	3x2,5+2,5 PE	RC4Z1-K (1kV)	0,78
11	Bomba de agua bruta 2	2m11	3,3	6,27	54	400	3x2,5+2,5 PE	RC4Z1-K (1kV)	0,78
12	Bomba de agua bruta 3	2m12	3,3	6,27	54	400	3x2,5 + 2,5 PE	RC4Z1-K (1kV)	0,78
13	Bomba de agua bruta 4	2m13	3,3	6,27	54	400	3x2,5 + 2,5 PE	RC4Z1-K (1kV)	0,78

Circuitos desde el cuadro de alumbrado y fuerza de la caseta del ccm 2.

Mód	Circuito	Código de la carga	Potencia nominal (kW)	Intensidad nominal (A)	Longitud (m)	Tensión (V)	Sección (mm²)	Tipo de conductor	caída de tensión (%)
1	Alumbrado interior caseta	m14	0,108	0,61	8	230	2x1,5+1,5 PE	RZ1 (0,6/1KV))	0,02
2	Alumbrado exterior	m15	0,25	1,42	12	230	2x6+6 PE	RZ1 (0,6/1KV))	0,08
3	Tomas de corriente interior	m16	13	17,05	10	230	2x2,5+2,5 PE	RZ1 (0,6/1KV))	0,53
4	Tomas de corriente exterior	m17	3	9,5	4	400	4x2,5+2,5 PE	RZ1 (0,6/1KV))	0,12

3 CÁLCULO DE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO.

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuito que nos sirvan para elegir las protecciones adecuadas se parte de los siguientes datos:

Potencia aparente de cortocircuito en el origen.	$S_{cc} = 500 \text{ MVA}$.
Datos del Transformador.	$S_{traf} = 200 \text{ kVA}$, $V_1 = 20 \text{ kV}$ $V_2 = 400 \text{ V}$ $U_{cc} = 4\%$ $r_t = 2000/400$
Línea entre el trafo y CCM1 exist.	$R = 0$, $X = 0. \Omega$

Para el cálculo, se sigue el siguiente procedimiento y se consideran las siguientes fórmulas y resultados:

- A partir de los datos de partida, determinamos primero la Impedancia de la red, desde el lado de alta tensión del transformador.
- Determinamos la impedancia desde el lado de baja tensión.
- Determinamos la impedancia del transformador.
- Sumamos todas las impedancias.
- Determinamos la corriente de cortocircuito.

Impedancia de la red (lado 20Kv):

$$Z_{redx_{20kV}} = \frac{V_{20kV}^2}{S_{cc}} = \frac{20000^2}{500 \text{ mva}} = 0,8 \Omega$$

Impedancia de la red (lado 400 V)

$$Z_{redx_{400V}} = \frac{Z_{redx_{20kV}}}{rt^2} = \frac{0,8}{\frac{20000^2}{400}} = 0,32 \cdot 10^{-3} \Omega$$

Impedancia del Transformador.

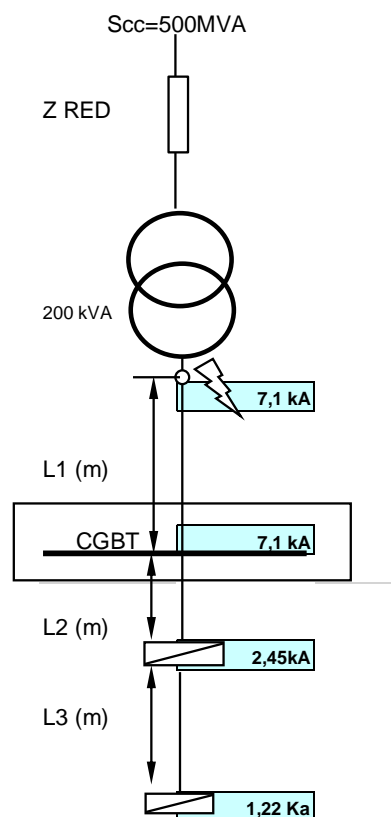
$$Z_{TRAFO} = \frac{V^2 \cdot U_{cc}\%}{S_{TRAFO}} = \frac{400^2 \cdot 4\%}{200 \text{ KVA}} = 32 \cdot 10^{-3} \Omega$$

Impedancia total.

$$Z_{TOTAL} = Z_{RED} + Z_{TRAFO} = 0,32 \cdot 10^{-3} + 32 \cdot 10^{-3} = 32,32 \cdot 10^{-3} \Omega$$

Corriente de Cortocircuito:

$$I_{cc} = \frac{V_L}{\sqrt{3} \cdot Z_{TOTAL}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 32,32 \cdot 10^{-3}} = 7145,42 \text{ A} \rightarrow 7,14 \text{ kA}$$



3.1 Cálculo de Icc en CCM 2.

Utilizando el mismo método, determinamos la corriente de cortocircuito en la entrada al nuevo CCM2.

A las impedancias consideradas, debemos de sumar la nueva impedancia debido a la acometida.

Cable de cobre de sección 50mm².

Condiciones de cálculo de cortocircuito: 90°C

Conductor de cobre de 50mm² L=140m

Z línea 50mm²=0,06174 Ω

Z Total=0,06174 +0.03232 =0.09406 Ω

Icc= 2,455 kA

Y por último determinamos la corriente de cortocircuito en el equipo más desfavorable.

Cable de cobre de sección 2,5mm² L=54m

Z línea 2,5mm² =0,47638 Ω

Ztotal=0.090406+0,47486= 0.56678 Ω

Icc= 1222,36 A.

Ver gráfico adjunto.

3.2 Cálculo de Icc en cuadro de alumbrado y fuerza.

Siguiendo los mismos criterios de cálculo, considerando que la corriente de cortocircuito de partida del circuito de alumbrado, tiene el mismo valor que el origen de alimentación del CCM, llegamos a un valor de cortocircuito en el nuevo cuadro de alumbrado de 861,464A.

Línea de cobre 4x6mm² de 140m de longitud.

Z línea de 4x6mm²= 0.54146 Ω

Z total= $32,32 \cdot 10^{-3} + 0,5146 = 0,5469 \Omega$

Icc = 1266,74 A.

Y por último Icc en el receptor más desfavorable del cuadro de alumbrado y fuerza.

Z línea de 2x6mm² de 13m de longitud.

Z línea = 0,0367 Ω

Z total= 0,84096 Ω

Icc= 823,847 A

4 SELECCIÓN DE LOS INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS DE LOS CIRCUITOS.

4.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS.

Para proteger los circuitos frente a sobrecargas, se realiza por medio de interruptores magneto térmicos. La intensidad máxima del interruptor magneto térmico se determina tal como describe la norma UNE 20 460 parte 4-43:

- a) $I_B \leq I_n \leq I_z$
- b) $I_z \leq 1,45 I_n \Rightarrow$ Para interruptores según UNE EN 60898, $I_z = 1,45 I_n \Rightarrow 1,45 I_n \leq 1,45 I_z \Rightarrow$ Por tanto, si cumple la condición anterior también se verifica esta.

I_B Corriente para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas.

I_z intensidad admisible del conductor según la norma UNE 20-460-5-523

I_n Intensidad máxima del interruptor magnetotérmico.

I_z Intensidad que asegura la actuación del dispositivo para un tiempo largo (t_c tiempo convencional según norma)

En la siguiente tabla se muestra los diferentes circuitos y los valores I_B , I_n e I_z .

Mód	Circuito	Código de la carga	Potencia nominal (kW)	I_B (A)	I_n (A)	I_z (A)	Tipo de conductor
1	Compuerta de paso al desbaste 1	2m1	0,25	0,47	10A	22	4x2,5mm ² +2,5mm ² PE
2	Compuerta de paso al desbaste 1	2m2	0,25	0,47	10A	22	4x2,5mm ² +2,5mm ² PE
3	Reja desbaste de aliviado 1	2m3	1,5	2,85	10A	22	4x2,5mm ² +2,5mm ² PE
4	Reja desbaste de aliviado 2	2m4	1,5	2,85	10A	22	4x2,5mm ² +2,5mm ² PE
5	Prensa de residuos con lavado	2m5	3	6,27	10A	22	4x2,5mm ² +2,5mm ² PE
6	Cinta transportadora CMF 7,5	2m6	2,2	4,18	10A	22	4x2,5mm ² +2,5mm ² PE
7	Cinta transportadora CMF 5	2m7	2,2	4,18	10A	22	4x2,5mm ² +2,5mm ² PE
8	Compuerta de paso salida del desbaste	2m8	0,25	0,47	10A	22	4x2,5mm ² +2,5mm ² PE
9	Compuerta de paso salida del desbaste 2	2m9	0,25	0,47	10A	22	4x2,5mm ² +2,5mm ² PE
10	Bomba de agua bruta 1	2m10	3,3	6,27	10A	22	3x2,5mm ² +2,5mm ² PE
11	Bomba de agua bruta 2	2m11	3,3	6,27	10A	22	3x2,5mm ² +2,5mm ² PE
12	Bomba de agua bruta 3	2m12	3,3	6,27	10A	22	3x2,5mm ² +2,5mm ² PE
13	Bomba de agua bruta 4	2m13	3,3	6,27	10A	22	3x2,5mm ² +2,5mm ² PE

Mód	Circuito	Código de la carga	Potencia nominal (kW)	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	Tipo de conductor
1	Alumbrado interior caseta	m14	0,108	0,61	6A	16	2x1,5mm ² +1,5mm ² PE
2	Alumbrado exterior	m15	0,25	1,42	10A	34	2x6mm ² +6mm ² PE
3	Tomas de corriente interior	m16	13	17,05	20A	25	2x2,5mm ² +2,5mm ² PE
4	Tomas de corriente exterior	m17	3	9,5	20A	35	4x2,5mm ² +2,5 mm ² PE

4.2 PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS.

El funcionamiento de los Interruptores automático se define mediante una curva en al que se observan dos tramos:

- Disparo por sobre carga: característica térmica de tiempo inverso o de tiempo dependiente.
- Disparo por cortocircuito: Sin retardo intencionado, caracterizados por la corriente de disparo instantáneo (I_m).

En Interruptores automáticos modulares o magnetotérmicos, se definen tres clases de disparo magnético (I_m) según el múltiplo de la corriente asignada (I_n), cuyos valores normalizados son:

- Curva B: I_m= (3 ÷ 5) I_n.
- Curva C: I_m= (5 ÷ 10) I_n.
- Curva D: I_m= (10 ÷ 20) I_n.

Todo dispositivo de protección contra cortocircuitos deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Poder de corte del dispositivo de protección debe ser igual o mayor que la intensidad de cortocircuito máxima prevista en su punto de instalación.
- El tiempo de corte de toda corriente que resulte d un cortocircuito que se produzca en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que los conductores tardan en alcanzar su temperatura límite admisible. En el caso de interruptores automáticos esta condición se verifica y además es más restrictivo aplicando lo siguiente:

$$I_{cc \min} > I_m$$

Donde :

- I_{cc min} corriente de cortocircuito mínima que se calcula en el extremo del circuito protegida por el IA.
- I_m corriente mínima que asegura el disparo magnético.
- I_{ccmáx} < I_b cuando I_b es la intensidad que corresponde al (I²t)_{adm} del conductor determinada sobre la característica i²t del interruptor automático.

La siguiente tabla muestra los valores para cada uno:

Mód	Circuito	Código de la carga	Potencia nominal (kW)	Icc min (A)	Im (A)	Icc máx (A)	Ib *	Curva posible de interruptor
	Acometida		31,625	2455	315	7100	2571	Curva C
1	Compuerta de paso al desbaste 1	2m1	0,25	1222,36	50	2455	128	Curva, C
2	Compuerta de paso al desbaste 1	2m2	0,25	1222,36	50	2455	128	Curva C
3	Reja desbaste de aliviado 1	2m3	1,5	1222,36	50	2455	128	Curva C
4	Reja desbaste de aliviado 2	2m4	1,5	1222,36	50	2455	128	Curva, C
5	Prensa de residuos con lavado	2m5	3	1222,36	50	2455	128	Curva, C
6	Cinta transportadora CMF 7,5	2m6	2,2	1222,36	50	2455	128	Curva, C
7	Cinta transportadora CMF 5	2m7	2,2	1222,36	50	2455	128	Curva, C
8	Compuerta de paso salida del desbaste	2m8	0,25	1222,36	50	2455	128	Curva, C
9	Compuerta de paso salida del desbaste 2	2m9	0,25	1222,36	50	2455	128	Curva, C
10	Bomba de agua bruta 1	2m10	3,3	1222,36	50	2455	128	Curva, C
11	Bomba de agua bruta 2	2m11	3,3	1222,36	50	2455	128	Curva, C
12	Bomba de agua bruta 3	2m12	3,3	1222,36	50	2455	128	Curva, C
13	Bomba de agua bruta 4	2m13	3,3	1222,36	50	2455	128	Curva, C

Mód	Circuito	Código de la carga	Potencia nominal (kW)	Icc min (A)	Im (A)	Icc máx (A)	Ib *	Curva posible de interruptor
	Acometida		4,108	861.464	100	7100	241	Curva, C
1	Alumbrado interior caseta	m14	0,108	806,22	30	861.46	90,56	Curva, C
2	Alumbrado exterior	m15	0,25	806,22	100	861.46	241	Curva, C
3	Tomas de corriente interior	m16	13	806,22	100	861.46	128	Curva, C
4	Tomas de corriente exterior	m17	3	806,22	100	861.46	128	Curva, C

* Para tiempos no superiores a 5 segundos, la norma UNE 20 460 parte 4-43 establece, para el calentamiento límite del cable, la fórmula:

$$I_{CCable} = \frac{k \cdot S}{\sqrt{t}}$$

siendo:

- t = tiempo en segundos.
- S = sección en mm²
- I_{ccable} = Valor eficaz de la corriente de cortocircuito prevista en amperios
- k = 115 para conductores de cobres con aislamiento termoplástico, k = 135 para conductores con aislamiento termoestable (EPR ó XLPE).

En el esquema unifilar se muestran todos los resultados de los cálculos.

4.3 CÁLCULO DEL VALOR MÁXIMO ADMISIBLE DE RPAT.

Considerando el caso más desfavorable, la tensión de contacto de la instalación en el local mojado no será superior a 24 V (U_L). Teniendo en cuenta que la sensibilidad de los interruptores diferenciales utilizados es de 30 mA ($I_{\Delta N} = 0,03$ A), la resistencia de puesta de las masas R_A es:

$$R_A \leq \frac{U_L}{I_{\Delta N}} \leq \frac{24}{0,03} = 800 \, \Omega$$

Utilizando un coeficiente de seguridad de 4 nos quedaría un valor máximo de la resistencia de puesta a tierra de 200 Ω .

4.4 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LAS LÍNEAS DE ENLACE CON TIERRA.

Según establece la ITC-BT-18 en su apartado 3.2 la sección de los conductores de cobre de tierra no protegidos contra la corrosión, no será inferior a 25 mm².

Según la norma UNE 20-460 parte 5-54, la sección mínima (en mm²) que garantiza un calentamiento admisible del conductor puede calcularse mediante la expresión:

$S > \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$, donde I es el valor máximo de la corriente de cortocircuito que puede circular en la instalación, t es el tiempo de funcionamiento del dispositivo de corte, en segundos ($=10$ ms $= 0,01$ s) y k una constante que depende de la naturaleza del material conductor, del tipo de aislamiento, del tipo de cable, que para el cobre desnudo es de $k = 138$

$$\text{Luego la sección mínima es } S > \frac{\sqrt{I^2 t}}{k} = \frac{\sqrt{7100^2 \cdot 0,01}}{138} = 16,27 \, \text{mm}^2$$

La sección mínima de 25mm² habría sido suficiente para el circuito de puesta a tierra, no obstante, dado el grado de incertidumbre con el sistema de tierras existente, se prescribe conductor de cobre de 50mm².

Además, con objeto de asegurar y garantizar el sistema de puesta a tierra, dado el grado de incertidumbre de la instalación existente, se instalará una pica de tierra de cobre de 2m, en el anillo del CCM, y 2 picas de cobre de 2m en el anillo de la zona de equipos, que se conectarán al sistema de puesta a tierra existente.

5 CANALIZACIONES.

Los circuitos de alimentación de los equipos irán tendidos en canalización enterrada, en el interior de tubo de 110mm de diámetro.

Una vez llegada a la zona de equipos saldrán de la arqueta hacia bandeja de acero inoxidable, o bien tubo de pvc, hasta llegar al equipo en cuestión.

Los conductos de alimentación del alumbrado interior y exterior del edificio del ccm, se tenderán en el interior de tubo de pvc instalado sobre la pared.

En el esquema unifilar se indican las características de cada uno de los elementos .

A continuación se muestra una tabla resumen que contiene todos los parámetros de los circuitos.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86480087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

Mód	Circuito	Código de la carga	Potencia nominal (kW)	Coef de utilización	Potencia instalada	Intensidad nominal (A)	Longitud (m)	Tensión (V)	Sección	Tipo de conductor	Tipo de arranque	Icc mín (A)	Icc máx (A)	caída de tensión (%)	Iz (Cable)	Icc máx cable	In (manetotérmico)	Curva interruptor	Tubo, canal, bandeja.
1	Compuerta de paso al desbaste 1	2m1	0,25	1	0,25	0,47	54	400	4x2,5mm²+2,5mm²PE	RZ1 (1kV)	AF-2	142	2455	0,08	22,00	128,00	10A	Curva C	Ø110mm
2	Compuerta de paso al desbaste 1	2m2	0,25	1	0,25	0,47	54	400	4x2,5mm²+2,5mm²PE	RZ1 (1kV)	AF-2	142	2455	0,08	22,00	128,00	10A	Curva C	Ø110mm
3	Reja desbaste de aliviado 1	2m3	1,5	1	1,5	2,85	54	400	4x2,5mm²+2,5mm²PE	RZ1 (1kV)	AF-2	142	2455	0,48	22,00	128,00	10A	Curva C	Ø110mm
4	Reja desbaste de aliviado 2	2m4	1,5	1	1,5	2,85	54	400	4x2,5mm²+2,5mm²PE	RZ1 (1kV)	AF-2	142	2455	0,48	22,00	128,00	10A	Curva C	Ø110mm
5	Prensa de residuos con lavado	2m5	3	1	3	6,27	54	400	4x2,5mm²+2,5mm²PE	RZ1 (1kV)	AF-2	142	2455	0,95	22,00	128,00	10A	Curva C	Ø110mm
6	Cinta transportadora CMF 7,5	2m6	2,2	1	2,2	4,18	54	400	4x2,5mm²+2,5mm²PE	RZ1 (1kV)	AD-2	142	2455	0,70	22,00	128,00	10A	Curva C	Ø110mm
7	Cinta transportadora CMF 5	2m7	2,2	1	2,2	4,18	54	400	4x2,5mm²+2,5mm²PE	RZ1 (1kV)	AD-2	142	2455	0,70	22,00	128,00	10A	Curva C	Ø110mm
8	Compuerta de paso salida del desbaste	2m8	0,25	1	0,25	0,47	54	400	4x2,5mm²+2,5mm²PE	RV (1kV)	AF-2	142	2455	0,08	22,00	128,00	10A	Curva C	Ø110mm
9	Compuerta de paso salida del desbaste 2	2m9	0,25	1	0,25	0,47	54	400	4x2,5mm²+2,5mm²PE	RZ1-K (1kV)	AF-2	142	2455	0,08	22,00	128,00	10A	Curva C	Ø110mm
10	Bomba de agua bruta 1	2m10	3,3	0,75	2,475	6,27	65	400	3x2,5mm²+2,5mm²PE	RC4Z1-K (1kV)	VF-1	142	2455	0,94	22,00	128,00	10A	Curva C	Ø110mm
11	Bomba de agua bruta 2	2m11	3,3	0,75	2,475	6,27	65	400	3x2,5mm²+2,5mm²PE	RC4Z1-K (1kV)	VF-1	142	2455	0,94	22,00	128,00	10A	Curva C	Ø110mm
12	Bomba de agua bruta 3	2m12	3,3	0,75	2,475	6,27	65	400	3x2,5mm²+2,5mm²PE	RC4Z1-K (1kV)	VF-1	142	2455	0,94	22,00	128,00	10A	Curva C	Ø110mm
13	Bomba de agua bruta 4	2m13	3,3	0,75	2,475	6,27	65	400	3x2,5mm²+2,5mm²PE	RC4Z1-K (1kV)	VF-1	142	2455	0,94	22,00	128,00	10A	Curva C	Ø110mm
14	Circuito de mando 230V		1	1	1			230	2x1,5mm²+1,5mm²PE	H07Z-K (750V)		142							
15	Circuito de mando 24V		1	1	1			24V	2x1,5mm²+1,5mm²PE	H07Z-K (750V)		142							
16	Instrumentación		2	1	2														
17	Alimentación cuadro Variadores	0,02	0,02	0	0	0,03	rb	400	3x2,5mm²+2,5mm²PE	RC4Z1-K (1kV)	AF-2	142	2455	0,0012	22,00	128,00	10A	Curva C	Ø 1 “
	Total instalado		28,62		25,3														
	Reserva 25%		7,155		6,325														
TOTAL POTENCIA A INSTALAR EN CCM 2					31,625														
	ACOMETIDA A CCM		31,625	1	31,625	53,70	140	400	4x(1x50mm²)+1x25mm²PE	RZ1-K (1kV)	AF-2	2455	7140	1,30	115,20	2.571,00	63A	Curva C	Ø110mm

Mód	Circuito	Código de la carga	Potencia nominal (kW)	Coefficiente de utilización	Potencia a instalar	Intensidad nominal (A)	L	Tensión (V)	Sección	Tipo de conductor	Tipo de arranque	Icc mín (A)	Icc máx (A)	caída de tensión (%)	Iz (Cable)	Icc máx cable (A)	In (manetotérmico)	Curva interruptor	Tubo, canal, bandeja.
1	Alumbrado interior caseta	m14	0,108	0,8	0,0864	1,42	8	230	2x1,5mm²+1,5mm²PE	RZ1 (0,6/1kV)	AF-1	823,847	1266,74	0,02	16	90,56	6	Curva C	Ø 1 “
2	Alumbrado exterior	m15	0,25	0,8	0,2	1,42	13	230	2x6mm²+6mm²PE	RZ1 (0,6/1kV)	AF-1	823,847	1266,74	0,09	34	241	10	Curva C	Ø 1 “
3	Tomas de corriente interior.	m16	3	0,5	1,5	17,05	10	230	2x2,5mm²+2,5mm²PE	RZ1 (0,6/1kV)	AF-1	823,847	1266,74	0,53	25	128	20	Curva C	Ø 1 “
4	Tomas de corriente exterior	m17	3	0,5	1,5	9,5	14	400	4x2,5mm²+2,5mm²PE	RZ1 (0,6/1kV)	AF-1	823,847	1266,74	0,12	26,5	128	20	Curva C	Ø 1 “
5	Alumbrado Emergencia	m17	0,06	0	0	0,26 €	8	230	2x1,5mm²+1,5mm²PE	RZ1 (0,6/1kV)	AF-1	823,847	1266,74	0,01	16	90,56	6	Curva C	Ø 1 “
	Maniobra									H07Z-K (750V)									
	Total		6,418		3,2864														
	Reserva 25%				0,8216														
	ACOMETIDA A Cuadro Aldo y Fuerza		4,108	1	4,108	6,98	140	400	4x6mm²+6mm²PE	RZ1 (0,6/1 kV)	AF-2	1266,74	7140	1,41	34	241	20	Curva C	

ANEXO 2

JUSTIFICACIÓN VENTILACIÓN NATURAL EN CCM-2

1 INTRODUCCIÓN.

El nuevo CCM-2, está formado por un edificio prefabricado de hormigón, de 6m de largo por 2,4 m de ancho, y con una altura de 3,60 m.

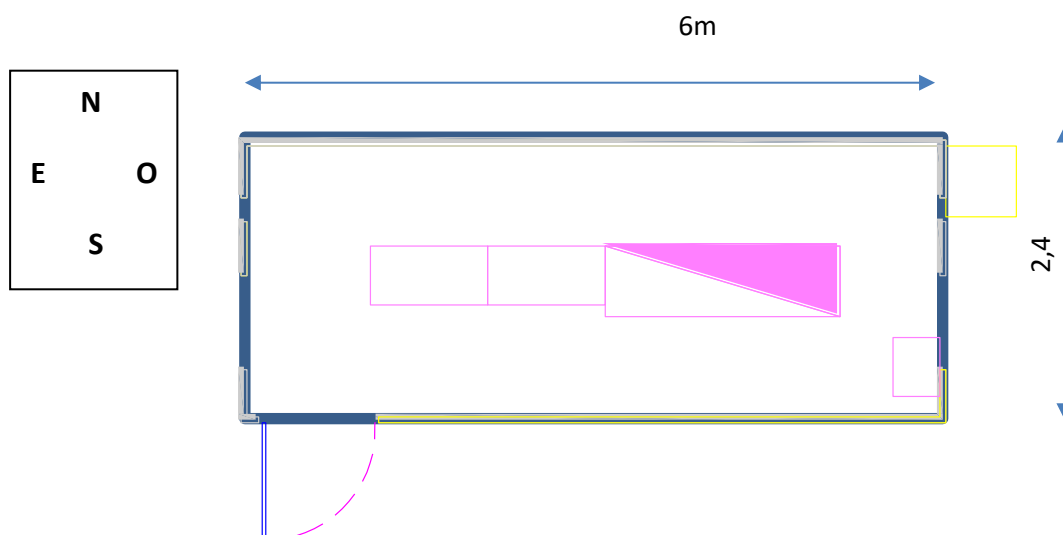
En su interior se albergan cuadros eléctricos, y unos variadores de frecuencia de los motores de las bombas de agua. Son variadores muy pequeños que se instalarán en el interior de un cuadro eléctrico específico para tal fin.

Este anexo pretende justificar la renovación del aire necesario, mediante la instalación de rejillas enfrentadas que faciliten la circulación del aire exterior.

Las normas internas del canal, incluyen un capítulo para el cálculo y la justificación de este concepto. A continuación se presentan las fórmulas base para la estimación de la sección de rejillas que permitan la ventilación natural de la misma.

Geometría de la sala:

Sala de 6m x 2,4m x 3,60 m (l x a x h)



Desglose de superficies:

Fachada Norte:	6 x 3,60	m ²
Fachada Sur:	6x 3,60	m ²
Fachada Este:	2x4 x 3,60	m ²
Fachada Oeste:	2,4 x 3,60	m ²
Techo:	2,4 x 6	m ²

2 POTENCIA TÉRMICA DISIPADA EN ORIGEN.

Para la sala de cuadros eléctricos esta potencia dependerá del número de armarios eléctricos y de dispositivos que haya en cada caso, en el caso que nos ocupa, son los variadores de frecuencia (para variadores de frecuencia se estima una potencia pérdida del 3% de de la potencia nominal del propio VF)

Estas salas no se considerarán como salas de ocupación permanente de personas, a menos que por cuestiones de operación se especifique lo contrario.

$P \text{ disipada variadores} = 4 \text{ variadores} \times 3,300 \text{ Kw/variador} \times 3\% = 396 \text{ W}$

El alumbrado a base de tubos fluorescentes también disipa energía térmica:

$P \text{ disipada alumbrado} = 3 \text{ lámparas} \times 2 \times 18 \text{ W/ lámpara} = 108 \text{ W.}$

$P \text{ TOTAL DISIPADA} = 504 \text{ W.}$

3 EMISION TÉRMICA DE PAREDES Y TECHO.

La fórmula de la energía térmica emitida por superficie como paredes y techo viene dada por la siguiente fórmula:

$$E = k \cdot \Delta t \cdot S$$

K = cte que varía para paredes y techo: K techo= 0,73 W/K·m² y para el K paredes=1,65 W/k·m²

Δt = Incremento de t^a que varía con la orientación, para cada una de las paredes techo es diferente.

	Superficie	Δt	K	E= k· Δt · S
Techo	15,00	21,80	0,63	206,01
Pared Norte	21,60	6,50	1,65	231,66
Pared Sur	21,60	14,40	1,65	513,22
Pared Este	8,64	7,20	1,65	102,64
Pared Oeste	8,64	18,00	1,65	256,61
Total Emision paredes y techo.				1310,14
Total variadores y alumbrado.				504,00
Total potencia a disipar				1814,14
Factor reserva (%)				1,25
Total potencia de cálculo (w)				2267,6715

4 SECCIÓN VENTILACIÓN NATURAL.

La expresión por la cual calculamos la superficie necesaria para una correcta ventilación natural es la siguiente:

$$S = \frac{P_t}{k1 * k2 * (\sqrt{2} - 1) * \sqrt{d} * ST^3} \{m^2\}$$

dónde

P_t = Pérdidas (kW)

$k1$ = Coeficiente tabla I

$k2$ = Coeficiente corrección rejilla (entre 0.8 y 0.9)

d = Diferencia de alturas entre rejillas ($H - h$)

ST = Salto térmico ($t_s - t_e = 20^\circ C$)

t_s = temperatura de salida; t_e = temperatura de entrada

$t_s \backslash t_e$	30	32	35	37	40
10	0,32	0,31	0,31	0,31	0,31
12	0,31	0,31	0,31	0,31	0,30
15	0,31	0,31	0,30	0,30	0,30
17	0,30	0,30	0,30	0,30	0,29
20	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29
22	0,30	0,29	0,29	0,29	0,29
25	0,29	0,29	0,29	0,29	0,28
30	...	0,28	0,28	0,28	0,27

Valores de K1 en función de las temperaturas del aire a la entrada y a la salida

Para la sala de cuadros eléctricos esta potencia dependerá del número de armarios eléctricos y de dispositivos que haya en cada caso, por ejemplo, de variadores de frecuencia (para variadores de frecuencia se estima una potencia perdida del 3% de la potencia nominal del propio VF)

Estas salas no se considerarán como salas de ocupación permanente de personas, a menos que por cuestiones de operación se especifique lo contrario.

Realizando cálculos considerando primero el caso más desfavorable:

$$K1 = 0,27 \quad d = H - h = 2,40 - 1,40 = 1,00$$

$$K2 = 0,80 \quad ST = 10^{\circ}C$$

Obtenemos $S = 0,800 \text{ m}^2 \rightarrow$ Rejilla de $0,9 \times 0,9 \text{ m}$

Si instalamos las rejillas con más diferencia de altura; $d = 2$

Obtenemos $S = 0,566 \text{ m}^2 \rightarrow$ Rejilla de $0,75 \times 0,75 \text{ m}$

Las rejillas se instalarán en las fachadas Este y Oeste. Enfrentadas una con la otra y centradas en la anchura del pasillo.

Por efecto de la temperatura el aire caliente tiende a subir a la parte de arriba, por lo que para favorecer la ventilación natural, la rejilla de la fachada Este, se situará 2m por encima de la rejilla de la fachada Oeste y se sobredimensionará en un 10% más de área.

Por lo que se instalará una rejilla en la fachada Este de $S = 0,622 \text{ m}^2 \rightarrow$ Rejilla de $0,80 \times 0,80 \text{ m}$.