

1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

1.1. ALTA Y MEDIA TENSIÓN

1.1.1. NORMATIVA

La normativa a cumplir en todas las instalaciones de alta o media tensión, o en las que tengan que ser consideradas como tal, es la siguiente:

- ✓ Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (RD 223/2008).
- ✓ Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación (RD 3275/1982).
- ✓ Instrucciones Técnicas Complementarias del reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación. (Orden 06/07/1984).
- ✓ Norma Tecnológica de la Edificación NTE-IET "Instalaciones de electricidad. Centros de transformación" (Orden 12/12/1983)
- ✓ Normas UNE
- ✓ Recomendaciones CEI

1.1.2. GENERALIDADES

Dadas las características de la red existente en las Illes Balears, y a las necesidades de las EDARs, toda instalación en media tensión se efectuará a una tensión nominal de 15,4 kV

Cualquier instalación en media tensión, ya sea privada para distribución interior en la EDAR o perteneciente a la compañía, para una nueva alimentación eléctrica, o cualquier modificación de alguna instalación existente, en la que se varíen las características de la misma (potencia de transformadores, sustitución de protecciones por otras diferentes, etc.), obligará a la redacción de un proyecto técnico específico, redactado por un técnico competente en la materia y visado por el colegio oficial correspondiente. Se deberá disponer de las correspondientes autorizaciones administrativas previamente a su ejecución.

El proyecto de las instalaciones deberá cumplir las especificaciones técnicas que aquí se indican, aunque el proyectista podrá optar por otras soluciones, ya sea por imposición de la compañía o la administración, o por considerarlas una mejor solución. En este último caso deberá estar debidamente justificada y en ningún caso disminuir las prescripciones de servicio, prestaciones y seguridad que aquí se indican.

La obra civil de los centros de transformación permitirá la ampliación de dichos centros, disponiendo de espacio suficiente para albergar como mínimo las celdas necesarias para una salida de línea adicional a las proyectadas, tanto para los CMM como para las ET. Asimismo se dejarán previstos los tubos de salida. Las salas dedicadas a albergar los transformadores, se diseñarán con el espacio suficiente para albergar transformadores de hasta 1.000 kVA.

1.1.3. TRANSFORMADORES

Los transformadores tendrán las siguientes características:

- ✓ La tensión nominal en el primario será de 15,4 kV y 50 Hz.
- ✓ La refrigeración será natural, por baño de aceite. Serán herméticos y de llenado integral.
- ✓ El aislamiento será de Clase A.
- ✓ Las potencias nominales de diseño serán 160, 250, 400, 630 y 800 kVA. En el caso de necesitar más potencia se dispondrán varios transformadores en paralelo.
- ✓ Se dimensionarán las salas del transformador con las dimensiones suficientes para albergar trafos de hasta 1000 kVA.

- ✓ La tensión de salida será 420 V (Conexión Dyn11). La entrada será en estrella, y la salida en triángulo, con neutro accesible.
- ✓ Dispondrán de 7 bornes de salida (3 fases + 3 fases + neutro).
- ✓ El nivel de aislamiento será de 24 kV, como mínimo.
- ✓ La regulación será en alta tensión con tomas para $\pm 2,5\%$ y $\pm 5\%$ mediante conmutador manual en vacío.
- ✓ La tensión de cortocircuito será del 4%
- ✓ Las pérdidas en vacío no superarán los 3 W/kVA, y a plena carga no superarán los 15 W/kVA.

Como mínimo se instalará una potencia conjunta en transformadores del doble de la potencia punta necesaria, hasta 200 kVA, de un 50% más hasta 350 kVA y de un 33% más para más de 350 kVA. Para más de 600 kVA de potencia punta, se instalarán dos transformadores de las mismas características (potencia, tipo, ..), con una potencia global de más del 33% de potencia punta necesaria.

En el caso de tener que instalar, según el párrafo anterior, un transformador de 800 kVA, la obra civil se dejara prevista para la instalación de un segundo transformador.

Para potencias de transformadores a instalar superiores a 1.600 kVA de potencia global, la solución a adoptar se determinará particularmente en cada caso, conjuntamente con la dirección técnica.

La línea se dimensionará para un 50% más de la potencia conjunta de los transformadores instalados.

En el proyecto de construcción se indicarán, además las siguientes características:

- ✓ Calentamiento máximo en bobinados con 42 °C de temperatura ambiente.
- ✓ Curvas de rendimiento.

En el caso particular de existir algún motor a tensiones diferentes a las aquí indicadas, se efectuará un proyecto específico o separata de los proyectos eléctricos.

1.1.4. CONDUCTORES

Los conductores de media tensión irán enterrados, con protección de bovedilla, cinta señalizadora y capa de hormigón. La profundidad mínima será de 1 m.

Las características de los conductores serán:

"CABLE AISLADO DE 12/20 KV, TIPO DHZ1, SEGÚN RC 3305 C, IEC 60502 Y HD 620."

- CONDUCTOR
 - Metal: Hilos de aluminio
 - Forma: Redonda compacta
 - Flexibilidad: Clase 2, según IEC 228; UNE 21.022
- SEMICONDUCTORA INTERNA
 - Capa extrusionada de material conductor
- AISLAMIENTO
 - Etileno-propileno (EPR)
- SEMICONDUCTORA EXTERNA
 - Capa extrusionada de material conductor separable en frío.
- PANTALLA METÁLICA

Formada por una corona de hilos de cobre de sección nominal de 16 mm²

- CUBIERTA EXTERIOR
Polioléfina termoplástica (Z1).

Además:

- ✓ La sección mínima a utilizar será de 50 mm²
- ✓ Los cables serán unipolares

1.1.5. PROTECCIONES Y APARAMENTA

Las celdas de protección y maniobra serán del tipo prefabricado, con envolvente metálica, y que utilicen gas para el corte y el aislamiento, de las siguientes características:

- ✓ Tensión nominal de aislamiento mínima 24 kV.
- ✓ Intensidad nominal mínima 400 A.
- ✓ Gas aislante SF₆.
- ✓ Modular
- ✓ Ampliable

Cada transformador dispondrá de una celda de protección y corte individual. No se permitirá una celda de protección para más de un transformador.

Previa a las protecciones individuales de cada transformador, se instalará una celda de corte manual.

1.1.6. SALIDAS EN BAJA TENSIÓN

Cada trafo dispondrá de un interruptor automático de salida en BT, de las características adecuadas de intensidad, poder de corte, protección contra sobrecargas, protección contra cortocircuitos y protección contra defectos de corriente (protección diferencial) adecuadas al servicio a realizar.

En el caso de disponer de protección diferencial, ésta será retardada y de mayor calibre que las existentes aguas debajo de la misma.

Los puentes de conexión estarán formados por cable aislado de las siguientes características:

Tensión nominal: 0,6/1 kV

Material conductor: Aluminio o Cobre

Sección: 240 mm²

Cantidad: 1 ó 2 por fase (según trafo), más neutro.

Aislamiento: Etileno-propileno, sin armadura.

1.2. BAJA TENSIÓN.

1.2.1. NORMATIVA.

La normativa y reglamentación a aplicar es la siguiente:

- ✓ RD 842/2002 Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y sus instrucciones técnicas complementarias
- ✓ Normas UNE
- ✓ Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006) del 17 de marzo y modificado por el (RD 1371/2007) el 17 de octubre.
- ✓ D 3565/1072 Normas Tecnológicas de la edificación
- ✓ Orden 13/4/1974 Normas Tecnológicas de la edificación. Baja Tensión-NTE-IEB-1974
- ✓ Orden 8/11/1975 Normas Tecnológicas de la edificación. Alumbrado Interior NTE-IEI-1975
- ✓ Orden 18/7/1978 Normas Tecnológicas de la edificación. Alumbrado exterior NTE-IEE-1978
- ✓ Orden 13/3/1973 Normas Tecnológicas de la edificación. Puesta a tierra NTE-IEP-1973
- ✓ Orden 4/6/1984 Normas Tecnológicas de la edificación. Red exterior NTE-IER-1984
- ✓ Orden 1/3/1973 Normas Tecnológicas de la edificación. Pararrayos NTE-IPP-1973
- ✓ Orden 26/2/1974 Normas Tecnológicas de la edificación. Protección contra el fuego NTE-IPF-1974
- ✓ RD 7/1988 Exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión., y Orden de 6/6/1989, que lo desarrolla y complementa.
- ✓ RD 1505/1990 Deroga disposiciones incluidas en el ámbito del RD 7/1998
- ✓ RD 614/2001 Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico
- ✓ RD 39/1997 Aprueba el reglamento de los servicios de prevención de riesgos laborales, y Orden 27/6/1997, que lo desarrolla
- ✓ RD 1663/2000 Conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de eléctrica
- ✓ D 99/1997 Regulación del procedimiento administrativo aplicable a tramitación de instalaciones eléctricas en las Islas Baleares
- ✓ D 58/2001 Plan Director Sectorial de las Islas Baleares
- ✓ Resolución 17/5/1994 Normas para las instalaciones de enlace en los suministros de energía eléctrica en baja tensión en el ámbito geográfico de las Islas Baleares
- ✓ Normas y prescripciones técnico-prácticas de la compañía suministradora (GESA-ENDESA)
- ✓ Normas UNE
- ✓ Recomendaciones de la CEI

1.2.2. GENERALIDADES.

Las instalaciones serán ejecutadas por Instaladores Autorizados, que deberán disponer de la correspondiente autorización en categoría básica (IBTB), así como las siguientes categorías de instalador autorizado especialista (IBTE):

- ✓ Sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.
- ✓ Sistemas de control distribuido.
- ✓ Sistemas de supervisión, control y adquisición de datos.
- ✓ Control de procesos.
- ✓ Líneas aéreas o subterráneas de distribución de energía (si existen en el proyecto a ejecutar)
- ✓ Locales con riesgo de incendio o explosión.
- ✓ Instalaciones generadoras de baja tensión.

Además, deberá disponer de las autorizaciones en cualquier otra categoría de la que exista alguna instalación a realizar.

Todas las instalaciones se realizarán según las especificaciones indicadas en la normativa reseñada.

Los instaladores autorizados efectuarán las pruebas y emitirán los certificados y boletines reglamentarios, los cuales librarán a la propiedad para su tramitación.

1.2.3. CANALIZACIONES Y ENVOLVENTES.

Se cumplirá, con carácter general, lo especificado en las instrucciones del REBT:

- ✓ ITC-BT-20: INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL
- ✓ ITC-BT-21: INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. TUBOS Y CANALES PROTECTORAS

Se dispondrán conducciones separadas para las distintas tensiones y para los cables de potencia y de control.

Todos los conductos, canalizaciones, cajas de empalmes, envolventes, conexiones, etc, de montaje superficial tendrán característica de envolvente (mínimo IP2X) y una resistencia al impacto "MUY FUERTE" (IK10).

Las cubas de tratamiento se considerarán, por analogía, como piscinas, considerando la misma clasificación de las zonas o volúmenes. Por tanto, se cumplirán las siguientes prescripciones:

- ✓ Se aplicará la instrucción ITC-BT-31 del REBT.
- ✓ Los equipos sumergidos tendrán un IP 68.
- ✓ No se permitirán empalmes, cajas de derivación, mecanismos, etc, en el Volumen 0.
- ✓ Todos los equipos, canalizaciones, mecanismos, empalmes, etc, situados en el Volumen 1 ó 2, tendrán un IP 55, como mínimo.
- ✓ En los Volúmenes 0 y 1 sólo se permitirá la instalación de aquellos cables y conducciones destinadas a alimentar los equipos instalados en cada una de estas zonas.
- ✓ Se permitirá la instalación, en el Volumen 1, de pulsadores de paro de emergencia para los equipos instalados en estas zonas, siempre que tengan un IP 55 y estén alimentados mediante una tensión de 12 Vca o de 12 ó 24 Vcc.
- ✓ Los cables y su instalación en los volúmenes 0, 1 y 2 serán de las características indicadas en la ITC-BT-30, para los locales mojados.

Los sistemas de instalación permitidos son los siguientes:

SITUACIÓN	SISTEMA DE INSTALACIÓN			
	Bajo tubos protectores	Bajo canales protectoras	Conductos de sección no circular	En bandejas
Huecos de la construcción	SI	SI (*3)	SI (*3)	NO
Canal de obra	SI	SI	SI	SI
Enterrados	SI	NO	NO	NO
Empotrados	SI	NO	NO	NO
En montaje superficial	SI (*1)	SI	SI	SI
Aéreo	SI (*2)	SI	NO	SI

Notas:

- En negrita, los sistemas de instalación recomendados
- (*1) Bajo tubo rígido, excepto tramo final, si es necesario, bajo tubo flexible.
- (*2) Solamente para tramo final de alimentación a receptor, con un tramo corto, bajo tubo flexible.
- No se permite ningún otro sistema de instalación diferente de los aquí permitidos, excepto en casos especiales y debidamente justificados.

- (*3) En huecos de la construcción accesibles.

Las bandejas serán resistentes a los agentes ambientales e irán provistas de tapa del mismo material en los caminos exteriores. En exterior, sólo se permitirá bandejas o canalizaciones de PVC en materiales que resistan a la intemperie. Los cables de alta tensión (si los hay) irán firmemente sujetos a las mismas.

Las bandejas serán según la Norma Europea EN 61537 y tendrán una clasificación mínima de:

Temperatura de servicio	-20°C a +60 °C
Resistencia al impacto	20 Joules a -20 °C
Cargas admisibles	Cargas correspondientes a plena capacidad de la sección, con ensayo s/ EN 61537 a 40 °C, distancia entre soportes 1,5m y Ensayo Tipo I (la unión entre dos tramos puede quedar situada en cualquier posición entre dos soportes).

Las salidas de cables del edificio se harán en galería, bajo tubo, o de cualquier otra forma que pueda garantizar una ordenación y separación adecuada de los cables y la imposibilidad de entrada de agua o tierra en el edificio.

En ningún caso se permitirán tres capas de cables en conducciones de tierra, ni dos en bandejas. Tampoco podrán situarse dos conductores de tierra en vertical.

1.2.4. CONDUCTORES.

Se cumplirá, con carácter general, lo especificado en las instrucciones del REBT:

- ✓ ITC-BT-07: REDES SUBTERRANEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN
- ✓ ITC-BT-19: INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL
- ✓ ITC-BT-20: INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. SISTEMAS DE INSTALACIÓN

Los cables a utilizar serán los siguientes:

Para potencia

"CABLE AISLADO DE 0,6/1 KV, CON AISLAMIENTO DE POLIETILENO RETICULADO Y CUBIERTA DE POLIOLEFINA, SEGÚN UNE 21.123-4."

- CONDUCTOR
Metal: Cobre electrolítico
Flexibilidad: Clase 5, según UNE 21.022
Temperatura máxima del conductor: 90°C en servicio continuo, 250°C en cortocircuito, según norma UNE 21.123-2
- AISLAMIENTO
Poliétileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 s/HD 603-1
- CUBIERTA
Polioléfina
- CARACTERÍSTICAS
"RESISTENTE A LOS ACEITES, ÁCIDOS Y ALCALIS"
"CONDUCTOR FLEXIBLE A 90°C"
Norma constructiva: UNE 21123-2
Temperatura de servicio (instalación fija): -25°C a 90°C

Tensión nominal de servicio: 0,6/1 kV

Ensayo de tensión en c.a. durante 5 minutos: 3.500 V

Ensayos de fuego:

No propagación de llama: UNE EN 50265-2-1, IEC 60332-1, NFC 32070-C2

No propagación del incendio: (IEEE 383, UNE-EN 50266-2-4)

Libre de halógenos (IEC-60.754.1, UNE-EN 50267-2-1)

Baja emisión de humos opacos (UNE-EN 50268)

Nula emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-3)

Colores diferenciados por fases (MA-NE), neutro (AZ) y protección (AV).

La sección mínima a utilizar será de 2,5 mm²

Para control y maniobra

"CABLE MULTICONDUCTOR AISLADO DE 0,6/1 KV, CON AISLAMIENTO DE POLIETILENO RETICULADO Y CUBIERTA DE POLIOLEFINA, SEGÚN UNE 21.123-4."

- CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico

Flexibilidad: Clase 5, según UNE 21.022

Temperatura máxima del conductor: 90°C en servicio continuo, 250°C en cortocircuito, según norma UNE 21.123-2

- AISLAMIENTO

Poliétileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 s/HD 603-1

- CUBIERTA

Polioléfina

- CARACTERÍSTICAS

"RESISTENTE A LOS ACEITES, ÁCIDOS Y ALCALIS"

"CONDUCTOR FLEXIBLE A 90°C"

Norma constructiva: UNE 21123-2

Temperatura de servicio (instalación fija): -25°C a 90°C

Tensión nominal de servicio: 0,6/1 kV

Ensayo de tensión en c.a. durante 5 minutos: 3.500 V

Ensayos de fuego:

No propagación de llama: UNE EN 50265-2-1, IEC 60332-1, NFC 32070-C2

No propagación del incendio: (IEEE 383, UNE-EN 50266-2-4)

Libre de halógenos (IEC-60.754.1, UNE-EN 50267-2-1)

Baja emisión de humos opacos (UNE-EN 50268)

Nula emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-3)

Colores: Un conductor amarillo-verde; resto negros numerados

La sección mínima a utilizar será de 1,5 mm²

Las características indicadas en este apartado se refieren únicamente a los cables que conectan las bornas de salida de los diferentes cuadros o subcuadros con los subcuadros o receptores.

1.2.5. CUADROS ELÉCTRICOS.

Los cuadros y sus componentes seguirán las recomendaciones de la CEI. Serán adecuados para trabajar en servicio duro y continuo. Deberán poder aguantar sin problemas variaciones de $\pm 5\%$ de tensión y $\pm 5\%$ de frecuencia.

Los cuadros eléctricos serán estancos, con unos índices de protección IP55, IK10, como mínimo. Si el ambiente de la sala es corrosivo, el armario cumplirá con las especificaciones necesarias para evitar la corrosión del mismo y de sus elementos (armarios para ambientes sulfurosos).

La ubicación preferente de los cuadros de control será en habitaciones o dependencias exclusivas y correctamente aisladas y acondicionadas. Se tendrá especialmente en cuenta el diseño de las entradas y salidas de cables al cuadro o a la sala del mismo, evitando en cualquier caso el posible contacto del ambiente entre el cuadro o sala y las salas de tratamiento. Si es necesario, se efectuará una conducción por el exterior de ambas salas.

En el caso de tener que disponer de elementos de mando cercanos a las máquinas a controlar, estos se dispondrán en paneles de mando cercanos a las mismas, que únicamente dispondrán de los botones y mandos necesarios para efectuar las correspondientes maniobras (selectores de marcha-paro, pulsadores de emergencia, etc.), mientras que todos los elementos de protección y control estarán ubicados en el cuadro principal.

En el caso de tener que disponer algún elemento en el cuadro que tenga que visualizarse o manipularse exteriormente, y la inclusión de dicho elemento no permita mantener el IP exigido, el cuadro dispondrá de puertas cerradas transparentes que garanticen el IP55, las cuáles se abrirán únicamente para manipular los elementos necesarios, y volverán a cerrarse inmediatamente. Posteriormente a las puertas, existirán tapas que impidan el acceso directo a las partes activas (en tensión) del cuadro, con el objeto de evitar los contactos directos.

Si es necesaria la ventilación de un cuadro estanco, ésta se realizará directamente mediante insuflación forzada de aire exterior, y la salida del mismo también se conducirá hasta el exterior. Si el cuadro se encuentra dentro de una habitación aislada, la ventilación podrá realizarse directamente con aire de dicha habitación, siempre que se garantice la temperatura de la sala y la renovación del aire de la misma.

Los cuadros estarán fabricados en chapa de acero, con tratamiento anticorrosión, con un espesor mínimo de 1,5 mm, fosfatada y pasivada al cromo, con revestimiento de pintura termoendurecida a base de resina epoxi modificada con poliéster, o de poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Cada cuadro o subcuadro dispondrá de un interruptor-seccionador automático magnetotérmico, de poder de corte adecuado, mínimo 15 kA. (Podrá substituirse por un seccionador cuando la línea de alimentación al mismo ya disponga del interruptor automático en origen y la línea no alimente a ningún otro subcuadro). El poder de corte elegido se justificará con los cálculos adecuados.

En el caso de existir varios embarrados en un mismo cuadro (por ejemplo, un cuadro que disponga de un cuadro conmutado para grupo electrógeno para una parte de la instalación, o la separación para diferentes unidades funcionales de proceso), cada uno de estos embarrados estará protegido por un interruptor/seccionador independiente.

Un mismo armario o módulo no podrá albergar componentes que estén alimentados desde embarrados diferentes, para evitar que queden elementos en tensión una vez se ha actuado sobre el interruptor general correspondiente a dicho armario o módulo. Sí que es posible que distintos módulos estén protegidos por un mismo interruptor general.

Los embarrados consistirán en barras de cobre perforadas, correspondientes a las tres fases y al neutro. La barra del neutro será de la misma sección que la de las fases. La intensidad nominal de cada embarrado será

de 400 A como mínimo, y en cualquier caso superior a la intensidad nominal del interruptor general que lo proteja. Todas las barras irán cubiertas de PVC. Cada circuito dispondrá de una conexión al embarrado atornillada e independiente.

Todas las entradas y salidas de cables se realizarán mediante bornes de conexión, los cuáles estarán situados en sus correspondientes borneros, preferentemente en la parte inferior del cuadro.

Las entradas y salidas de los cables al cuadro se harán bien a través placas pasacables estancas, o bien con prensaestopas, que mantengan el índice de protección exigido.

Los elementos principales de cada cuadro (embarrado, carriles de componentes, bornes, entradas/salidas de cables y espacio disponible) estarán dimensionados de tal manera que exista una reserva sobre el total del 25%, como mínimo.

El cuadro principal dispondrá de un analizador de red, en el que se indique voltaje, intensidad por fase, potencia consumida y factor de potencia. Los subcuadros dispondrán como mínimo de voltímetro y amperímetro.

Los cables a utilizar para cablear el cuadro tendrán las siguientes características (o superiores):

"CABLES DE ALTA SEGURIDAD, H07-R 450/750 V, SEGÚN UNE 21027 parte 9, HD22.9 S2"

- CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico

Flexibilidad: Clase 2, según UNE 21.022

Temperatura máxima del conductor: 90°C en servicio continuo, 250°C en cortocircuito, según norma UNE 21.123-2

- AISLAMIENTO

Termoestable clase E15, según UNE 21027 parte 9.

- CARACTERÍSTICAS

"CABLE DE ALTA SEGURIDAD"

Norma constructiva: UNE 21027 parte 9, HD 22.9 S2

Temperatura de servicio (instalación fija): -40°C a 90°C

Tensión nominal de servicio: 750 kV

Ensayo de tensión en c.a. durante 5 minutos: 2.500 V

Ensayos de fuego:

No propagación de llama: UNE EN 50265-2-1, IEC 60332-1, NFC 32070-C2

No propagación del incendio: UNE 20432-2;IEEE 383

Libre de halógenos: UNE EN 50267-2; UNE 20427;IEC 60332-3;IEEE383;NFC 32070-C1.

Reducida emisión de gases tóxicos: NES 713, NFC 20454; It <= -1,5.

Baja emisión de humos opacos: UNE EN 50286; IEC 60754-2; NFC 20454; BS 6425-2; pH>4,3; C< -

10 □S/mm.

Colores diferenciados por fases (MA-NE-GR), neutro (AZ) y protección (AV).

La sección mínima a utilizar será de 2,5 mm².

El cuadro dispondrá de su correspondiente embarrado de puesta a tierra, al cual irán conectados todos los elementos (envolventes), incluso el propio armario y puerta/s, mediante cable amarillo-verde.

Todos los cables dispondrán de terminales de conexión en ambos extremos.

Todos los cables, ya sean de potencia o de maniobra, irán convenientemente numerados, con la numeración correspondiente indicada en el esquema eléctrico.

Se señalarán e identificarán todos los componentes, mediante etiquetas indelebles adhesivas.

El cableado se hará ordenadamente, mediante canaletas.

Los elementos irán montados sobre carril DIN estándar, excepto aquellos que por su tamaño no lo permitan.

Se suministrarán los planos de montaje y los esquemas definitivos, que incluirán:

- ✓ Indicación de la referencia del cuadro, con los datos generales de la obra o instalación.
- ✓ Relación de cables libres.
- ✓ Leyenda de abreviaturas y símbolos utilizados.
- ✓ Planos de dimensiones y distribución de componentes, con indicación de los mismos.
- ✓ Esquema eléctrico de potencia, con indicación de todos los elementos, numeración de cables, secciones, equipos a alimentar, potencias, etc.
- ✓ Esquema eléctrico de maniobra, con indicación de todos los componentes, numeración de cables, contactos utilizados y contactos libres.
- ✓ Detalle de bornes de potencia y maniobra.
- ✓ Lista de materiales, con indicación de designación del material, situación en los esquemas, fabricante, modelo, referencia, cantidad y descripción.

1.2.6. MOTORES.

La normativa a cumplir por los motores eléctricos es la siguiente:

Título	DIN/EN	IEC
Especificaciones técnicas en máquinas rotativas	DIN EN 60.034-1	IEC 34-1; IEC 85
Dimensiones de montaje y escalonamiento de potencias	Pr EN 50374	IEC 72 solo dimensionales
Arranque de máquinas eléctricas rotativas	DIN EN 60.034-12	IEC 34-12
Designación de terminales y sentido de giro de máquinas rotativas	DIN VDE 0530 parte 8	IEC 34-8
Denominación de formas constructivas e instalación	DIN EN 60.034-7	IEC 34-7
Entrada de cables en la caja de bornes	DIN 42.925	-
Protección térmica incorporada	-	IEC 34-11
Límites de ruido en máquinas eléctricas rotativas	DIN EN 60.034-9	IEC 34-9
Tensiones normalizadas IEC	DIN IEC 38	IEC 38
Clases de refrigeración de máquinas eléctricas rotativas	DIN EN 60.034-6	IEC 34-6
Vibraciones mecánicas en máquinas eléctricas rotativas	DIN EN 60.034-14	IEC 34-14
Clases de protección en máquinas eléctricas rotativas	DIN EN 60.034-5	IEC 34-5

Los motores (excepto los de equipos sumergidos, tales como bombas, agitadores, vehiculadores, etc.), serán estándar, de las siguientes características:

Tipo: motor asincrono trifásico, con motor en jaula de ardilla.

Carcasa: Estará construida en aleación ligera de aluminio (hasta 15 kW), o en fundición de hierro. Protegida con pintura anticorrosiva.

Velocidad: La velocidad del motor será la más próxima por defecto a la de la máquina a accionar.

Son preferibles siempre los motores a bajas velocidades, por lo para la selección de equipos se tendrá en cuenta siempre este factor.

Aislamiento: El aislamiento será Clase F, para utilización en Clase B (potencia nominal).

Protección: Tendrán un IP55, a excepción de aquellos situados en zonas con ambiente explosivo, en las que deberá cumplirse las exigencias del REBT, instrucción ITC-BT-029.

La frecuencia nominal será de 50 Hz, con una tensión de 230/400 V.

Los motores elegidos serán de alto rendimiento (eff1 o eff2).

Los motores se elegirán sobredimensionados respecto a la potencia absorbida por la máquina a accionar, según la siguiente tabla, como mínimo:

Potencia motor en el eje	Sobredimensionamiento
Hasta 37 kW	25 %
De 37 a 45 kW	20 %
Más de 45 kW	15 %

Todos los motores de más de 2,5 kW dispondrán como mínimo de 3 sondas térmicas tipo PTC de desconexión por temperatura. Estas sondas actuarán sobre la maniobra del equipo. Cada vez que actúen, quedará una señal luminosa en el cuadro eléctrico, la cual será reseteable manualmente.

Para motores de más de 37 kW, se dispondrá además de sensor de temperatura en la cabeza del bobinado.

Arranque de los motores:

El arranque de los motores se efectuará, siempre que otras prescripciones no lo impidan, de las siguientes maneras:

POTENCIA DEL MOTOR	ARRANQUE
Hasta 5 kW	Directo por contactor
Entre 5 y 15 kW	Estrella-triángulo o arrancador electrónico
Más de 15 kW	Arrancador electrónico

Los motores de más de 15 kW que dispongan de arrancador electrónico para su arranque, dispondrán de contactor de by-pass, que se conectará una vez el motor esté a régimen. Para parar, podrá parar directamente, o efectuar la parada controlada a través del arrancador, según la aplicación.

En algunos casos de más de 15 kW, se podrá substituir el arrancador electrónico por estrella-triángulo, siempre que se garantice que el cambio no producirá perturbación alguna en la instalación eléctrica aguas arriba del cuadro de mando.

En cualquier caso, deberá existir un contactor de línea previo al arrancador electrónico, que deberá abrirse al parar el equipo.

Cuando se instalen arrancadores estáticos, estos deberán ir protegidos por fusibles ultra-rápidos para protección de equipos electrónicos, que garanticen la protección del arrancador en caso de cortocircuito.

Asimismo, deberá disponer de contactor de línea y protección contra sobrecargas y cortocircuitos), para una protección de Coordinación tipo 2.

Los motores sumergidos serán básicamente de las mismas características indicadas anteriormente, excepto el IP, que será IP68. Deberán disponer asimismo de las protecciones térmicas indicadas, además de otras que para cada tipo de equipo se consideren necesarias.

Estas características solo podrán ser obviadas en el caso de motores de accionamiento de máquinas especiales, debidamente justificadas.

Los motores con potencia superior a 75 kW llevarán elementos de calefacción que se conectarán y desconectarán automáticamente al pararse y arrancarse el motor, Asimismo, llevarán elementos para la medida con dispositivos de alarma por máxima de la temperatura de rodamientos.

1.2.7. PROTECCIONES.

Se cumplirá, con carácter general, lo especificado en las instrucciones del REBT:

- ✓ ITC-BT-19: INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. PRESCRIPCIONES GENERALES
- ✓ ITC-BT-22: INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. PROTECCIÓN CONTRA SOBREENSIDADES
- ✓ ITC-BT-23: INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES
- ✓ ITC-BT-24: INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS
- ✓ ITC-BT-31: INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES: PISCINAS Y FUENTES
- ✓ ITC-BT-40: INSTALACIONES GENERADORAS DE BAJA TENSIÓN
- ✓ ITC-BT-43: INSTALACION DE RECEPTORES. PRESCRIPCIONES GENERALES
- ✓ ITC-BT-22: INSTALACION DE RECEPTORES. MOTORES

Todas las líneas de alimentación a cualquier equipo, cuadro o subcuadro estará protegida como mínimo mediante un interruptor automático de accionamiento manual, de corte omnipolar, además de las protecciones específicas que se detallan a continuación. El interruptor automático podrá substituirse por un cortacircuitos fusible siempre que estos puedan accionarse con una sola maniobra y con una sola mano, o dispongan de un seccionador previo. La maniobra manual de corte será instantánea independientemente de como se efectúe la maniobra.

1.2.7.1. Protección contra contactos directos.

La protección contra contactos directos se hará de tres maneras:

- ✓ Protección por aislamiento de las partes activas.
- ✓ Protección por medio de barreras o envolventes.
- ✓ Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

No se considerará como protección la puesta fuera de alcance por alejamiento ni la interposición de obstáculos, por lo que las medidas a adoptar serán la protección por aislamiento de las partes activas y/o protección por medio de barreras o envolventes, combinadas en cualquier caso con dispositivos de protección de corriente diferencial residual.

Para la protección por aislamiento, las partes activas deberán estar recubiertas por un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo. No se consideraran a tal efecto los barnices, lacas y productos similares, por lo que si se utilizan deberán estar protegidos mediante envolventes.

Para la protección mediante envolventes, estas deberán tener un grado de protección mínimo de IP XXB, según UNE 20.324. Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que sean fácilmente accesibles deben responder como mínimo al grado de protección IP 4X ó 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 condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

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

- ✓ Con la ayuda de una llave o herramienta
- ✓ bien después de quitar la tensión de las partes activas
- ✓ bien si hay una segunda barrera de IP 2X ó IP XXB que no se pueda quitar más que con la ayuda de una llave o herramienta.

Se complementará la medida adoptada mediante dispositivos de corriente diferencial-residual, de las características que se indican en el apartado siguiente.

Todas las barreras o envolventes estarán conectadas a tierra.

1.2.7.2. Protección contra contactos indirectos.

Se efectuará una protección contra contactos indirectos mediante la adecuada coordinación e instalación del sistema de puesta a tierra y las características de los dispositivos de protección.

Según el punto 4 de la ITC-BT-24, los sistemas de puesta a tierra descritos en la ITC-BT-08 y las características más comunes de las instalaciones existentes, se adoptan las siguientes premisas:

- ✓ La puesta a tierra se efectuará según un esquema TT (independiente del neutro)
- ✓ La tensión residual máxima no debe superar los 24 V en C.A.
- ✓ El tiempo de interrupción debe ser inferior a 0,4 s. (tensión 230/400 V)

Debido a que para la mayoría de aplicaciones los dispositivos de corte por corriente diferencial-residual son de un calibre de 300 mA, deberá cumplirse:

$$R_a \times I_a < U \text{ ----> } R_a \times 0,3 < 24 \text{ ----> } R_a < 80 \text{ Ohm}$$

Por lo tanto, para la protección de contactos indirectos, se dispondrán dispositivos de protección por corriente diferencial-residual de 0,3 A como máximo, con un tiempo de disparo inferior a 0,4 s., asociados a un red de tierras de resistencia máxima del conjunto menor que 80 ohmios.

Sin embargo, por razones de mayor seguridad y funcionalidad, se diseñará y calculará una instalación de puesta a tierra de **30 ohmios**, como máximo, en las condiciones más desfavorables.

Si la instalación responde a otro esquema, se cumplirá en cualquier caso la instrucción ITC-BT-24, y se asegurará que la tensión máxima de contacto sea de 24 V.

1.2.7.3. Protección contra sobretensiones.

Se debe cumplir lo indicado en la ITC-BT-23. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.

Para asegurar el cumplimiento de dicha instrucción, ya que únicamente podemos actuar en la instalación interior, tomaremos las siguientes medidas:

- ✓ Protección mediante dispositivos adecuados
- ✓ Selección adecuada de los materiales en la instalación

Al ser la tensión usual de suministro de 230/400 V, los materiales seleccionados para la instalación deberán cumplir los valores indicadas en la Tabla 1 de la ITC-BT-23:

TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 (kV)			
CATEGORIA IV	CATEGORIA III	CATEGORIA II	CATEGORIA I
6	4	2,5	1,5

Estos valores se justificarán mediante la emisión del correspondiente certificado por parte del fabricante. Muy especialmente se tendrá en cuenta la certificación de los valores de los equipos de Categoría I, debido a su sensibilidad (equipos electrónicos y de maniobra).

Para asegurar que estos valores son suficientes frente a las sobretensiones que se puedan producir, se instalarán los siguientes dispositivos:

- ✓ Descargadores de alta capacidad, en el origen de la instalación, de capacidad de descarga de 50 kA por fase (curva 10/350) y 125 kA conjunta (curva 10/350), con una tensión residual igual o inferior a 2 kV.
- ✓ Descargadores de media capacidad, en cada cuadro o subcuadro, con una capacidad de descarga de 40 kA (curva 8/20) y tensión residual menor que 1,5 kV.
- ✓ Protecciones finas para los equipos sensibles, elegidas en función del equipo a proteger.
- ✓ En el caso particular de instalaciones de poca magnitud, que estén alimentadas por redes subterráneas, que exista un único cuadro de mando y protección, y que el cuadro de contadores esté cerca del cuadro general de protección, se podrán substituir las dos primeras protecciones indicadas por una única protección general de capacidad de descarga de 100 kA (curva 8/80) y 25 kA (curva 10/350), con una tensión residual igual o inferior a 2 kV. Las protecciones finas se deberán instalar en cualquier caso.

1.2.7.4. Protección contra sobrecargas.

Todas las líneas estarán debidamente protegidas contra sobrecargas, según UNE 20.460-4-43.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección estará constituido por un interruptor automático de corte omnipolar (3F+N) con curva térmica de corte (solución preferente), o por cortocircuitos fusibles de características de funcionamiento adecuadas.

1.2.7.5. Protección contra cortocircuitos.

Todas las líneas estarán debidamente protegidas contra cortocircuitos, según UNE 20.460-4-43.

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 su punto de conexión, con un poder de corte mínimo de 15 kA_{eff} en los cuadros y todos sus elementos, aún cuando la intensidad calculada de cortocircuito sea menor.

Se admite, no obstante, y como solución extraordinaria y justificada en el caso de agrupación de receptores de muy pequeña potencia (< 1 kW c/u), cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, que cada uno de estos circuitos este protegido individualmente contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

El dispositivo de protección estará constituido por un interruptor automático de corte omnipolar (3F+N) con curva magnética de corte (solución preferente), o por fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

Se comprobará la coordinación y se seleccionarán los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos adecuados.

Si la protección contra sobrecargas y cortocircuitos se efectúan mediante fusibles, deberá existir un seccionador manual previo a los mismos.

Para los equipos electrónicos de potencia (variadores de velocidad y arrancadores estáticos), se instalarán fusibles rápidos, en coordinación con los demás elementos de protección instalados.

1.2.7.6. Protección de motores.

Para el cálculo y dimensionamiento del cableado de alimentación a los motores y sus dispositivos de arranque y protección se tendrá en cuenta lo establecido en la ITC-BT-47: INSTALACIÓN DE RECEPTORES. MOTORES.

Los conductores a utilizar se dimensionarán para el 125% de la corriente nominal a carga máxima de la potencia eléctrica consumida por el motor (P₁), con un factor de potencia máximo de 0,70, si no se dispone de este dato. Se elegirá el conductor en función de la intensidad máxima admisible y de la caída de tensión máxima admisible.

En el caso de alimentación a varios motores, la intensidad de cálculo no será inferior al 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más el 100% de la intensidad a plena carga de los demás motores en funcionamiento simultáneo.

Los motores dispondrán de protección contra sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos), en todas sus fases. En los motores trifásicos, se dispondrá además de protección contra falta de tensión en una de sus fases. Dichas protecciones pueden coincidir con las protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos indicadas en los apartados anteriores, siempre que tengan el poder de corte adecuado y cumplan las condiciones más restrictivas exigidas en cualquier caso.

Las características de los dispositivos de protección deben estar de acuerdo con las de los motores de los dispositivos a proteger y con las condiciones de servicio previstas para éstos, debiendo seguirse las indicaciones dadas por el fabricante de los mismos.

En el caso de motores con arranque estrella-triángulo, se asegurará la protección tanto para la conexión en estrella como en triángulo. Para ello se tienen dos opciones:

- ✓ Colocar protecciones en cada una de las conexiones (estrella y triángulo).
- ✓ Colocar una única protección aguas arriba del arrancador, y sobredimensionar cada uno de los cables (de la conexión estrella y de la triángulo) para que aguanten el total de la intensidad nominal.

Los motores cuyo arranque se efectúe mediante arrancadores electrónicos o variadores de frecuencia, dispondrán, además de las protecciones indicadas anteriormente, de las protecciones adicionales capaces de proteger los elementos electrónicos frente a un eventual cortocircuito, bien sea mediante interruptores magnéticos o fusibles de intensidad de corte instantáneo 3 veces la nominal, aproximadamente. En cualquier caso, el dispositivo de protección estará recomendado por el fabricante.

Los arrancadores y variadores estarán dimensionados para el 110% de la intensidad nominal a plena carga, y para un servicio severo de funcionamiento.

Los contactores estarán dimensionados para 1.500 ciclos de servicio, consistentes en cerrar una corriente ocho veces la intensidad nominal a tensión nominal y factor de potencia máximo de 0,6, y a continuación abrir al 125% de la corriente nominal sin necesidad de recambios o reparaciones.

Cada contactor o arrancador llevará dos contactos NA y dos contactos NC para futuros enclavamientos, como mínimo.

Los motores de más de 2,5 kW dispondrán de sondas térmicas tipo PTC en el bobinado, las cuáles se conectarán al cuadro y actuarán sobre el enclavamiento de los mismos. El rearme de los mismos será automático una vez hayan vuelto al estado original, pero quedará una señal luminosa en el cuadro reseteable manualmente.

Los motores de más de 37 kW dispondrán además de sensores de temperatura en la cabeza del bobinado.

Los motores con potencia superior a 75 kW llevarán elementos para la medida con dispositivos de alarma por máxima de la temperatura de rodamientos.

Todas las líneas de alimentación a los motores estarán protegidas individualmente contra defectos de aislamiento o corrientes de fuga, según las prescripciones indicadas en el apartado 1.2.7.2.. Los dispositivos empleados actuarán bien por corte directo omnipolar, bien por actuación sobre el dispositivo interruptor de protección contra sobrecorrientes. La intensidad máxima de defecto admisible será de 0,3 A. En casos especiales, se permitirá la protección contra defectos de aislamiento o corrientes de fuga (protección diferencial), agrupando diferentes equipos, siempre que estos sean de poca importancia, estén duplicados o existan equipos de reserva, y que el fallo en uno de estos equipos no impida el correcto funcionamiento de todas y cada una de las unidades funcionales de que conste el proceso de depuración.

En cualquier caso, la protección de los circuitos de maniobra será independiente de cualquier otra protección diferencial.

1.2.8. ALUMBRADO.

1.2.8.1. Alumbrado normal

Se dispondrá una red de alumbrado capaz de ofrecer los siguientes valores de iluminancia media:

Carreteras y caminos interiores: 10 lux
Equipos exteriores con lecturas y accionamientos: 50 lux
Salas interiores con equipos y accionamientos: 150 lux
Salas de control y cuadros eléctricos: 300 lux

Las características de las luminarias se elegirán en función de las situación de éstas, y vendrán detalladas en el proyecto, así como el estudio luminotécnico.

1.2.8.2. Alumbrado de emergencia

Se dispondrá un red de alumbrado de emergencia de las siguientes características:

Iluminación media de 10 lux en las siguientes zonas:

Vías y salidas de evacuación.

Salas de mando y cuadros de control.

Zonas de manipulación o accionamiento de equipos.

Ubicación de medios generales de protección.

Se instalarán a una altura entre 2,50 y 2,70 m,.

Las luminarias serán capaces de mantener el 70% nivel de iluminación exigido al cabo de una hora de funcionamiento, por lo que dispondrán de baterías de Ni-Cd.

1.2.9. RED DE FUERZA.

Se dispondrá de una red de tomas de fuerza de las siguientes características:

- ✓ red de enchufes monofásicos distribuidos tanto en edificios como instalaciones exteriores para calefacción, equipos fijos de calentamiento de agua para servicios y equipos móviles portátiles.
- ✓ red de enchufes trifásicos distribuidos en instalaciones exteriores para equipos portátiles de soldadura u otros aparatos que requieran energía eléctrica en toma trifásica.

Se instalarán subcuadros de fuerza, para unas intensidades mínimas de 16 A (trifásica y monofásica), con sus correspondientes protecciones magnetotérmica y diferencial, en los puntos de utilización. Los cuadros que estén en el exterior tendrán un IP 55, cuando estén cerrados. No será obligatorio mantener este IP cuando se utilicen, ya que son de uso esporádico.

1.2.10. RED DE TIERRAS.

Se cumplirá en todo momento lo especificado en la instrucción ITC-BT-24, y las normas NTE-IEP.

Los esquemas de tierra permitidos serán el TT (3F+N+T) o el IT (3F+T). No se permiten los esquemas TN. Por tanto, se deberá disponer de una red de tierras independiente del neutro de la instalación (si existe).

La puesta a tierra se realizará mediante una red equipotencial, construida con cable de cobre desnudo de sección mínima 35 mm² y picas de acero-cobre de diámetro mínimo 25 mm y 2 m de longitud.

La distancia mínima entre picas será de 3 m. Se instalarán uniformemente distribuidas, y el hincado se efectuará mediante golpes cortos y no muy fuertes, de manera que se garantice una penetración sin roturas.

Se diseñará la red de tierras y la conexión a los equipos de tal manera que la resistencia máxima a tierra desde cualquier punto de la instalación o equipo conectada a la misma no sea mayor que 30 ohmios, en las condiciones más desfavorables.

La resistencia a tierra de los electrodos obtenida por medición directa, no será inferior en ningún caso a 25 ohmios. Se preverán puentes de prueba adecuados.

Los valores de resistencia a tierra indicados, tanto para la instalación como para los electrodos, son los máximos permitidos sean cuales sean las condiciones ambientales externas, por lo que se deberán prever los medio adecuados para conseguir estos valores (la resistividad del terreno donde se hincuen las picas debe

ser menor que $50 \text{ Ohm} \cdot \text{m}$; si el terreno no es adecuado, se efectuará un aporte de material que consiga los valores indicados).

La profundidad de enterramiento de las tomas de tierra no será inferior a 0,5 m.

Para mejorar las características de las tomas de tierra, se puede conectar la misma a las armaduras metálicas de las cimentaciones de hormigón, sin que ello sea sustituto de la instalación exigida y no menoscabe las características resistentes a los agentes ambientales de la estructura. En cualquier caso, si existen edificios de estructura metálica, estos se conectarán a la red de tierras.

Las uniones entre los cables de tierra desnudos entre sí o entre cable y pica, se realizarán mediante soldadura aluminotérmica.

Las soldaduras aluminotérmicas se realizarán por personal experto y con herramientas y cartuchos de primera calidad.

En la partida de cables y picas irá incluida como parte proporcional los materiales de instalación, conexión soldadura y terminales.

Las picas se instalarán en una arqueta prefabricada de hormigón con tapa, de acuerdo a la norma NTE-IEP.

Cada cuadro o subcuadro dispondrá de un embarrado de puesta a tierra, y serán de cobre duro taladrado, para la fijación de los terminales con tornillos, tuerca y contratuerca.

Cada edificio dispondrá de un borne principal de puesta a tierra, al que se conectarán:

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

Los diferentes bornes principales de puesta a tierra, si hay más de un edificio, se interconectarán mediante cable de cobre desnudo de 50 mm^2 , como mínimo.

Las conexiones equipotenciales (depósitos metálicos, conductos y tuberías metálicos), se efectuará con todo cuidado, con piezas de empalme adecuadas, asegurando los asientos de contacto de forma tal que la conexión sea efectiva y no se pueda producir ningún deterioro a la superficie utilizada.

Los conductores de protección tendrán la sección adecuada, según el apartado 3.4. y la Tabla 2 de la ITC-BT-18.

Serán de color amarillo-verde, de las mismas características de los conductores de fase a proteger, y en ningún caso de una tensión nominal inferior a 450/750 V. Irán convenientemente conectados a los bornes de entrada, y de allí a embarrado de tierra.

Se verificará y garantizará la independencia de la toma de tierra de las masas de la instalación a proteger y la del centro de transformación privado o privados, según el Art. 11 de la ITC-BT-18

1.2.11. GRUPOS ELECTRÓGENOS.

Se instalarán grupos electrógenos, con la potencia suficiente para asegurar el funcionamiento de los procesos unitarios básicos de pretratamiento y tratamiento primario, si es el caso, así como para cualquier equipo que por su funcionalidad no pueda pararse por motivos de seguridad, tanto de mantenimiento del proceso como de otra naturaleza.

Se dimensionará el grupo para la potencia simultánea máxima de los equipos que estén conectados a él, teniendo en cuenta el factor de arranque de cada uno de los equipos (dependiendo del tipo de arranque), la simultaneidad del arranque, etc.

Para asegurar que no se conectarán equipos para los que no esté calculado el grupo, el cuadro de mando dispondrá de embarrados separados, o se dimensionará para la totalidad de los equipos conectados.

Los grupos electrógenos serán de marcas de reconocido prestigio, y deberán disponer de servicio técnico oficial en la isla donde se instale el mismo.

Se instalarán insonorizados, salvo en aquellos casos en que estén situados en el interior de una sala de uso exclusivo, y que cumpla las condiciones necesarias para asegurar que el nivel de ruidos y vibraciones transmitidos al exterior cumpla toda la normativa existente al respecto.

Dispondrán de cuadro de conmutación automático.

En cualquier caso, el dimensionamiento será como mínimo de un 30% superior a la potencia máxima necesaria en el caso más desfavorable.

Las características de los grupos serán las siguientes:

- ✓ Motor diesel 4T refrigerado por agua
- ✓ Velocidad de rotación 1.500 rpm
- ✓ Regulador mecánico según normas BS5514 e ISO 3046/IV, clase A1
- ✓ Radiador y ventilador soplante, para una Tª de hasta 50 °C
- ✓ Alternador según normas IEC 34-1, CEI 2-3, BS 4999-5000, VED 0530
- ✓ Aislamiento clase H. Aislamiento para altas temperaturas clase F.
- ✓ Cumplimiento de normativa VDE 0875, grados G y N. Norma europea EN 50081-1 y EN 50062-1, de dispositivos antiparasitarios.
- ✓ Regulación de voltaje del +1% a -1%.
- ✓ Velocidad de -2% a +5%.
- ✓ Factor de potencia de 0,8 a 1
- ✓ La potencia nominal será para funcionamiento en continuo.
- ✓ Sobrecargas admitidas del 300% durante 20 s., 50% durante 2 minutos y del 10% durante 1 hora cada 6 horas de funcionamiento.
- ✓ Dispondrá de bancada de acero laminado según UNE 36.537, DIN 17.119, DIN 17.120 y DIN 59.411

1.2.12. COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

Todas las instalaciones de potencia consumida mayor de 15 kW dispondrán de un equipo de compensación de energía reactiva.

Estos equipos podrán ser fijos o enclavados con los equipos, o automáticos.

El tipo de equipo se elegirá en función de la instalación a compensar, de la siguiente manera:

- ✓ En las instalaciones contratadas en media tensión, se instalarán compensadores fijos para cada transformador, específicos para esta aplicación.
- ✓ En las instalaciones que dispongan de pocos equipos, se instalarán condensadores enclavados con cada uno de los equipos, de reactancia adecuada al equipo a compensar, en el punto de funcionamiento real del equipo. (Por ejemplo, una estación de bombeo).
- ✓ En las instalaciones que dispongan de un número elevado de equipos, de potencias diferentes, en los que la carga es variable, se instalarán baterías de condensadores automáticas.

La instalación de compensación de energía reactiva se diseñará para obtener un factor de potencia del 0,95-0,98.

Se elegirán las baterías automáticas que, cumpliendo lo anterior, obtengan el mayor número de pasos con el menor número de condensadores.

Estarán protegidas mediante disyuntores automáticos específicos y adecuados.

Los condensadores serán autocicatrizables y antideflagrantes.

Se calcularán, dimensionarán e instalarán las baterías de condensadores, de tal manera que en ningún caso inyecten a la red energía reactiva capacitiva.

1.3. AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

1.3.1. GENERALIDADES.

Se proyectará y colocará una instrumentación de medida, automatización, protección y control adecuada para el funcionamiento correcto y seguro de las instalaciones. Todos los equipos de control se centralizarán en el cuadro o cuadros de control.

En aquellos equipos que deban disponer de algún tipo de control local, se instalarán armarios de mando que únicamente albergarán los mandos e indicadores necesarios para efectuar las correspondientes maniobras (panel de control), sin que haya en los mismos ningún elemento de protección o control, los cuáles estarán ubicados en el correspondiente armario de mando y protección.

En general todos los componentes serán de primera calidad, homologados y fácilmente reemplazables. Se valorará especialmente la disponibilidad de recambios, por lo que los materiales deben ser de marcas de reconocido prestigio e implantación en el mercado local, debiendo ser aprobados por la administración.

Las tensiones de diseño de utilización para el circuito de maniobra serán las siguientes:

- ✓ 230 V en corriente alterna a 50 Hz
- ✓ 24 V en corriente continua

La tensión preferente de uso será la de 230 V en CA. Si es posible, se utilizará únicamente esta tensión.

No se permitirá la utilización de tensiones distintas a las indicadas, salvo en aquellos casos debidamente justificados y previa aprobación de la dirección facultativa. El incumplimiento de este punto supondrá el rechazo inmediato de la instalación.

Para los circuitos de mando y maniobra se dispondrá de transformadores separadores de circuitos, con sus correspondientes protecciones magnetotérmica y diferencial.

Se dispondrá de circuitos diferentes para la maniobra y para la señalización.

El control y maniobra de los diferentes procesos o unidades funcionales se efectuará preferentemente mediante relés de control.

En aquellas instalaciones que por su magnitud o condiciones de funcionamiento sea necesaria la instalación de PLC's o autómatas, se dispondrán las medida necesarias para que en caso de fallo o avería en los mismos, existan procedimientos de control y maniobra alternativos totalmente independientes del PLC, que permitan el funcionamiento manual y automático / semiautomático de todos y cada uno de los procesos o unidades funcionales. Por lo tanto, se dispondrá de un selector para poder elegir si se actúa a través del PLC o no, y en cualquier caso la maniobra en manual de los equipos será totalmente independiente del PLC.

En el caso de disponer de elementos visualizadores (ordenadores, pantallas, etc) de datos, que vengan recogido a través de PLC, estos deberán recoger la información aún cuando el funcionamiento sea en manual. Si además de recoger la información, estos elementos permiten el accionamiento de equipos, dicho accionamiento se hará a través de PLC, no pudiendo actuar sobre el funcionamiento manual o semiautomático del equipo.

1.3.2. MATERIALES.

Los equipos y materiales para control y automatización serán de primera calidad, de marcas de reconocido prestigio e implantación.

Debido a la sensibilidad de estos equipos, tanto frente a perturbaciones eléctricas como a los agentes ambientales exteriores, se hará especial hincapié en las características resistentes en ambos casos.

Dichos equipos, según la ITC-BT-23, pertenecen a la categoría I (equipos muy sensibles a las sobretensiones), por lo tanto, deberán soportar una tensión de 1,5 kV, con una forma de onda 1,2/50, como mínimo. En el caso de que el equipo en sí no garantice esta tensión soportada, se tomarán las medidas que garanticen que el conjunto equipo + instalación aguanten dicha tensión, y los medios auxiliares para conseguirlo se incluirán en el precio del equipo. Se valorará que sean especialmente resistentes a las sobretensiones, es decir, que soporten una tensión de 2,5 kV con una onda de 1,2/50.

Los equipos electrónicos serán de características especiales resistentes a la corrosión, muy especialmente a la producida por ambientes sulfurosos. En el caso de que el equipo no pueda garantizar este extremo, se dispondrán de las medidas necesarias adicionales para que el conjunto de la instalación pueda garantizarlo.

1.3.2.1. Sondas de nivel.

Las sondas de nivel serán específicas para aguas residuales.

Todos los equipos en contacto con aguas residuales o fango tendrán un IP68. Serán de material resistente a la corrosión y a los agentes ambientales.

Podrán ser de diferentes tipos, según sea la aplicación a realizar:

- ✓ Detectores de nivel por boyas
- ✓ Detectores de nivel por presión, mediante interruptores
- ✓ Medidores de nivel piezométricos
- ✓ Medidores de nivel por ultrasonidos
- ✓ Sondas de nivel por conductividad
- ✓ Medidores de nivel por presión.
- ✓ Otros

El tipo de sonda de nivel elegido será el más adecuado a la función a realizar.

Los detectores de nivel tipo boya, serán de superficie lisa, totalmente resistentes a los agentes químicos y ambientales e inatacables. Funcionarán a las tensiones de 230 Vac ó 24 Vdc. El uso de otro tipo de sonda de nivel se justificará debidamente y deberá ser aprobado por la dirección facultativa.

1.3.2.2. Sondas de oxígeno.

Las sondas de oxígeno serán de construcción robusta, específicas para aguas residuales, autolimpiantes y de bajo mantenimiento.

Estarán alimentadas a una tensión de 230 Vca, mediante un circuito de alimentación con separación de circuitos y debidamente protegido.

La señal de salida será analógica, de 4..20 mA. Dispondrán de visualizador local de oxígeno disuelto en mg/l, y conexión con repetición de señal al cuadro general.

Dispondrán de al menos dos puntos de ajuste (set-point), configurables, con salida digital.

En las cubas en que el nivel de líquido sea variable, la sonda dispondrá de flotador, de tal manera que la submersión de la misma sea constante.

1.3.2.3. Sondas redox y PH.

Las sondas redox PH serán de construcción robusta, adecuada para el servicio de medición en aguas residuales.

Estarán alimentadas a una tensión de 230 Vca, mediante un circuito de alimentación con separación de circuitos y debidamente protegido.

La señal de salida será analógica, de 4..20 mA. Dispondrán de visualizador local de oxígeno disuelto en mg/l, y conexión con repetición de señal al cuadro general.

Dispondrán de al menos dos puntos de ajuste (set-point), configurables, con salida digital.

En las cubas en que el nivel de líquido sea variable, la sonda dispondrá de flotador, de tal manera que la submergencia de la misma sea constante.

1.3.2.4. Caudalímetros.

Se instalarán caudalímetros electromagnéticos para tubería, de diámetros normalizados.

Se adecuará el diámetro a la instalación existente y a los caudales nominales a tratar, con el rango suficiente para admitir cualquier variación de caudal prevista, con un error de medición menor que el 0,5%. El rango de medición de velocidades será desde 0,01 m/s hasta 10 m/s, como mínimo, con el margen de error especificado.

Los caudalímetros dispondrán de sensor de medición y transmisor de medición independientes (la electrónica del caudalímetro estará separada del sensor).

El sensor tendrá un IP 68 en el caso de estar situado en un lugar potencialmente mojado. Tanto el sensor como el transmisor tendrán un IP 67, como mínimo, en cualquier caso.

El transmisor dispondrá de display para visualización de los caudales instantáneos, en m³/h, y acumulados, en m³. También dispondrá de salidas para la conexión y repetición de datos al cuadro eléctrico, así como dos salidas relé configurables.

Solamente se permitirá el uso de caudalímetros en canal abierto cuando las características de las unidades funcionales de la EDAR no permitan la instalación de equipos en tubería (por ejemplo, llegada por gravedad en canal y tamizado mediante rejillas en canal). En este caso, se instalará un transmisor de características similares a las descritas anteriormente, asociado a un sensor de nivel por ultrasonidos.

1.3.2.5. Sondas de presión.

Se instalarán sondas de presión o manómetros adecuados al fluido a medir y con la escala adecuada en función de la presión nominal.

Se instalarán manómetros, como mínimo, en las tuberías generales de impulsión de aire a proceso, inmediatamente después de las válvulas de retención de las soplantes, y en las tuberías de impulsión de agua en las que la presión manométrica en funcionamiento sea mayor que 1,5 atm (15 m.c.a.).

Las sondas que deban tener salida eléctrica para control de proceso, lo harán mediante una señal 4..20 mA.

1.3.2.6. Autómatas / PLCs.

Los autómatas o PLC que se instalen serán de marcas de reconocido prestigio y totalmente implantadas en el mercado. No se admiten los PLC fabricados a medida o que estén fuera del mercado nacional, salvo casos especiales, debidamente justificados y previamente aprobados por la dirección facultativa. En cualquier caso, el fabricante o suministrador deberá comprometerse por escrito a suministrar los recambios de los diferentes módulos (fuente de alimentación, centralita, módulos de entrada / salida).

La tensión de alimentación a los PLC's será de 230 V en C.A..

Los PLC serán modulares y ampliables, salvo en aquellos casos que estén destinados a cumplir una única función (por ejemplo, el control de las soplantes), y que ésta no vaya a modificarse a lo largo del tiempo o que para ello sea necesaria una remodelación integral de la instalación.

Los PLC deberán poder utilizar el lenguaje de contactos. En cualquier caso, deberá suministrarse el programa del PLC, así como las claves de protección del mismo (si existen) y cualquier accesorio necesario para la programación o reprogramación del mismo, que sea distinto de un PC estándar (cables, pantalla táctiles, etc.), así como las instrucciones de programación o recarga del programa. (Incluso el programa para reprogramar o recargar, si es necesario).

Las entradas del PLC serán analógicas 4..20 mA, digitales a 24 V, y las salidas serán del tipo relé, las que actúen sobre algún equipo, o analógicas 4..20 mA, preferentemente.

En el manual de funcionamiento de los equipos se incluirá el programa del PLC transcrito, así como las indicaciones de las señales (entradas y salidas) y una descripción de las funciones que realiza el PLC.

1.3.2.7. Amperímetros.

Todos los equipos de más de 5 kW dispondrán de amperímetros en su cuadro de control.

Los amperímetros serán robustos, de marco cuadrado o rectangular, y de escala adecuada a la intensidad nominal del equipo. Llevarán un trazo rojo, correspondiente a la intensidad nominal del motor.

1.3.2.8. Cuentahoras

Todos los equipos dispondrán de cuentahoras, en su correspondiente cuadro o subcuadro de control.

1.3.3. CONTROL DE PROCESO / UNIDADES FUNCIONALES.

Se diseñará un sistema de control que sea robusto, fiable y que permita una correcta explotación y ajuste de los parámetros funcionales de cada uno de los procesos unitarios de una EDAR.

Debido a la sensibilidad ante agentes externos (perturbaciones en la red, corrosión, etc.) de los elementos electrónicos (PLCs, variadores, arrancadores), se diseñará el sistema de control de tal manera que permita un funcionamiento en automático o semiautomático, y en manual, independiente del PLC.

Se diseñará, en la medida de lo posible, un sistema de control independiente para cada unidad funcional, que disminuya las interferencias producidas por un fallo en una de ellas en las demás unidades.

En general, y de aquí en adelante, se utilizarán las siguientes abreviaturas:

0: Estado de parada

M: Funcionamiento en manual del equipo, en continuo, siempre que no haya ningún elemento de seguridad que impida el funcionamiento

S: Funcionamiento en semiautomático. En este caso la maniobra (puesta en marcha y parada del equipo) estará gobernada por algún elemento electromecánico (boyas, interruptores de presión, interruptores horarios, sin que intervenga ningún elemento puramente electrónico (PLC, sondas de nivel, etc.).

A: Funcionamiento automático. Significa que el funcionamiento del equipo está gobernado por algún sistema electrónico, ya sea señales analógicas (oxígeno disuelto, redox, sensores continuos de nivel, PLC, etc.), o por la combinación de éstos y elementos electromecánicos (p. ej., señales de boyas pasadas a través de PLC).

En aquellas instalaciones en las que no exista un funcionamiento automático (gobernado por PLC o señales electrónicas), el funcionamiento semiautomático (temporizado, por boyas, etc.), se señalará como "A" en los selectores de mando y control, aunque para describir los procesos en este pliego se utilice la nomenclatura "S".

1.3.3.1. Estaciones de bombeo.

Las bombas de una estación de bombeo dispondrán de los siguientes elementos y tipos de regulación y funcionamiento:

- ✓ Selector de funcionamiento "M - 0 - S" para cada bomba.
- ✓ Dispondrá de los niveles de regulación necesario para el funcionamiento del bombeo, así como niveles de máximo y mínimo independientes de los anteriores.
- ✓ En "S" las bombas funcionarán gobernadas por sondas de nivel, ya sea del tipo boya o del tipo interruptores por sensor de presión. Dispondrán de un alternador del funcionamiento de las bombas, para que se igualen las horas de funcionamiento. Dicho dispositivo, podrá substituirse por un selector de preferencia de marcha de las bombas, aunque es preferible el alternador.
- ✓ En el caso de avería de una bomba, o de encontrarse en posición "0", la maniobra deberá diseñarse para que esta situación no afecte al normal funcionamiento de las demás bombas. Se diseñará la maniobra para que se asegure que no puedan funcionar simultáneamente más bombas que las previstas.
- ✓ En "0", la bomba estará parada, independientemente del nivel de las sondas de nivel.
- ✓ En "M" la bomba funcionará en continuo, siempre y cuando exista un nivel mínimo de líquido para el funcionamiento de las bombas.
- ✓ Como mínimo, deberán quedar registradas en el cuadro eléctrico las siguientes incidencias:
 - Fallo magnetotérmico.
 - Fallo diferencial.
 - Fallo en sonda térmica de bobinado.
 - Alarma por humedad en bomba.
 - Alarma por máximo nivel.
 - Alarma por mínimo nivel.
- ✓ Adicionalmente, se puede disponer de algún sistema de control automático ("A"), gobernado por una sonda de nivel continuo, PLC, medida de caudal, etc., pero ello no será sustitutivo de los sistemas antes indicados, los cuáles son obligatorios. En el caso de instalarse un sistema automático, deberá existir un selector general A-S, y selectores M-0-A/S para cada bomba, ya que el control de la estación de bombeo no puede estar regulado simultáneamente por el control automático y el semiautomático.
- ✓ En el caso de que por necesidades de regulación o de proceso deba disponerse de bombas de caudal variable en función de la altura de líquido, será preferible la instalación de bombas de prerrotación antes que la instalación de variadores de frecuencia.
- ✓ Todas las estaciones de bombeo que se encuentren fuera del recinto de la EDAR a que correspondan, dispondrán de un instalación o preinstalación de alarma vía telefónica (GSM). Se

deberá prever como mínimo el espacio en el cuadro general del equipos de alarma, así como los bornes previstos para su conexión y protecciones necesarias, en el caso de preinstalación.

1.3.3.2. Desbastado.

Las rejas de desbaste dispondrán de los siguientes elementos y tipos de regulación y funcionamiento:

- ✓ Selector de funcionamiento "M - 0 - S".
- ✓ Dispondrá de limitadores de par.
- ✓ En "S" funcionará bien por diferencia de nivel aguas arriba y abajo de la reja, bien por alcanzar un nivel predeterminado aguas arriba de la reja.
- ✓ También funcionará temporizada, si al cabo de un cierto tiempo no ha actuado por niveles.
- ✓ Dispondrá de un dispositivo de parada de seguridad (pulsador de emergencia).
- ✓ En "M" funcionará en continuo.
- ✓ Como mínimo, deberán quedar registradas en el cuadro eléctrico las siguientes incidencias:
 - Fallo magnetotérmico.
 - Fallo diferencial.
 - Fallo por sobrecarga de par.
 - Alarma por máximo nivel.

1.3.3.3. Tamizado.

Los tamicos o rejas de finos dispondrán de los siguientes elementos y tipos de regulación y funcionamiento:

- ✓ Selector de funcionamiento "M - 0 - S".
- ✓ Dispondrá de limitadores de par.
- ✓ En "S" funcionará bien por diferencia de nivel aguas arriba y abajo de la reja, bien por alcanzar un nivel predeterminado aguas arriba de la reja o tamiz. Opcionalmente, y en el caso de disponer de un pozo de bombeo previo al tamiz o reja, el funcionamiento de éste podrá estar condicionado por el funcionamiento de las bombas.
- ✓ Dispondrán de un dispositivo de parada de seguridad (pulsador de emergencia).
- ✓ En "M" funcionarán en continuo.
- ✓ Como mínimo, deberán quedar registradas en el cuadro eléctrico las siguientes incidencias:
 - Fallo magnetotérmico.
 - Fallo diferencial.
 - Fallo por sobrecarga de par.
 - Alarma por máximo nivel.

1.3.3.4. Transporte-Prensado.

Los tornillos transportadores, tornillos prensa y prensas de residuos, al depender su funcionamiento del funcionamiento de los tamicos o rejas que los preceden, estarán controlados de la misma manera que éstos.

Dispondrán de los siguientes elementos:

- ✓ Selector de funcionamiento "M - 0 - S".
- ✓ Dispondrá de limitadores de par.
- ✓ En "S" funcionarán por enclavamiento con los elementos que les precedan, con un temporizador de retardo a la parada.
- ✓ Dispondrán de un dispositivo de parada de seguridad (pulsador de emergencia).
- ✓ En "M" funcionarán en continuo.
- ✓ Como mínimo, deberán quedar registradas en el cuadro eléctrico las siguientes incidencias:

- Fallo magnetotérmico.
- Fallo diferencial.
- Fallo por sobrecarga de par.

1.3.3.5. Desarenado-desengrasado.

Los carros desarenadores-desengrasadores, las bombas de arenas, los desnatadores y los clasificadores de arenas, funcionarán en continuo o temporizados, con las siguientes condiciones:

- ✓ Dispondrán de selector de funcionamiento "M - 0 - S".
- ✓ Dispondrán de limitadores de par.
- ✓ Las bombas de arenas dispondrán de protecciones térmica en bobinado y detectores de humedad en cámara de aceite.
- ✓ En "S" funcionarán temporizados.
- ✓ Dispondrán de un dispositivo de parada de seguridad (pulsador de emergencia).
- ✓ En "M" funcionarán en continuo.
- ✓ El clasificador de arenas funcionará (en "S") enclavado con las bombas de arenas, con un temporizador de retardo a la parada.
- ✓ Como mínimo, deberán quedar registradas en el cuadro eléctrico las siguientes incidencias, para cada equipo:
 - Fallo magnetotérmico.
 - Fallo diferencial.
 - Fallo por sobrecarga de par.

1.3.3.6. Agitadores.

En los agitadores sumergidos podemos distinguir varios casos:

- a) Los que tienen que trabajar en continuo, independientemente de las variables externas (p.ej. vehiculadores de una cuba anóxica, en un carrusel aireado por difusores)
- b) Los que dependen de las variables de proceso (p.ej. vehiculadores en un carrusel con rotores de aireación).
- c) Los que necesitan un nivel mínimo (p.ej. agitador en una estación de bombeo).

Las características comunes a todos ellos son las siguientes:

- ✓ Deberán disponer de sondas térmicas en los bobinados
- ✓ Deberán disponer de sondas de humedad en la cámara de aceite
- ✓ Como mínimo, deberán quedar registradas en el cuadro eléctrico las siguientes incidencias, para cada equipo:
 - Fallo magnetotérmico.
 - Fallo diferencial.
 - Alarma por humedad.

Las características particulares para cada caso son las siguientes:

Caso a)

- ✓ Dispondrán de un selector M-0

Caso b)

- ✓ Dispondrán de un selector M-0-A
- ✓ En "A" funcionarán a través de un PLC o maniobra que tenga en cuenta las características de la aireación, el oxígeno disuelto y el potencial redox.

- ✓ En "M" funcionarán en continuo.

Caso c)

- ✓ Dispondrá de un selector M-0-S
- ✓ En "M" funcionará en continuo
- ✓ En "S" funcionará en continuo, siempre que exista un nivel mínimo de líquido (señal de boya o sonda de nivel).

1.3.3.7. Soplantes - Sistemas de aireación.

Los sistemas de aireación utilizados en la actualidad básicamente son dos:

- a) Soplantes y difusores
- b) Rotores superficiales

La aireación puede hacerse de diferentes maneras. Sin embargo, el control de la aireación es el mismo.

Por regla general, todos los sistemas de aireación dispondrán de selectores M-0-A-S.

- ✓ En "M", los equipos de aireación funcionarán en continuo.
- ✓ En "A", los equipos de aireación irán controlados por los diferentes equipos de control (Sondas de oxígeno y/o redox), y a través de PLC (si existe).
- ✓ En "S" los equipos de aireación funcionarán controlados por temporizadores electromecánicos.

El ajuste del oxígeno aportado a las necesidades de aireación, para mantener el oxígeno disuelto en los valores predeterminados, puede efectuarse de las siguientes maneras:

- ✓ Por regulación continua del aporte de oxígeno mediante variadores de frecuencia.
- ✓ Por arranques y paradas del sistema de aporte de oxígeno, en función de los límites máximo y mínimo del mismo.
- ✓ Por regulación mediante escalones en función del oxígeno disuelto (El escalado puede conseguirse bien por disponer de varios equipos en paralelo, bien por disponer de equipos con motores de dos velocidades).
- ✓ Por combinación de varios sistemas de los anteriores.

Debido a los intervalos de funcionamiento normales en los valores de oxígeno disuelto para conseguir una correcta aireación, es suficiente una regulación del oxígeno mediante un aporte escalonado del mismo, por lo que el sistema de control recomendado es el de instalar varias soplantes o equipos en paralelo, y, si es necesario, al menos una con motor de dos velocidades. Solamente se instalarán equipos dotados de variadores de frecuencia en casos debidamente justificados y previa aprobación de la dirección facultativa.

Los temporizadores electromecánicos para funcionamiento en "S", tendrán un intervalo máximo de 1/4 de hora, para ciclos de 24 h.

Todos los equipos de aireación dispondrán de cuentahoras y de sistemas que alternen el funcionamiento de los equipos para igualar las horas de funcionamiento.

Se dispondrá de las siguientes protecciones y alarmas, como mínimo:

- ✓ Fallo magnético.
- ✓ Fallo térmico.
- ✓ Fallo diferencial.
- ✓ Fallo por sobrepresión (opcional).
- ✓ Alarmas por niveles de oxígeno (opcional).

1.3.3.8. Bombas de recirculación.

Las bombas de recirculación de fangos dispondrán de los siguientes elementos y tipos de regulación y funcionamiento:

- ✓ Selector de funcionamiento "M - 0 - A - S" para cada equipo.
- ✓ El pozo de recirculación dispondrá de una sonda de seguridad por mínimo nivel.
- ✓ En "S" las bombas funcionarán mediante un temporizador electromecánico, con tiempos programables de marcha y paro, con intervalos máximos de 1/4 de hora para ciclos de 24 h, o con temporizador de marcha y paro, de intervalos regulables de marcha y paro desde 0,1 s a 10 h.
- ✓ En "A", se regulará el caudal recirculado diario en función del caudal de entrada. El % sobre el caudal de entrada será regulable por el usuario. Esta regulación podrá realizarse de 2 maneras:
 - Temporizando el funcionamiento de las bombas mediante un PLC (preferible).
 - Mediante un variador de frecuencia, que ajuste el caudal horario recirculado en función del caudal de entrada.
- ✓ En "M" la bomba funcionará en continuo, siempre y cuando exista un nivel mínimo de líquido para el funcionamiento de las bombas.
- ✓ Como mínimo, deberán quedar registradas en el cuadro eléctrico las siguientes incidencias:
 - Fallo magnetotérmico.
 - Fallo diferencial.
 - Fallo en sonda térmica de bobinado.
 - Alarma por humedad en bomba.
 - Alarma por mínimo nivel.
- ✓ Para el funcionamiento en "A" de las bombas, se deberá disponer de un caudalímetro en la recirculación. Este caudalímetro es recomendable aún en el caso de no funcionar en automático.
- ✓ El funcionamiento en "A" será opcional, y dependiente de las características y necesidades de la EDAR. Si se opta por este tipo de funcionamiento, se dispondrán las medidas necesarias para que se iguale el tiempo de funcionamiento de los diferentes equipos.

1.3.3.9. Decantadores.

Los decantadores dispondrán de los siguientes elementos y tipos de regulación y funcionamiento:

- ✓ Selector de funcionamiento "M - 0" para cada equipo.
- ✓ Como mínimo, deberán quedar registradas en el cuadro eléctrico las siguientes incidencias:
 - Fallo magnetotérmico.
 - Fallo diferencial.
 - Fallo por sobrecarga de par

1.3.3.10. Bombas de purga.

Las bombas de purga de fangos dispondrán de los siguientes elementos y tipos de regulación y funcionamiento:

- ✓ Selector de funcionamiento "M - 0 - A - S" para cada equipo.
- ✓ El pozo de recirculación (y purga) dispondrá de una sonda de seguridad por mínimo nivel.
- ✓ En "S" las bombas funcionarán mediante un temporizador electromecánico, con tiempos programables de marcha y paro, con intervalos regulables desde 0,1 s hasta 10 h. (para marcha y para paro, independientes).
- ✓ En "A", se regulará el caudal recirculado diario en función del caudal de entrada. Esta regulación podrá realizarse de 2 maneras:

- Temporizando el funcionamiento de las bombas mediante un PLC (preferible). El PLC deberá repartir el funcionamiento de la purga a lo largo del día.
- Mediante un variador de frecuencia, que ajuste el caudal horario recirculado en función del caudal de entrada.
- ✓ En "M" la bomba funcionará en continuo, siempre y cuando exista un nivel mínimo de líquido para el funcionamiento de las bombas.
- ✓ Como mínimo, deberán quedar registradas en el cuadro eléctrico las siguientes incidencias:
 - Fallo magnetotérmico.
 - Fallo diferencial.
 - Fallo en sonda térmica de bobinado.
 - Alarma por humedad en bomba.
 - Alarma por mínimo nivel.
- ✓ Para el funcionamiento en "A" de las bombas, se deberá disponer de un caudalímetro en la purga. Este caudalímetro es recomendable aún en el caso de no funcionar en automático.
- ✓ El funcionamiento en "A" será opcional, y dependiente de las características y necesidades de la EDAR. Si se opta por este tipo de funcionamiento, se dispondrán las medidas necesarias para que se iguale el tiempo de funcionamiento de los diferentes equipos.

1.3.3.11. Espesadores.

Los espesadores dispondrán de los siguientes elementos y tipos de regulación y funcionamiento:

- ✓ Selector de funcionamiento "M - 0" para cada equipo.
- ✓ Como mínimo, deberán quedar registradas en el cuadro eléctrico las siguientes incidencias:
 - Fallo magnetotérmico.
 - Fallo diferencial.
 - Fallo por sobrecarga de par

1.3.3.12. Desodorización.

Se dispondrán de diferentes sistemas de control según el tipo de desodorización empleada. En general, en un sistema de desodorización:

- a) El sistema de aspiración e impulsión de aire.
- b) El sistema de tratamiento del aire

Para el sistema de aspiración e impulsión, el único elemento a considerar será el ventilador (o ventiladores). Éstos dispondrán de los siguientes sistemas de funcionamiento:

- ✓ Selector de funcionamiento "M - 0 - A/S" para cada equipo.
- ✓ En "M" funcionarán en continuo.
- ✓ En "A" funcionarán gobernados por alguna sonda que mida la contaminación de la sala a desodorizar (sonda de H₂S, o similar).
- ✓ En "S" funcionarán temporizados, con un temporizador electromecánico de intervalos de 5 minutos, como máximo.

Para el sistema de tratamiento de aire, existen básicamente los sistemas de lecho filtrante (carbón activo, filtros biológicos, etc., los cuáles no se regulan, ya que únicamente se substituye el material filtrante cada cierto tiempo), y los sistemas de desodorización vía química, los cuáles precisan de la dosificación de reactivos o producción de ozono. En este último caso se propondrá el sistema de regulación, el cual deberá ser automático (gobernado mediante sondas de PH, redox, etc.), en función del sistema elegido. Todas las bombas dosificadoras contarán, además, con un sistema manual de regulación de la dosificación de reactivos.

- ✓ Como mínimo, deberán quedar registradas en el cuadro eléctrico las siguientes incidencias:
 - Fallo magnetotérmico del ventilador.
 - Fallo diferencial del ventilador.
 - Cualquier fallo que se produzca en el sistema de tratamiento

1.3.3.13. Preparación de polielectrolito.

Los diferentes equipos de preparación de polielectrolito serán autónomos cada uno de ellos. Serán autorregulables.

Las características mínimas serán las siguientes:

- ✓ Selector de marcha-paro del equipo.
- ✓ Control automático del llenado del equipo (mediante electroválvula).
- ✓ Regulador manual (mecánico) de la concentración de la disolución.

Además, dispondrá de las siguientes alarmas, tanto locales como para conexión remota:

- ✓ Alarma por bajo nivel
- ✓ Alarma por baja presión del agua.
- ✓ Alarma por fallos en los agitadores
- ✓ Alarma por fallo en el dosificador
- ✓ Señal de funcionamiento (marcha-paro).

Asimismo, los cuadros eléctricos cumplirán todas las especificaciones generales especificadas anteriormente para los mismos.

1.3.3.14. Deshidratación de fangos

Se diseñará un sistema de control de deshidratación de fangos que pueda funcionar en manual o en automático. Por lo tanto dispondrá de un selector "M - 0 - A".

Generalmente, la deshidratación se efectúa mediante centrifugas. La secuencia de funcionamiento debe ser la siguiente:

- ✓ Previamente a la puesta en marcha, se debe controlar que no hay ningún elemento que impida la misma. Estos son:
 - Que haya espacio en el silo de fango deshidratado (opcional, si hay sonda de nivel en el silo).
 - Que haya suficiente polielectrolito preparado (señal del equipo de poli).
 - Que haya suficiente nivel de fango espesado, ya sea en el espesador o en depósito regulador (si existe sonda de nivel).
 - Que no haya ninguna alarma en la centrifuga, o en algún otro componente básico de la línea de deshidratación.
- ✓ Arranque del sistema de transporte de fango deshidratado (si es mediante tornillo o cinta transportadora).
- ✓ Arranque de la centrifuga. Se considerará completado el arranque cuando la centrifuga esté a régimen, dependiendo del sistema de arranque de la misma (directo, estrella-triángulo, arrancador o variador).
- ✓ Arranque de las bombas de dosificación de polielectrolito.
- ✓ Arranque de las bombas de fango a centrifuga.
- ✓ Arranque de la bomba de fango deshidratado.

La secuencia de parada será la siguiente:

- ✓ Parada de la bomba de fango deshidratado.
- ✓ Parada de la bomba de fango a deshidratación.
- ✓ Parada de la bomba de polielectrolito.
- ✓ Lavado de la centrífuga.
- ✓ Paro del motor de la centrífuga.
- ✓ Paro del sistema de transporte de fangos (tornillo o cinta).

El funcionamiento del sistema de deshidratación, es decir, las órdenes de paro y puesta en marcha de los diferentes equipos, deben poder realizarse de forma manual ("M"), o automática ("A").

Por otro lado, al ser el funcionamiento del sistema de deshidratación el de un conjunto de equipos conectados en serie y/o paralelo, se tomarán las medidas oportunas para evitar que el fallo o mal funcionamiento de uno de los equipos provoque la rotura o avería en los demás equipos y/o provoque la salida de fango líquido sin deshidratar hacia el silo o depósito de fango deshidratado. Por lo tanto, si un fallo o avería en un equipo implica alguna de las consecuencias anteriores, se parará todo el sistema, o de la parte del sistema que pueda verse afectada.

Para los tiempos de decalaje tanto en la puesta en marcha como en la parada en automático de los equipos se seguirán las indicaciones de los fabricantes, las cuáles deben comunicarse por escrito a la dirección facultativa previamente a su implantación. En cualquier caso, dichos tiempos deben poder regularse por el usuario, en función de las características del fango a tratar.

En automático ("A"), para efectuar las secuencias de arranque y puesta en marcha de los diferentes equipos, el usuario únicamente pulsará los correspondientes botones y/o selectores de inicio o finalización de la maniobra, efectuando el automatismo todas las secuencias.

En manual ("M"), el usuario será el encargado de arrancar y parar cada uno de los equipos por separado.

En cualquier caso, tanto en "M" como en "A", no se podrá arrancar ni parar ningún equipo si no se efectúan las secuencias correctas y antes indicadas, por lo que se dispondrán los enclavamientos necesarios para asegurar esta condición.

Además, se dispondrán de las correspondientes alarmas y enclavamientos correspondientes a los siguientes parámetros, que influirán en la maniobra durante la operación (se efectuará una pausa o un paro total, según el caso):

- ✓ Sobrecarga en la centrífuga.
- ✓ Temperatura en la bomba de fango deshidratado.
- ✓ Sobrepresión en la bomba de fango deshidratado.
- ✓ Sobrecarga de par en tornillos transportadores.
- ✓ Nivel máximo en el silo de fangos deshidratados.
- ✓ Nivel mínimo en el espesador o depósito de fango espesado.
- ✓ Nivel mínimo en la cuba de polielectrolito.

Si, estando en automático, alguna de las alarmas indicadas anteriormente provoca una pausa del sistema de deshidratación, y no se elimina la causa de la alarma en un tiempo determinado (programable por el usuario), el sistema se parará completamente.

En régimen de pausa, se deberá proceder al paro de las bombas de polielectrolitos y fango, y a un lavado de la centrífuga. Si después del lavado persisten las causas de pausa, se parará la línea completamente.

Se dispondrá además de un pulsador de emergencia, el cual parará todo el sistema completamente.

1.3.3.14. Digestión anaerobia.

Se diseñará el control de la digestión anaerobia para que pueda funcionar en "A - M".

Los equipos a controlar son:

- ✓ Agitador
- ✓ Bombas de recirculación
- ✓ Bombas de inyección.
- ✓ Caldera.

El agitador tendrá un selector "M - 0 - A". Dispondrá además de un selector del sentido de giro (Únicamente para funcionamiento en "M"). En automático funcionará gobernado mediante PLC, en función de las inyecciones de fango, recirculaciones y temperatura.

Las bombas de recirculación tendrán un selector "M - 0 - A". En "A" vendrán gobernadas por la temperatura del digestor y por las inyecciones de fango, mediante PLC. En "M", funcionarán en continuo.

Las bombas de inyección dispondrán de selector "M - 0 - A/S". En "M" funcionarán en continuo (si hay nivel de fango). En "A" funcionarán temporizadas por PLC, y en "S" funcionarán mediante temporizadores electromecánicos.

La caldera llevará un sistema de control autónomo, controlando únicamente la temperatura del circuito primario de intercambio.

Como mínimo, deberán quedar registradas en el cuadro eléctrico las siguientes incidencias:

- ✓ Fallo magnetotérmico (todos los equipos).
- ✓ Fallo diferencial (todos los equipos).
- ✓ Alarma por descompensación de temperatura del digestor.
- ✓ Fallo por sobrecarga del agitador.
- ✓ Caudal inyectado.

1.3.3.15. Cogeneración.

Para diseñar cualquier sistema de cogeneración será necesaria la redacción de un proyecto específico, en el cual vendrá especificado, aparte de la justificación energética del mismo, el sistema de control propuesto.

1.3.3.16. Grupos de presión.

Las bombas de un grupo de presión dispondrán de los siguientes elementos y tipos de regulación y funcionamiento:

- ✓ Selector de funcionamiento "M - 0 - S" para cada bomba.
- ✓ Dispondrá de un nivel de seguridad para impedir el funcionamiento en seco de las bombas.
- ✓ En "S" las bombas funcionarán gobernadas por un presostato. Dispondrán de un alternador del funcionamiento de las bombas, para que se igualen las horas de funcionamiento. Dicho dispositivo, podrá substituirse por un selector de preferencia de marcha de las bombas, aunque es preferible el alternador.
- ✓ En el caso de avería de una bomba, o de encontrarse en posición "0", la maniobra deberá diseñarse para que esta situación no afecte al normal funcionamiento de las demás bombas. Se diseñará la maniobra para que se asegure que no puedan funcionar simultáneamente más bombas que las previstas.

- ✓ En "0", la bomba estará parada.
- ✓ En "M" la bomba funcionará en continuo, siempre y cuando exista un nivel mínimo de líquido para el funcionamiento de las bombas, y no se sobrepase el valor del nivel máximo de seguridad del presostato.
- ✓ Como mínimo, deberán quedar registradas en el cuadro eléctrico las siguientes incidencias:
 - Fallo magnetotérmico.
 - Fallo diferencial.
 - Fallo en sonda térmica de bobinado.
 - Alarma por humedad en bomba.
 - Alarma por mínimo nivel.

1.4. PROYECTOS Y DOCUMENTACIÓN

1.4.1. PROYECTOS ESPECÍFICOS

Se redactarán todos los proyectos eléctricos específicos que sean necesarios, tanto en lo que se refiere a redes de media tensión, redes de baja tensión e instalación interior en baja tensión, para la EDAR y cada una de las estaciones de bombeo que se proyecten y/o modifiquen.

El proyecto de tramitación podrá incluir solamente aquellos proyectos específicos para los que sea necesaria algún tipo de autorización previa por parte de alguna administración u organismo (Ayuntamiento, Consell Insular, DG. Industria, etc, o GESA-ENDESA).

Sin embargo, en el proyecto de tramitación se incluirán, como mínimo, los esquemas unifilares de potencia.

En el proyecto de obra se incluirán cada uno de los proyectos específicos eléctricos, como un documento único y autónomo cada uno de ellos.

Los proyectos que se tengan que incluir en el proyecto de tramitación (líneas de MT, líneas de BT, etc.), tendrán la suficiente definición para permitir la completa tramitación de las autorizaciones previas de las instalaciones, y contendrán todos los documentos necesarios para ello (Memoria y anejos, Planos, Pliego de condiciones, Estudio de Seguridad y Salud, etc).

Los proyectos definitivos (que se incluirán en el Proyecto Constructivo), tendrán el suficiente detalle en todas y cada una de sus partes para permitir unívocamente su ejecución. Asimismo dispondrán de todos los apartados y documentos para su tramitación y puesta en servicio ante los organismos competentes. Por lo tanto, deberán incluir, como mínimo, la siguiente documentación:

DOCUMENTO 1. MEMORIA Y ANEJOS

1. MEMORIA

2. ANEJOS

Anejo 1. Cálculos eléctricos

- I. Potencias nominales de los equipos (distinguir entre potencia mecánica y potencia eléctrica)
- II. Potencias absorbidas en los diferentes puntos posibles de funcionamiento (mecánica y eléctrica)
- III. Factor de potencia (para cada equipo, nominal y en funcionamiento)
- IV. Coeficiente de simultaneidad (parcial y global)
- V. Intensidades (a potencia nominal, absorbida, simultánea)
- VI. Caídas de tensión
- VII. Justificación secciones adoptadas. Por caída de tensión e intensidad de corriente
- VIII. Poder de corte. Intensidad de CC. Cálculo y dimensionamiento.
- IX. Dimensionamiento de protecciones contra cortocircuito, sobrecargas y defectos a tierra.
- X. Red de tierras. Cálculo y dimensionamiento.
- XI. Protecciones contra sobretensiones. Cálculo y dimensionamiento.
- XII. Equipos de compensación de energía reactiva. Cálculo y dimensionamiento. Justificación de su necesidad o no.
- XIII. Cálculo y justificación de conducciones. (Prever reservas del 25% como mínimo en todas ellas, tanto en diámetro como en nº).
- XIV. Cálculo de la energía disipada en los cuadros eléctricos y refrigeración de los mismos. Justificar necesidad de ventilación

- natural, ventilación forzada y/o refrigeración mediante equipos adicionales (Aire acondicionado).
- Anejo 2. Cálculos energéticos
- I. Cálculo de las potencias máximas absorbidas por la instalación en diferentes escenarios (temporada alta, temporada baja, temporada media, a corto plazo, a medio plazo, a largo plazo)
 - II. Cálculo de la energía consumida en función de los escenarios temporales indicados anteriormente
 - III. Cálculo de la potencia a contratar
 - IV. Justificación de la tarifa a contratar
- Anejo 3. Automatización y Control
- I. Definir, para cada equipo, el sistema de control propuesto, de los permitidos por este pliego de condiciones. Justificar la adopción de un sistema de control alternativo.
 - II. Definir relación de señales a utilizar para cada equipo, ya sean para control o únicamente informativas
 - III. Definir sistema de automatización y control global a utilizar
- Anejo 4. Estudio de los materiales a emplear. Justificación.
- I. Justificar la idoneidad de los materiales a emplear (Cumplimiento normativa, pliego de condiciones y cálculos efectuados)
 - II. Valoración de resistencia de los materiales en ambientes corrosivos.
 - III. Elección de los materiales a emplear (marcas y modelos), en función de calidad, garantía, implantación en el mercado, red de distribución, recambios, stock, etc. Especialmente se tendrá en cuenta la garantía de recambio (en años) por el mismo modelo o equivalente, y el número de distribuidores autorizados en la isla donde se proyecte la instalación, así como la rapidez de servicio de dichos distribuidores.
- Anejo 5. Relación de materiales a emplear
- Anejo 6. Justificación de precios. Cuadro de descompuestos
- Anejo 7. Relación de documentación a presentar
- I. Documentación a presentar por el contratista / instalador previamente al inicio de las obras
 - II. Documentación a presentar por el contratista / instalador a la finalización de las obras
 - III. Documentación a presentar por la dirección facultativa para la recepción y puesta en servicio de las instalaciones
 - IV. Guía de tramitación para cada una de las instalaciones

DOCUMENTO 2. PLIEGO DE CONDICIONES

1. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA
 - I. El Pliego de condiciones particulares de la instalación eléctrica del Proyecto Constructivo, no es la transcripción literal del presente Pliego, sino que es el desarrollo y adaptación del mismo a la instalación concreta a realizar.
 - II. Incluir condiciones generales de la instalación eléctrica
 - III. Incluir condiciones de ejecución de la instalación eléctrica
 - IV. Incluir condiciones de medición y abono de la instalación eléctrica
 - V. Incluir protocolo de pruebas y garantías de la instalación y equipos eléctricos.
2. FICHAS TÉCNICAS

- I. Incluir fichas técnicas (especificaciones técnicas) para cada uno de los componentes y equipos de la instalación eléctrica

DOCUMENTO 3. PLANOS

1. EMPLAZAMIENTO Y SITUACIÓN
2. PLANTA GENERAL. PUNTOS DE CONSUMO ELÉCTRICO
3. PLANTA GENERAL. CONDUCCIONES ELÉCTRICAS
4. RED DE TIERRAS. PLANTAS Y DETALLES
5. PLANTAS DETALLADAS. PUNTOS DE CONSUMO ELÉCTRICO
6. PLANTAS DETALLADAS. CONDUCCIONES ELÉCTRICAS
7. DETALLES DE CONDUCCIONES
8. CUADROS ELÉCTRICOS.
 - I. Dimensiones
 - II. Disposición de mecanismos exteriores
 - III. Disposición interior
9. ESQUEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA
 - I. Esquemas unifilares de potencia detallados, incluyendo mecanismos, cables, longitudes, potencias, intensidades, caídas de tensión (parciales y acumuladas) y conducciones a usar.
10. ESQUEMAS DE MANIOBRA
 - I. Esquemas detallados de maniobra, incluyendo todas las señales, contactos auxiliares, PLCs, etc.

DOCUMENTO 4. PRESUPUESTO

1. MEDICIONES
2. CUADRO DE PRECIOS Nº 1
3. CUADRO DE PRECIOS Nº 2
4. PRESUPUESTO