ÍNDICE

ANEJO 14.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

1 OBJETO DEL PROYECTO 1
2 LEGISLACIÓN APLICABLE 1
3 EMPLAZAMIENTO 3
4 POTENCIA CONTRATADA 3
5 JUSTIFICACIONES 3
6 POTENCIA A INSTALAR 3
7 MATERIALES 5
7.1 NORMAS BÁSICAS 5
7.2 CONDUCTORES 5
7.3 CANALIZACIONES 5
7.4 INTERRUPTORES 5
7.5 FUSIBLES 5
8 EQUIPOS DE MEDIDA 5
9 DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO DE PROTECCIÓN Y CONTROLES 5
10 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO 7
11 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA CANALIZADA INTERIOR .. 7
12 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN CANALIZADA EXTERIOR 7
13 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ACOMETIDA 7
14 DESCRIPCIÓN DE LAS PUESTAS A TIERRA 7
15 ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN 8
16 COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA 8
17 DESCRIPCIÓN DE LA VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN 9
18 CÁLCULOS ELÉCTRICOS 9
19 AUTOMATIZACIÓN 9
20 MEDIDAS PREVENTIVAS EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD 10

APÉNDICE 1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS
APÉNDICE 2. AUTOMATIZACIÓN
APÉNDICE 3. ESQUEMA TIPOLÓGICO TOMA BALSA ELEVADA

ANEJO 14.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

1 OBJETO DEL PROYECTO

El presente Anejo forma parte del "PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA ZONA REGABLE DEL CANAL DE LA MARGEN DERECHA DEL NAJERILLA EN EL T.M. DE CENICERO (LA RIOJA)", y tiene por objeto cumplir los requisitos establecidos en el Pliego de Bases para la Contratación de la Asistencia Técnica objeto del mencionado proyecto.

Las actuaciones planteadas consisten en la definición de las características de la Instalación Eléctrica de Baja Tensión que proveerá de suministro eléctrico a las instalaciones y equipos eléctricos proyectados en el TM Cenicero (La Rioja) y su automatización.

La red eléctrica de baja tensión consistirá en la instalación de la acometida subterránea desde el centro de transformación proyectado (detallado en el anejo de la línea de media tensión), a todos los puntos de consumo del bombeo.

En el presente proyecto se adjuntan los planos de la instalación eléctrica, situación y emplazamiento, esquemas unifilares y la planta de las instalaciones detallando la ubicación de los armarios, tomas de fuerza, puntos de alumbrado, luces de emergencia, extintores y salidas.

En el Apéndice 1 se incluyen los cálculos eléctricos y en el Apéndice 2 la justificación de la automatización definida, y en el Apéndice 3 el esquema tipológico de la toma de fondo de la balsa elevada.

2 LEGISLACIÓN APLICABLE

Esta memoria descriptiva, es justificativa ante el Organismo competente de las Medidas y Normas a tener en cuenta al efectuar las instalaciones, en virtud de los siguiente Reglamentos y Normativas:

GENERALIDADES

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC), (B.O.E. de 18-9-2002).
- Normas particulares de la Compañía Suministradora de energía eléctrica. ERZ-Endesa.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Normas Técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte.
- UNE-HD 60364-5-52 Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Código Estructural
- UNE 20460-7-712 Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-712: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV)
- UNE-HD 60364-7-712. Instalaciones eléctricas de baja tensión. Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV).
- UNE 21302-826:2005 y IEC 60050-826. Vocabulario electrotécnico Internacional (VEI).
- IEC/TR 60755 (1983). Regalas generales para los dispositivos de protección con corriente diferencial residual. Modificación 2 (1992).
- UNE-EN IEC 60904-3 (1989). Dispositivos fotovoltaicos. Parte 3: fundamentos de medida de dispositivos solares fotovoltaicos (PV) de uso terrestre con datos de irradiancia espectral de referencia.
- Directivas Europeas de seguridad y compatibilidad electromagnética
- Especificaciones Técnicas para Sistemas de Riego Fotovoltaico editado por MASLOWATEN (MArket uptake of an innovative irrigation Solution based on LOW WATer-ENergy consumption)
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1/1/2004 de 30 de enero. Desarrollo del artículo 24 de la ley 31/1995 sobre coordinación de actividades empresariales.

MERCADO ELÉCTRICO

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.
- UNE-EN 62446-1 Sistemas fotovoltaicos (FV). Requisitos para ensayos, documentación y mantenimiento. Parte 1: Sistemas conectados a la red. Documentación, ensayos de puesta en marcha e inspección.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Orden IET/931/2015, de 20 de mayo, por la que se modifica la Orden ITC/1522/2007, de 24 de mayo, por la que se establece la regulación de la garantía del origen de la electricidad procedente de fuentes de energía renovables y de cogeneración de alta eficiencia.
- Orden ETU/130/2017, de 17 de febrero, por la que se actualizan los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, a efectos de su aplicación al semiperiodo regulatorio que tiene su inicio el 1 de enero de 2017.

MÓDULOS

- UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos
- UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
- UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 61215-1-2 Módulos fotovoltaicos (FV) para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación. Parte 1-2: Requisitos especiales de ensayo para los módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada de telururo de cadmio (CdTe).
- UNE-EN 62108. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.
- Los módulos que se encuentren integrados en la edificación, aparte de que deben cumplir la normativa indicada anteriormente, además deberán cumplir con lo previsto en la Directiva 89/106/CEE del Consejo de 21 de diciembre de 1988 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción.

ESTRUCTURA MÓDULOS

- Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirán las normas UNE-EN 10219-1 y UNE-EN 10219-2 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.
- Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE-EN ISO 14713 (partes 1, 2 y 3) y UNE-EN ISO 10684 y los espesores cumplirán con los mínimos exigibles en la norma UNE-EN ISO 1461.
- En el caso de utilizarse seguidores solares, estos incorporarán el marcado CE y cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.

INVERSORES

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.

En general, cuantas Reglamentaciones vigentes afecten a este tipo de Actividad.

3 EMPLAZAMIENTO

Las infraestructuras eléctricas proyectadas y documentadas en el presente anejo, se hallan en el T.M. de Cenicero (La Rioja). Para mayor información, consultar el Plano Nº1 "Situación y Emplazamiento".

4 POTENCIA CONTRATADA

Dada la potencia necesaria para el suministro eléctrico previsto en la estación de bombeo, se prevé la construcción de un centro de recepción y medida, y un centro de transformación propio de la estación de bombeo, siendo la tensión de suministro normalizada de 13,2 kV a 50 Hz, propiedad de IBERDROLA.

La entrada al Centro de Transformación vendrá dada por la nueva derivación proyectada desde la línea de 13,2 kV existente. Esta derivación constará de un vano destensado hasta el primer apoyo de la nueva línea aérea a realizar, al final de la misma se situará una conversión aéreo-subterránea en el mismo apoyo de final de línea, y un tramo enterrado con circuito simple hasta la celda de entrada del centro de transformación.

De modo que, en la LEMT "HUÉRCANOS" STR NÁJERA, entre los apoyos nº 615 y 616, se colocará un apoyo de entronque, con seccionador. Desde este se proyectará un vano destensado hasta e primer apoyo de la nueva línea, en el cual se colocará un SLB con función seccionadora.

En el Centro de transformación, de acceso tanto para la compañía como para usuario prevé la instalación de una celda de seccionamiento, una de protección por fusibles, y una celda de medida. A continuación, se encuentra el transformador de 400 kVA.

Las tensiones de alimentación de los receptores, se determinan acordes a su potencia, siendo para esta instalación 400 V para las bombas y 400/230 V para los servicios auxiliares.

La contratación de la acometida se hará en media tensión 13,2 kV a 50 Hz, y será de 200 kW.

5 JUSTIFICACIONES

La red eléctrica de baja tensión que da servicio a los diversos receptores del edificio de bombeo previsto en proyecto está constituida por una red trifásica con neutro. La tensión entre fases es de 400V para alimentación de bombas, mientras que el resto de receptores son monofásicos a 230V o trifásicos a 400V.

A la hora de la selección de los conductores se ha realizado una unificación de sus secciones, verificando que los factores de dimensionamiento (intensidad admisible y caída de tensión) cumplen lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.E.B.T). Esto nos aportará en la fase de ejecución de la obra, una mayor agilidad en la realización del pedido de material.

6 POTENCIA A INSTALAR

En este proyecto contemplamos una instalación en baja tensión, concretamente la instalación de baja tensión de la estación de bombeo.

La demanda energética por parte de todos los equipos de bombeo es totalmente trifásica a 400V, mientras que el resto de receptores son monofásicos a 230V o trifásicos a 400V.

Se realizará reparto equitativo en cuanto a consumo, a la hora de conectar los receptores monofásicos, tratando de conseguir un reparto de cargas lo más equilibrado posible.

La potencia total instalada corresponde a los siguientes consumos:

BOMBA 1	55000 W
BOMBA 2	132000 W
SSAA y AUTO	26847.6 W
TOTAL....	213847.59 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1497.6
- Potencia Instalada Fuerza (W): 212350
- Potencia Máxima Admisible (kVA): 400

Reparto de Fases - Líneas Monofásicas
- Potencia Fase R (W): 3691.2
- Potencia Fase S (W): 3048.8
- Potencia Fase T (W): 3057.6

SSAA y AUTO

AL.CUADROS	14.4 W
Interior NO	338.4 W
Interior SE	338.4 W
AL EXT SE	374.4 W
AL EXT NO	374.4 W
EM SE	28.8 W
EM NO	28.8 W
EXTRACCIÓN SE	500 W
EXTRACCIÓN CUADROS	370 W
BASES III	5000 W
BASE II NO	3000 W
BASE II CUADROS	3000 W
RB1	150 W
RB2	150 W
P. GRUA	5000 W
CAUDALIMETRO EB	150 W
CAUDALIMETRO Balsa	150 W
FILTRO W	1750 W
VAL.MOTO. BALSA	750 W
Compuerta toma	736 W
Limpiarrejas	2944 W
FA 24VCC	200 W
AUTÓMATA	1500 W
TOTAL....	26847.6 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1497.6
- Potencia Instalada Fuerza (W): 25350

Todo esto conduce a una potencia instalada de 213,847 kW repartida entre los distintos usos como se refleja en el siguiente cuadro:

USO	**POTENCIA**
Fuerza Bombeo	25,350 kW
Alumbrado Bombeo	1,498 kW
Bombeo	187,000 kW
TOTAL	**213,847 kW**

En el caso de la instalación de la Estación de Bombeo, se considera un factor de simultaneidad de 1 para el alumbrado y 0,8 para fuerza, se considera el funcionamiento simultaneo de las dos bombas, y se añade un 25% de la potencia de la bomba mayor.

Con estas consideraciones, la potencia transportada es la siguiente: 204,377 kW. En caso de considerar el 100% de la potencia instalada, 213,847 kW

Tomando un factor de potencia de 0,9 (razonable en estas instalaciones), para la potencia transportada indicada con anterioridad, se obtiene la siguiente potencia aparente: 227,086 kVA. En caso del 100% de la potencia, este valor se incrementa hasta los 237,608 kVA.

Para ello se dispondrá de un trafo de 400 kVA de 13,2/0,40 kV.

7 MATERIALES

7.1 NORMAS BÁSICAS

En todos los casos se han tenido en cuenta las especificaciones contenidas en el vigente R.E.B.T.

Como medida primera y primordial todos los elementos metálicos de la instalación que no deban hallarse bajo tensión, estarán conectados a tierra.

Todos los materiales serán de marcas acreditadas y debidamente homologadas, de modo que aseguren su buen funcionamiento dentro de lo marcado por el R.E.B.T. y las prescripciones de la compañía suministradora.

7.2 CONDUCTORES

Serán unipolares de Cobre, aislados, para una tensión de aislamiento de 1000 V. Serán de colores diferentes según lo establecido en el reglamento de tal forma que los haga fácilmente identificables.

En previsión de la existencia de cierto grado de humedad ocasionado por alguna fuga, todos los conductores por motivos de seguridad deben de cumplir la designación de RZ1 0'6/1 KV (Tensión soportable) y RV-K 0'6/1KV para la acometida.

7.3 CANALIZACIONES

Las cajas de derivación serán de un diámetro mínimo de 80 mm, no ocupando nunca los conductores y piezas de unión de los mismos una superficie superior al 60% en el interior de la caja.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de, por lo menos, 5 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, o de humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

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

Las canalizaciones eléctricas y las no eléctricas sólo podrán ir dentro de un mismo canal o hueco en la construcción, cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

a) La protección contra contactos indirectos estará asegurada por alguno de los sistemas señalados en el apartado 4.1.2 en la ITC-BT-24 del R.E.B.T., considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas, como elementos conductores.

b) Las canalizaciones eléctricas estarán convenientemente protegidas contra los posibles peligros que pueda presentar su proximidad a canalizaciones.

7.4 INTERRUPTORES

Se instalarán interruptores de corte omnipolar y deberán soportar las 10.000 maniobras de vida útil.

7.5 FUSIBLES

Los fusibles serán en todo caso de tipo calibrado e irán acompañando a todas las tomas de corriente.

8 EQUIPOS DE MEDIDA

Debido a que el contrato de suministro está en media tensión no será necesario instalar caja general de protección, ni equipo de medida en baja, ya que la medida se realizará en media tensión (el equipo de medida en media tensión deberá de cumplir las normas de la Compañía).

A modo de verificación de consumos y para el equilibrado de las fases, se prevé la instalación de una central de medida y analizador de redes en baja tensión. Este equipo de medida en baja irá alojado en el armario de protección general de la instalación.

9 DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO DE PROTECCIÓN Y CONTROLES

En el interior de la estación de bombeo, en la zona en que se refleja en el plano Nº 07.05 "Cuadros Eléctricos", se situará el módulo de protección y control, capaz de albergar los siguientes equipos:

EN CUADRO PROTECCIÓN INICIO LÍNEA (CT)

- 1 Interruptor Seccionador. IV, In= 400A, P. de C: 15kA.

- 1 juego Fusibles 4x400A y bases portafusibles, en cuadro BT.

PROTECCIÓN GENERAL

- 1 Interruptor Automático. IV, In= 400A, Ireg= 400A, P. de C: 15kA.
- Limitador de sobretensión, Up: 1,2 kV, Imáx.= 40 kA, I.A.= 20 A, C, P. de C.= 15 kA.
- 1 Contactor 400A, con inductancia y temporizador para el control de la batería de condensadores de vacío del trafo.
- 1 Batería de condensadores automática 40 kVAr
- 1 analizador de redes, 400/5 A

1 PROTECCIÓN PARA MOTOBOMBA DE 55 kW CON VARIADOR SOLAR HÍBRIDO

- 1 Interruptor Automático. III, In= 125A, Ireg= 124A, P. de C: 15kA.
- 1 Relé y transf. Diferencial de sensibilidad 300mA, Clase AC
- 1 Variador de 55kW híbrido fotovoltaico, incluido inductancia de línea. Incluye radiador de alta eficiencia, instalación completa para carga suave de condensadores previa a alimentación por bus continua.

1 PROTECCIÓN PARA MOTOBOMBA DE 132 kW CON VARIADOR

- 1 Interruptor Automático. III, In= 250A, Ireg= 240A, P. de C: 15kA.
- 1 Relé y transf. Diferencial de sensibilidad 300mA, Clase AC
- 1 Variador de 132kW híbrido fotovoltaico, incluido inductancia de línea. Incluye radiador de alta eficiencia, instalación completa para carga suave de condensadores previa a alimentación por bus continua.

1 PROTECCIÓN GENERAL SS.AA Y AUTOMATIZACIÓN

- 1 Interruptor Magnetotérmico. IV, 63 A, P. de C: 15 kA. Curva C
- 2 Diferencial IV, 63 A, sensibilidad 30 mA.

1 PROTECCIÓN GENERAL ALUMBRADO

- 1 Diferencial IV, 25 A, sensibilidad 30 mA.

1 PROTECCIÓN ALUMBRADO CUADROS: FASE R

- 1 Interruptor Magnetotérmico. II, 10 A, P. de C: 10 kA. Curva C

1 PROTECCIÓN ALUMBRADO BOMBEO: FASE S

- 1 Interruptor Magnetotérmico. II, 10 A, P. de C: 10 kA. Curva C

1 PROTECCIÓN ALUMBRADO EXTERIOR: FASE T

- 1 Interruptor Magnetotérmico. II, 10 A, P. de C: 10 kA. Curva C
- 1 Diferencial II, 25 A, sensibilidad 30 mA.

1 PROTECCIÓN ALUMBRADO DE EMERGENCIA

- 1 Interruptor Magnetotérmico. II, 10 A, P. de C: 10 kA. Curva C
- 1 Diferencial II, 25 A, sensibilidad 30 mA.

1 PROTECCIÓN GENERAL EXTRACCIÓN

- 2 Interruptor Magnetotérmico. II, 16 A, P. de C: 15 kA. Curva C
- 1 Diferencial IV, 40 A, sensibilidad 300 mA.
- 1 Contactor III 16 A.

1 PROTECCIÓN GENERAL BASES III

- 1 Interruptor Magnetotérmico. IV, 16 A, P. de C: 15 kA. Curva C
- 1 Diferencial IV, 25 A, sensibilidad 300 mA.

1 PROTECCIÓN GENERAL BASES MONO

- 1 Diferencial IV, 40 A, sensibilidad 300 mA.

2 PROTECCIONES BASES MONO

- 1 Interruptor Magnetotérmico. II, 20 A, P. de C: 10 kA. Curva C

1 PROTECCIÓN GENERAL RESISTENCIA CALDEO

- 1 Diferencial IV, 40 A, sensibilidad 30 mA.

2 PROTECCIONES RESISTENCIA CALDEO

- 1 Interruptor Magnetotérmico. II, 16 A, P. de C: 10 kA. Curva C
- 1 Contactor II 16 A.

1 PROTECCIÓN PUENTE GRÚA

- 1 Interruptor Magnetotérmico. III, 16 A, P. de C: 10 kA. Curva C
- 1 Diferencial IV, 25 A, sensibilidad 300 mA.

1 PROTECCIONES CAUDALÍMETRO. EB

- 1 Interruptor Magnetotérmico. II, 16 A, P. de C: 10 kA. Curva C
- 1 Diferencial II, 25 A, sensibilidad 30 mA.

1 PROTECCIONES CAUDALÍMETRO. BALSA

- 1 Interruptor Magnetotérmico. II, 16 A, P. de C: 10 kA. Curva C
- 1 Diferencial II, 25 A, sensibilidad 30 mA.

1 PROTECCIÓN FILTRO W

- 1 Interruptor Magnetotérmico. IV, 16 A, P. de C: 15 kA. Curva C
- 1 Diferencial IV, 25 A, sensibilidad 300 mA.

1 PROTECCIÓN VAL. MOTORIZADA BALSA

- 1 Interruptor Magnetotérmico. IV, 16 A, P. de C: 15 kA. Curva C
- 1 Diferencial IV, 25 A, sensibilidad 300 mA.

1 PROTECCIÓN COMPUERTA TOMA

- 1 Interruptor Magnetotérmico. IV, 16 A, P. de C: 15 kA. Curva C
- 1 Diferencial IV, 25 A, sensibilidad 300 mA.

1 PROTECCIÓN LIMPIARREJAS

- 1 Interruptor Magnetotérmico. IV, 16 A, P. de C: 15 kA. Curva C

- 1 Diferencial IV, 25 A, sensibilidad 300 mA.

1 PROTECCIÓN PARA LINEA AUTOMATISMOS

- 1 Interruptor Magnetotérmico. II, 16 A, P. de C: 10 kA. Curva C
- 1 Diferencial II, 25 A, sensibilidad 30 mA.
- 1 SAI Interactivo 2,2 kVA

1 PROTECCIÓN PARA AUTOMATISMOS

- 1 Interruptor Magnetotérmico. II, 16 A, P. de C: 4,5 kA. Curva C

1 PROTECCIÓN PARA FA 24VCC

- 1 Interruptor Magnetotérmico. II, 16 A, P. de C: 4,5 kA. Curva C

10 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

El alumbrado en la Estación de Bombeo va a contar de luminarias Led estancas de 47 W instalados en la sala de bombeo, y focos Led de 104 W instaladas en el exterior.

La alimentación de las luminarias led se hará a 230V, tensión que obtendremos entre Fase y Neutro. Las luminarias de led cumplen el grado de protección IP65.

En el plano "Instalaciones", se detallan los puntos de iluminación de las estaciones de bombeo.

Los conductores a emplear se detallan en los esquemas unifilares. El nivel de aislamiento del conductor deberá tener la designación RV-K 0'6/1KV, ya que se prevé la existencia de humedad.

11 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA CANALIZADA INTERIOR

Se prevé que los conductores que dan suministro a las bombas vayan alojados bajo tubo corrugado de PVC. En la zona de cuadros irán por zócalo de hormigón, y al salir de ésta irán bajo tubo trazado bajo la solera de la sala de bombeo. Al salir del tubo para dar conexión a cada motor de las bombas se coloca una bandeja metálica, instalada en apoyos por encima del nivel de la solera, con tapa, y con un cajón de chapa galvanizada de 3 mm de espesor, en forma de prisma rectangular hueco de 0,20x0,20 m y 1,5 m de altura, con sellado con material plástico o caucho entre la base y el suelo, y racor de acero con tubo galvanizado en curvatura, en la parte superior hasta conexión.

Los conductores que dan suministro al resto de los receptores de fuerza de la estación de bombeo irán canalizados en bandejas no perforadas de PVC con tapa, sobre solera. A los receptores que se encuentren a una distancia de esta, se dará suministro desde la bandeja mediante bandeja metálica tipo Rejiban con tapa de PVC y tubo de PVC.

Los conductores que den suministro a los Extractores, Bases Trifásicas y Alumbrado, irán canalizados por bandeja no perforada de PVC con tapa fijada a la pared a una altura de unos 3,5m sobre el suelo.

Los conductores que dan suministro al resto de los receptores de la estación de bombeo irán protegidos con un tubo rígido de PVC, colocados superficialmente mediante abrazaderas.

12 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN CANALIZADA EXTERIOR

Los conductores destinados para dar servicio a los receptores exteriores irán canalizados interiormente, siendo su interconexión a través de la fachada, previa colocación de un tubo de PVC de dimensiones apropiadas, según marca el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

13 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ACOMETIDA

La acometida estará formada por 3 líneas de 3x150/70 mm^2 Al enterradas bajo tubo de D= 180 mm, a un mínimo de 0,60 m de la superficie hasta la parte inferior del cable, que reposarán sobre un lecho de arena de río lavada de 5 cm de espesor mínimo, serán recubiertos los cables por arena hasta 10 cm de su parte superior. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los tubos y las paredes laterales. Por encima de la arena todos los cables tendrán una protección mecánica de PVC a un mínimo de 0,25 m desde la parte superior del tubo y 0,10 m de la superficie del terreno, que además servirá de señalización. El resto del relleno podrá ser de material procedente de la propia excavación o de zahorras compactadas. Se instalará un tubo de reserva y un tubo para señales de trafo.

Dada la longitud existente entre el CT y el cuadro de acometida se prevé la instalación de protecciones tipo fusibles en el inicio de línea (CT), 400A.

14 DESCRIPCIÓN DE LAS PUESTAS A TIERRA

Las puestas a tierra se establecerán con objeto de limitar la tensión que con respecto a tierra pueden presentar en un momento dado las masas metálicas y así asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

Emplearemos un mínimo de 4 picas en hilera, unidas entre sí por un conductor de cobre desnudo de 50 mm^2 de sección. Las dimensiones de las picas serán 14 mm de diámetro y longitud no inferior a 2 metros. La profundidad mínima a la que deberá alojarse el electrodo es de 0,50 metros. Deberemos seguir añadiendo tantas picas sean necesarias hasta garantizar que cualquier

masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24V. Estas mediciones se deberán realizar a continuación de la caja de seccionamiento.

La toma de tierra será la mínima que el terreno permita, pero no superando los 14 ohmios, y si fuera necesario se irán colocando más picas hasta conseguir los ohmios indicados.

Todas las partes metálicas de la instalación estarán conectadas a tierra, la sección del conductor de tierra dependerá de la sección del conductor que protege, tal y como indica la tabla 2 de la ITC BT -18.

Para la instalación de toma de tierra se tendrán en cuenta las fórmulas dadas por la tabla 5, de la ITC-BT-18 y en lo que a picas verticales se refiere son las siguientes:

$$R = \rho/L$$

Siendo:

- R: Resistencia de la toma de tierra
- ρ: Resistencia del terreno
- L: Longitud de la pica

15 ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN

Con objeto de conseguir una fácil y segura evacuación del personal, en la estación de bombeo, en caso de fallo en el suministro habitual de alumbrado, se ha dispuesto de un sistema de iluminación autónoma capaz de abastecer, al menos durante una hora una intensidad luminosa de 1 lux que se deberán encender cuando exista un fallo en el suministro energético (ITC-BT-28).

A tal efecto, se situarán los diferentes elementos de emergencia indicados en los Planos adjuntos, compuestos cada uno de ellos por una batería recargable de níquel-cadmio.

Se ha distribuido de tal forma, que en todo momento señalicen de una manera permanente, las puertas del local y la ubicación de los extintores.

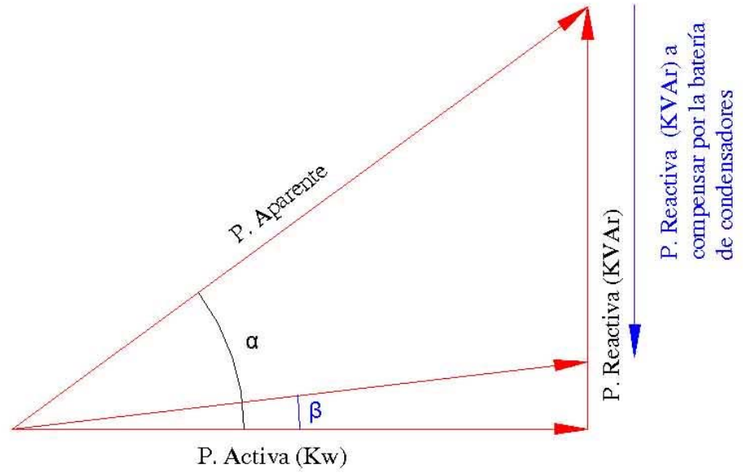
Las lámparas de emergencia a instalar son tipo fluorescente de 8W, batería estanca a baja temperatura (IP-4. IK04) y cada lámpara cubrirá una superficie de 59,20 m^2 (según normativa UNE 20-392-93, EN 60 598-2-22).

La salida quedará reflejada de forma serigrafiada junto a las luces de emergencias instaladas.

16 COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

En la estación de bombeo, con el fin de obtener una compensación de energía reactiva y obtener una bonificación de la compañía suministradora, se instalarán equipos de compensación de energía reactiva.

La compensación se realizará mediante batería automática. Se estima que factor de potencia de cada motor es 0,86, tratando de mejorarlo incrementándolo hasta valores comprendidos entre 0,98 y 1.



En el caso de las bombas no se prevé la instalación de una batería de condensadores ya que el variador compensa la energía reactiva que genere el motor de la motobomba.

En el caso de los trafos la compensación de reactiva vendrá dada para su funcionamiento en vacío, siendo de 20 kVAr/400V.

Las características de los equipos son:

- Contactor
- Inductancia
- Temporizador en el caso de la compensación de vacío de los trafo
- Regulador digital
- Ventilación forzada por ventilador y termostato.
- Alojado todo ello en armario
- Grado de protección: IP30.

- Protección contra contactos indirectos.

Todos estos valores son de tipo orientativo ya que a la hora de realizar los cálculos se ha empleado un factor de potencia teórico (cosφ= 0,9). La elección de los condensadores fijos para realizar la compensación de energía reactiva, se realizará una vez este montada la instalación, verificándose posteriormente a la instalación del equipo rectificador de energía reactiva, que la compensación realizada es la deseada (factor de potencia deseado 0,98).

17 DESCRIPCIÓN DE LA VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

La elección de los equipos de la instalación de ventilación se ha realizado basándose en los criterios establecidos por la norma DIN1946. Según esta norma se ha considerado a la estación de bombeo como una sala de máquinas en donde la renovación de aire recomendada está establecida entre 10 y 40 veces.

Se instalarán dos equipos extractores en los lugares indicados en el plano Nº 07.06, cuyas características son:

Nº Ventiladores	Caudal Máximo (m^3/h)	Voltaje (V)	Consumo Eléctrico (W)	Volumen Edificio (m^3)	Renovación (Nº/h)
2 Unidades	5.150	400 (Trifásica)	250	720	14,3

La distribución de las DOS unidades se refleja en el plano correspondiente.

Rejillas de ventilación

Para favorecer la entrada de aire y poder generar una corriente de renovación adecuada se dispondrán de rejillas de ventilación en las fachadas de los edificios.

Accesorios de los ventiladores

Los accesorios que llevarán los ventiladores son los siguientes:

- Base soporte HCT para cubiertas inclinadas.
- Base atenuadora acústica: los ventiladores instalados son de gran capacidad, lo que conlleva a que generan un elevado nivel de presión sonora, por lo que se añade este accesorio.
- Motores Sala de Bombeo:
  - Velocidad: 990 (rev/min)
  - Potencia absorbida: 250 W
  - Caudal máximo: 5.150 m3/h
  - Nivel sonoro: 57 dB
  - Ventilador:
    - Marco soporte en chapa de acero.
    - Soporte motor con rejilla de protección contra contactos, según normas UNE 100250.
    - Hélice en poliamida 6 reforzada con fibra de vidrio.
    - Acabado anticorrosión en resina de poliéster polimerizada a 190ºC, previo desengrase, fosfatación y pasivado.
  - Motor:
    - Motores asíncronos con rotor de jaula de ardilla.
    - Tensión motor 380 - 415 V 50 Hz.
    - Aislamiento clase F y protección IP-65.
  - Protección térmica:
    - Protección térmica para proteger el motor contra sobrecalentamientos producidos por cualquier anomalía.

18 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Los cálculos efectuados para el dimensionamiento de las instalaciones proyectadas se encuentran recogidos en el apéndice 1 presente Anejo.

19 AUTOMATIZACIÓN

En el apéndice 2 se incluye la definición detallada de los equipos a automatizar y las señales a integrar en el autómata y el SCADA. Del mismo modo en los planos de instalaciones eléctricas de detalla el recorrido del cableado y la disposición de los equipos y cuadros.

A su vez en el Apéndice 3 se incluye el esquema tipológico para el suministro mediante placas solares y baterías al autómata, sensores y elementos de control previstos en la toma de fondo de la balsa elevada.

20 MEDIDAS PREVENTIVAS EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

Los riesgos para la salud de los trabajadores durante la fase de ejecución de las obras objeto del presente Anejo, así como la posterior valoración presupuestaria de las correspondientes medidas preventivas, han sido incluidos en un estudio independiente en el "PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA ZONA REGABLE DEL CANAL DE LA MARGEN DERECHA DEL NAJERILLA EN EL T.M. DE CENICERO (LA RIOJA)".

APÉNDICE 1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

ÍNDICE

APÉNDICE 1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

1 FORMULAS 1
1.1 FORMULAS GENERALES 1
1.2 FORMULA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA 1
1.3 FÓRMULAS SOBRECARGAS 2
1.4 FÓRMULAS COMPENSACIÓN ENERGÍA REACTIVA 2
1.5 FÓRMULAS CORTOCIRCUITO 2
1.6 FÓRMULAS EMBARRADOS 3
1.7 FÓRMULAS RESISTENCIA TIERRA 4
2 DEMANDA DE POTENCIAS 4
3 CÁLCULOS ELÉCTRICOS 5
3.1 CÁLCULO DE LA LÍNEA: TRAFO 6
3.2 CÁLCULO DE LA LÍNEA: VARIADOR B1 6
3.2.1 CÁLCULO DE LA LÍNEA: BOMBA 1 7
3.3 CÁLCULO DE LA LÍNEA: VARIADOR B2 7
3.3.1 CÁLCULO DE LA LÍNEA: BOMBA 2 7
3.4 CÁLCULO DE LA LÍNEA: SSAA Y AUTO 8
3.4.1 CÁLCULO DE LA LÍNEA: ALUMBRADO 8
3.4.2 CÁLCULO DE LA LÍNEA: AL EMERGENCIA 11
3.4.3 CÁLCULO DE LA LÍNEA: EXTRACCIÓN 13
3.4.4 CÁLCULO DE LA LÍNEA: BASES III 14
3.4.5 CÁLCULO DE LA LÍNEA: BASES MONO 14
3.4.6 CÁLCULO DE LA LÍNEA: RESIST CALDEO 16
3.4.7 CÁLCULO DE LA LÍNEA: P. GRUA 17
3.4.8 CÁLCULO DE LA LÍNEA: CAUDALIMETRO EB 17
3.4.9 CÁLCULO DE LA LÍNEA: CAUDALIMETRO BALSA 18
3.4.10 CÁLCULO DE LA LÍNEA: FILTRO W 18
3.4.11 CÁLCULO DE LA LÍNEA: VAL.MOTO. BALSA 19
3.4.12 CÁLCULO DE LA LÍNEA: COMPUERTA TOMA 19
3.4.13 CÁLCULO DE LA LÍNEA: LIMPIARREJAS 20
3.4.14 CÁLCULO DE LA LÍNEA: LINEA AUTOMATISMOS 20
4 CALCULO DE EMBARRADOS 22
4.1 CALCULO DE EMBARRADO SSAA Y AUTO 22
4.2 CALCULO DE EMBARRADO DESCARGA DIRECTA TRAFOS 22
5 TABLAS DE RESULTADOS 23
6 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA 24
7 CÁLCULO ILUMINACIÓN 25

APÉNDICE 1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS
APÉNDICE 2. AUTOMATIZACIÓN
APÉNDICE 3. ESQUEMA TIPOLÓGICO TOMA BALSA ELEVADA

APÉNDICE 1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

1 FORMULAS

1.1 FORMULAS GENERALES

Emplearemos las siguientes:

Sistema trifásico

$$I = \frac{Pc}{\sqrt{3} \times U \times Cos\varphi}$$

$$e = \frac{P \times L}{k \times S \times U \times n}$$

Sistema monofásico

$$I = \frac{Pc}{U \times Cos\varphi}$$

$$e = \frac{2 \times P \times L}{k \times S \times U \times n}$$

En donde:

- Pc = Potencia de cálculo (W).
- L = Longitud de cálculo en (m).
- e = Caída de tensión en (V).
- K = Conductividad.
- I = Intensidad en (A).
- U = Tensión de servicio, trifásica ó monofásica, (V).
- S = Sección del conductor en (mm2).
- Cos φ = Coseno de fi, factor de potencia.
- n = Nº de conductores por fase.

1.2 FORMULA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

$$k = \frac{1}{\rho}$$

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

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

Siendo:

- K = Conductividad del conductor a la temperatura T.
- ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.
- ρ20 = Resistividad del conductor a 20ºC.
  - Cu = 0,018
  - Al = 0,029
- α = Coeficiente de temperatura:
  - Cu = 0,00392
  - Al = 0,00403
- T = Temperatura del conductor (ºC).
- T0 = Temperatura ambiente, condiciones normales (ºC):
  - Cables enterrados = 25ºC (ITC-BT-07 3.1.2.1.)
  - Cables al aire = 40ºC (ITC-BT-06 4.2.1.)
- Tmax = Temperatura máxima admisible del conductor (ºC): (ITC-BT-07 Tabla 2)
  - XLPE, EPR = 90ºC
  - PVC = 70ºC
- I = Intensidad prevista por el conductor (A).
- Imax = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

1.3 FÓRMULAS SOBRECARGAS

$$Ib \leq In \leq Iz$$

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

Donde:

- Ib: intensidad utilizada en el circuito.
- Iz: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.
- In: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, In es la intensidad de regulación escogida.
- I2: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I2 se toma igual:
  - a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).
  - a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

1.4 FÓRMULAS COMPENSACIÓN ENERGÍA REACTIVA

$$\cos\varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

$$tg\varphi = \frac{Q}{P}$$

$$Q_c = P \times \left(tg\varphi_1 - tg\varphi_2\right)$$

$$C = \frac{Q_c \times 1000}{U^2 \times \omega}$$ (Monofásico – Trifásico conexión estrella)

$$C = \frac{Q_c \times 1000}{3 \times U^2 \times \omega}$$ (Trifásico conexión triángulo)

Siendo:

- P = Potencia activa instalación (kW).
- Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).
- Qc = Potencia reactiva a compensar (kVAr).
- $\varphi 1$ = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.
- $\varphi 2$ = Angulo de desfase que se quiere conseguir.
- U = Tensión compuesta (V).
- $\omega = 2x\pi xf$; f = 50 Hz.
- C = Capacidad condensadores (F)

1.5 FÓRMULAS CORTOCIRCUITO

$$IpccI = Ct\ U / \sqrt{3}\ Zt$$

Siendo:

- IpccI: intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.
- Ct: Coeficiente de tensión.
- U: Tensión trifásica en V.
- Zt: Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$IpccF = Ct\ UF / 2\ Zt$$

Siendo:

- IpccF: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.
- Ct: Coeficiente de tensión.
- UF: Tensión monofásica en V.
- Zt: Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen más la propia del conductor o línea).

La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Zt = (Rt^2 + Xt^2)\ ½$$

Siendo:

- Rt: R1 + R2 + ...+ Rn (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)
- Xt: X1 + X2 + ... + Xn (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)
- R = L · 1000 · CR / K · S · n (mohm)
- X = Xu · L / n (mohm)
- R: Resistencia de la línea en mohm.
- X: Reactancia de la línea en mohm.
- L: Longitud de la línea en m.
- CR: Coeficiente de resistividad.
- K: Conductividad del metal.
- S: Sección de la línea en mm².
- Xu: Reactancia de la línea, en mohm por metro.
- n: nº de conductores por fase.

$$tmcicc = Cc \cdot S^2 / IpccF^2$$

Siendo:

- tmcicc: Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una Ipcc.
- Cc= Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.
- S: Sección de la línea en mm².
- IpccF: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$tficc = cte.\ fusible / IpccF^2$$

Siendo:

- tficc: tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.
- IpccF: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$Lmax = 0{,}8\ UF /\ \ 2 \cdot IF5 \cdot \sqrt{(1{,}5 / K \cdot S \cdot n)^2 + (Xu / n \cdot 1000)^2}$$

Siendo:

- Lmax: Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)
- UF: Tensión de fase (V)
- K: Conductividad
- S: Sección del conductor (mm²)
- Xu: Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.
- n: nº de conductores por fase
- Ct= 0,8: Es el coeficiente de tensión.
- CR = 1,5: Es el coeficiente de resistencia.
- IF5 = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

Curvas válidas. (Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B.....IMAG = 5 In

CURVA C.....IMAG = 10 In

CURVA D Y MA.....IMAG = 20 In

1.6 FÓRMULAS EMBARRADOS

Cálculo electrodinámico

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

Siendo:

- σmax: Tensión máxima en las pletinas (kg/cm²)
- Ipcc: Intensidad permanente de c.c. (kA)
- L: Separación entre apoyos (cm)
- d: Separación entre pletinas (cm)
- n: nº de pletinas por fase
- Wy: Módulo resistente por pletina eje y-y (cm³)
- σadm: Tensión admisible material (kg/cm²)

Comprobación por solicitación térmica en cortocircuito

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

Siendo:

- Ipcc: Intensidad permanente de c.c. (kA)
- Icccs: Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)
- S: Sección total de las pletinas (mm²)
- tcc: Tiempo de duración del cortocircuito (s)
- Kc: Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

1.7 FÓRMULAS RESISTENCIA TIERRA

Placa enterrada

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

Siendo:

- Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
- r: Resistividad del terreno (Ohm·m)
- P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$Rt = r / L$$

Siendo:

- Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
- r: Resistividad del terreno (Ohm·m)
- L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

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

Siendo:

- Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
- r: Resistividad del terreno (Ohm·m)
- L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

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

Siendo:

- Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
- r: Resistividad del terreno (Ohm·m)
- Lc: Longitud total del conductor (m)
- Lp: Longitud total de las picas (m)
- P: Perímetro de las placas (m)

2 DEMANDA DE POTENCIAS

En este proyecto contemplamos dos instalaciones en baja tensión con suministro eléctrico de la red convencional, concretamente la instalación de Baja Tensión de la Estación de Bombeo prevista.

En ambos casos la demanda energética por parte de todos los equipos de bombeo es totalmente trifásica a 400V, mientras que el resto de receptores son monofásicos a 230V o trifásicos a 400V.

Se realizará reparto equitativo en cuanto a consumo, a la hora de conectar los receptores monofásicos, tratando de conseguir un reparto de cargas lo más equilibrado posible.

A continuación se detalla la potencia total instalada correspondiente a cada instalación.

BOMBA 1		55000 W
BOMBA 2		132000 W
SSAA y AUTO		26847.6 W
	TOTAL....	213847.59 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1497.6
- Potencia Instalada Fuerza (W): 212350
- Potencia Máxima Admisible (kVA): 400

Reparto de Fases - Líneas Monofásicas

- Potencia Fase R (W): 3691.2
- Potencia Fase S (W): 3048.8
- Potencia Fase T (W): 3057.6

SSAA y AUTO	
AL.CUADROS	14.4 W
Interior NO	338.4 W
Interior SE	338.4 W
AL EXT SE	374.4 W
AL EXT NO	374.4 W
EM SE	28.8 W
EM NO	28.8 W
EXTRACCIÓN SE	500 W
EXTRACCIÓN CUADROS	370 W
BASES III	5000 W
BASE II NO	3000 W
BASE II CUADROS	3000 W
RB1	150 W
RB2	150 W
P. GRUA	5000 W
CAUDALIMETRO EB	150 W
CAUDALIMETRO Balsa	150 W
FILTRO W	1750 W
VAL.MOTO. BALSA	750 W
Compuerta toma	736 W
Limpiarrejas	2944 W
FA 24VCC	200 W
AUTÓMATA	1500 W
TOTAL....	26847.6 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1497.6
- Potencia Instalada Fuerza (W): 25350

Todo esto conduce a una potencia instalada de 213,847 kW repartida entre los distintos usos como se refleja en el siguiente cuadro:

USO	**POTENCIA**
Fuerza Bombeo	25,350 kW
Alumbrado Bombeo	1,498 kW
Bombeo	187,000 kW
TOTAL	**213,847 kW**

En el caso de la instalación de la Estación de Bombeo, se considera un factor de simultaneidad de 1 para el alumbrado y 0,8 para fuerza, se considera el funcionamiento simultaneo de las dos bombas, y se añade un 25% de la potencia de la bomba mayor.

Con estas consideraciones, la potencia transportada es la siguiente: 204,377 kW. En caso de considerar el 100% de la potencia instalada, 213,847 kW

Tomando un factor de potencia de 0,9 (razonable en estas instalaciones), para la potencia transportada indicada con anterioridad, se obtiene la siguiente potencia aparente: 227,086 kVA. En caso del 100% de la potencia, este valor se incrementa hasta los 237,608 kVA.

Para ello se dispondrá de un trafo de 400 kVA de 13,2/0,40 kV.

3 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Para los cálculos eléctricos se tomarán como base las condiciones más desfavorables, las cuales provocarán mayores caídas de tensión, obviándose el resto de los cálculos por entender que si cumplen unas, las demás también se ajustan a los criterios de funcionalidad establecidos.

De acuerdo con la ITC-BT-19 del R.E.B.T., en su apartado 2.2.2., la sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 4,5% de la tensión nominal en el origen de la instalación para alumbrado (siendo 1,5% la caída de tensión permitida por la acometida y un 3% la de la instalación interior), y del 6,5% para los demás usos (siendo 1,5% la caída de tensión permitida por la acometida y un 5% la de la instalación interior). Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

3.1 CÁLCULO DE LA LÍNEA: TRAFO

- Potencia nominal: 400 kVA
- Indice carga c: 0.67
- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 80 m; Cos φ_R : 1; Cos φ_S : 1; Cos φ_T : 1; Xu(mΩ/m): 0.1;

- Potencias: P(w): 264738.12 Q(var): 20435.1
- Intensidades fasores: IR = 383.96-30.25i; IS = -214.82-316.12i; IT = -164.41+345.27i; IN = 4.73-1.1i
- Intensidades valor eficaz: IR = 385.15; IS = 382.2; IT = 382.41; IN = 4.86

Calentamiento:
Intensidad(A)_R: 577.35
Se eligen conductores Unipolares 3(3x150/70)mm²Al
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-Al Eca
I.ad. a 25°C (Fc=1) 603 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 3(180) mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 51.52; S = 51.11; T = 51.14; N = 25.01
e(parcial):
  Simple: RN = 2.31 V, 1%; SN = 2.2 V, 0.95%; TN = 2.21 V, 0.96%;
  Compuesta: RS = 3.88 V, 0.97%; ST = 3.87 V, 0.97%; TR = 3.88 V, 0.97%;
e(total):
  Simple: **RN = 2.31 V, 1%**; SN = 2.2 V, 0.95%; TN = 2.21 V, 0.96%;
  Compuesta: RS = 3.88 V, 0.97%; ST = 3.87 V, 0.97%; TR = 3.88 V, 0.97%;

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

3.2 CÁLCULO DE LA LÍNEA: VARIADOR B1

- Potencia nominal: 79 kVA
- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 6 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencias: P(w): 79000 Q(var): 0
- Intensidades fasores: IR = 114.03; IS = -57.01-98.75i; IT = -57.01+98.75i; IN = 0
- Intensidades valor eficaz: IR = 114.03; IS = 114.03; IT = 114.03; IN = 0

Calentamiento:
Intensidad(A)_R: 114.03
Se eligen conductores Unipolares 3x35+TTx16mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 133 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 76.75; S = 76.75; T = 76.75; N = 40
e(parcial):
  Simple: RN = 0.41 V, 0.18%; SN = 0.41 V, 0.18%; TN = 0.41 V, 0.18%;
  Compuesta: RS = 0.71 V, 0.18%; ST = 0.71 V, 0.18%; TR = 0.71 V, 0.18%;
e(total):
  Simple: **RN = 2.72 V, 1.18% ADMIS (6.5% MAX.)**; SN = 2.61 V, 1.13%; TN = 2.62 V, 1.13%;
  Compuesta: RS = 4.59 V, 1.15%; ST = 4.59 V, 1.15%; TR = 4.6 V, 1.15%;

Prot. Térmica:
I. Aut./Tri. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 124 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

3.2.1 CÁLCULO DE LA LÍNEA: BOMBA 1

- Potencia nominal: 55000 W
- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 11 m; Cos φ: 0.85; Xu(mΩ/m): 0; r: 1

- Potencias: P(w): 55000 Q(var): 34085.94
- Intensidades fasores: IR = 79.39-49.2i; IS = -82.3-44.15i; IT = 2.91+93.35i; IN = 0
- Intensidades valor eficaz: IR = 93.39; IS = 93.39; IT = 93.39; IN = 0

Calentamiento:
Intensidad(A)_R: 116.74
Se eligen conductores Unipolares 3x35+TTx16mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 25°C (Fc=1) 117 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 90 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 66.42; S = 66.42; T = 66.42; N = 25
e(parcial):
Simple: RN = 0.51 V, 0.22%; SN = 0.51 V, 0.22%; TN = 0.51 V, 0.22%;
Compuesta: RS = 0.88 V, 0.22%; ST = 0.88 V, 0.22%; TR = 0.88 V, 0.22%;
e(total):
Simple: **RN = 0.51 V, 0.22% ADMIS (5% MAX.)**; SN = 0.51 V, 0.22%; TN = 0.51 V, 0.22%;
Compuesta: RS = 0.88 V, 0.22%; ST = 0.88 V, 0.22%; TR = 0.88 V, 0.22%;

Protecciones a sobrecargas y c.c. integradas en variador

3.3 CÁLCULO DE LA LÍNEA: VARIADOR B2

- Potencia nominal: 157.3 kVA
- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 9 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencias: P(w): 157300 Q(var): 0
- Intensidades fasores: IR = 227.04; IS = -113.52-196.62i; IT = -113.52+196.62i; IN = 0
- Intensidades valor eficaz: IR = 227.04; IS = 227.04; IT = 227.04; IN = 0

Calentamiento:
Intensidad(A)_R: 227.04
Se eligen conductores Unipolares 3x95+TTx50mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 252 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 80.59; S = 80.59; T = 80.59; N = 40
e(parcial):
Simple: RN = 0.46 V, 0.2%; SN = 0.46 V, 0.2%; TN = 0.46 V, 0.2%;
Compuesta: RS = 0.8 V, 0.2%; ST = 0.8 V, 0.2%; TR = 0.8 V, 0.2%;
e(total):
Simple: **RN = 2.77 V, 1.2% ADMIS (6.5% MAX.)**; SN = 2.66 V, 1.15%; TN = 2.67 V, 1.16%;
Compuesta: RS = 4.67 V, 1.17%; ST = 4.67 V, 1.17%; TR = 4.68 V, 1.17%;

Prot. Térmica:
I. Aut./Tri. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 240 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

3.3.1 CÁLCULO DE LA LÍNEA: BOMBA 2

- Potencia nominal: 132000 W
- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.

- Longitud: 16 m; Cos φ: 0.85; Xu(mΩ/m): 0; r: 1

- Potencias: P(w): 132000 Q(var): 81806.25
- Intensidades fasores: IR = 190.53-118.08i; IS = -197.52-105.96i; IT = 7+224.04i; IN = 0
- Intensidades valor eficaz: IR = 224.15; IS = 224.15; IT = 224.15; IN = 0

Calentamiento:
Intensidad(A)_R: 280.18
Se eligen conductores Unipolares 3x185+TTx95mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 25°C (Fc=1) 291 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 180 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 63.57; S = 63.57; T = 63.57; N = 25
e(parcial):
Simple: RN = 0.33 V, 0.14%; SN = 0.33 V, 0.14%; TN = 0.33 V, 0.14%;
Compuesta: RS = 0.58 V, 0.14%; ST = 0.58 V, 0.14%; TR = 0.58 V, 0.14%;
e(total):
Simple: **RN = 0.33 V, 0.14% ADMIS (5% MAX.)**; SN = 0.33 V, 0.14%; TN = 0.33 V, 0.14%;
Compuesta: RS = 0.58 V, 0.14%; ST = 0.58 V, 0.14%; TR = 0.58 V, 0.14%;

Protecciones a sobrecargas y c.c. integradas en variador

3.4 CÁLCULO DE LA LÍNEA: SSAA Y AUTO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 2 m; Cos φ_R : 0.82; Cos φ_S : 0.82; Cos φ_T : 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Coeficiente de simultaneidad: R = 1; S = 1; T = 1;

- Potencias: P(w): 28438.12 Q(var): 20435.1
- Intensidades fasores: IR = 42.89-30.25i; IS = -44.28-20.74i; IT = 6.13+49.89i; IN = 4.73-1.1i
- Intensidades valor eficaz: IR = 52.49; IS = 48.9; IT = 50.27; IN = 4.86

Calentamiento:
Intensidad(A)_R: 53.47
Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 63 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 74.7; S = 70.13; T = 71.83; N = 40.3
e(parcial):
Simple: RN = 0.2 V, 0.09%; SN = 0.16 V, 0.07%; TN = 0.15 V, 0.07%;
Compuesta: RS = 0.29 V, 0.07%; ST = 0.29 V, 0.07%; TR = 0.3 V, 0.08%;
e(total):
Simple: **RN = 2.51 V, 1.09%**; SN = 2.36 V, 1.02%; TN = 2.36 V, 1.02%;
Compuesta: RS = 4.17 V, 1.04%; ST = 4.17 V, 1.04%; TR = 4.18 V, 1.05%;

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

3.4.1 CÁLCULO DE LA LÍNEA: ALUMBRADO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ_R : 1; Cos φ_S : 1; Cos φ_T : 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Coeficiente de simultaneidad: R = 1; S = 1; T = 1;
- Potencias: P(w): 1440 Q(var): 0
- Intensidades fasores: IR = 2.99; IS = -1.62-2.81i; IT = 0; IN = 1.37-2.81i
- Intensidades valor eficaz: IR = 2.99; IS = 3.24; IT = 0; IN = 3.13

Calentamiento:
Intensidad(A)_S: 3.24
Se eligen conductores Unipolares 4x1.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 41.12; S = 41.31; T = 40; N = 41.22
e(parcial):
Simple: RN = 0.02 V, 0.01%; SN = 0.02 V, 0.01%; TN = -0.01 V, -0.01%;
Compuesta: RS = 0.02 V, 0.01%; ST = 0.01 V, 0%; TR = 0.01 V, 0%;
e(total):
Simple: **RN = 2.52 V, 1.09%**; SN = 2.38 V, 1.03%; TN = 2.35 V, 1.02%;
Compuesta: RS = 4.19 V, 1.05%; ST = 4.18 V, 1.04%; TR = 4.19 V, 1.05%;

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

3.4.1.1 CÁLCULO DE LA LÍNEA: AL BOMBEO

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Coeficiente de simultaneidad: 1
- Potencias: P(w): 691.2 Q(var): 0
- Intensidades fasores: IR = 2.99; IS = 0; IT = 0; IN = 2.99
- Intensidades valor eficaz: IR = 2.99; IS = 0; IT = 0; IN = 2.99

Calentamiento:
Intensidad(A)_R: 2.99
Se eligen conductores Unipolares 2x1.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 41.02; S = 40; T = 40; N = 41.02
e(parcial): RN = 0.02 V, 0.01%;
e(total): **RN = 2.54 V, 1.1%**;

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

3.4.1.2 CÁLCULO DE LA LÍNEA: AL.CUADROS

- Potencia nominal: 8 W
- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 7 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencias: P(w): 14.4 Q(var): 0
- Intensidades fasores: IR = 0.06; IS = 0; IT = 0; IN = 0.06
- Intensidades valor eficaz: IR = 0.06; IS = 0; IT = 0; IN = 0.06

Calentamiento:
Intensidad(A)_R: 0.06
Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): R = 40; S = 40; T = 40; N = 40
e(parcial): RN = 0.01 V, 0%;
e(total): **RN = 2.56 V, 1.11% ADMIS (4.5% MAX.)**;

3.4.1.3 CÁLCULO DE LA LÍNEA: INTERIOR NO

- Potencia nominal: 188 W
- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 31 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencias: P(w): 338.4 Q(var): 0
- Intensidades fasores: IR = 1.47; IS = 0; IT = 0; IN = 1.47
- Intensidades valor eficaz: IR = 1.47; IS = 0; IT = 0; IN = 1.47

Calentamiento:
Intensidad(A)_R: 1.47
Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=0.7) 14.7 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: SSAA Oeste). Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 40.5; S = 40; T = 40; N = 40.5
e(parcial): RN = 1.13 V, 0.49%;
e(total): **RN = 3.67 V, 1.59% ADMIS (4.5% MAX.)**;

3.4.1.4 CÁLCULO DE LA LÍNEA: INTERIOR SE

- Potencia nominal: 188 W
- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 35 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencias: P(w): 338.4 Q(var): 0
- Intensidades fasores: IR = 1.47; IS = 0; IT = 0; IN = 1.47
- Intensidades valor eficaz: IR = 1.47; IS = 0; IT = 0; IN = 1.47

Calentamiento:
Intensidad(A)_R: 1.47
Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=0.7) 14.7 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: SSAA Este). Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 40.5; S = 40; T = 40; N = 40.5
e(parcial): RN = 1.27 V, 0.55%;
e(total): **RN = 3.82 V, 1.65% ADMIS (4.5% MAX.)**;

3.4.1.5 CÁLCULO DE LA LÍNEA: AL EXTERIOR

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Coeficiente de simultaneidad: 1
- Potencias: P(w): 748.8 Q(var): 0
- Intensidades fasores: IR = 0; IS = -1.62-2.81i; IT = 0; IN = -1.62-2.81i
- Intensidades valor eficaz: IR = 0; IS = 3.24; IT = 0; IN = 3.24

Calentamiento:
Intensidad(A)_S: 3.24

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 40; S = 41.19; T = 40; N = 41.19
e(parcial): SN = 0.02 V, 0.01%;
e(total): **SN = 2.4 V, 1.04%**;

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

3.4.1.6 CÁLCULO DE LA LÍNEA: AL EXT SE

- Potencia nominal: 208 W
- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 32.6 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencias: P(w): 374.4 Q(var): 0
- Intensidades fasores: IR = 0; IS = -0.81-1.4i; IT = 0; IN = -0.81-1.4i
- Intensidades valor eficaz: IR = 0; IS = 1.62; IT = 0; IN = 1.62

Calentamiento:
Intensidad(A)_S: 1.62
Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=0.7) 14.7 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: SSAA Este). Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 40; S = 40.61; T = 40; N = 40.61
e(parcial): SN = 1.31 V, 0.57%;
e(total): **SN = 3.72 V, 1.61% ADMIS (4.5% MAX.)**;

3.4.1.7 CÁLCULO DE LA LÍNEA: AL EXT NO

- Potencia nominal: 208 W
- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 21 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencias: P(w): 374.4 Q(var): 0
- Intensidades fasores: IR = 0; IS = -0.81-1.4i; IT = 0; IN = -0.81-1.4i
- Intensidades valor eficaz: IR = 0; IS = 1.62; IT = 0; IN = 1.62

Calentamiento:
Intensidad(A)_S: 1.62
Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=0.7) 14.7 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: SSAA Oeste). Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 40; S = 40.61; T = 40; N = 40.61
e(parcial): SN = 0.85 V, 0.37%;
e(total): **SN = 3.25 V, 1.41% ADMIS (4.5% MAX.)**;

3.4.2 CÁLCULO DE LA LÍNEA: AL EMERGENCIA

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Coeficiente de simultaneidad: 1
- Potencias: P(w): 57.6 Q(var): 0

- Intensidades fasores: IR = 0; IS = 0; IT = -0.12+0.22i; IN = -0.12+0.22i
- Intensidades valor eficaz: IR = 0; IS = 0; IT = 0.25; IN = 0.25

Calentamiento:
Intensidad(A)_T: 0.25
Se eligen conductores Unipolares 2x1.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 40; S = 40; T = 40.01; N = 40.01
e(parcial): TN = 0 V, 0%;
e(total): **TN = 2.36 V, 1.02%**;

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

3.4.2.1 CÁLCULO DE LA LÍNEA: EM SE

- Potencia nominal: 16 W
- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 32.6 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencias: P(w): 28.8 Q(var): 0
- Intensidades fasores: IR = 0; IS = 0; IT = -0.06+0.11i; IN = -0.06+0.11i
- Intensidades valor eficaz: IR = 0; IS = 0; IT = 0.12; IN = 0.12

Calentamiento:
Intensidad(A)_T: 0.12
Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: SSAA Este). Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 40; S = 40; T = 40; N = 40
e(parcial): TN = 0.1 V, 0.04%;
e(total): **TN = 2.47 V, 1.07% ADMIS (4.5% MAX.)**;

3.4.2.2 CÁLCULO DE LA LÍNEA: EM NO

- Potencia nominal: 16 W
- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 21 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencias: P(w): 28.8 Q(var): 0
- Intensidades fasores: IR = 0; IS = 0; IT = -0.06+0.11i; IN = -0.06+0.11i
- Intensidades valor eficaz: IR = 0; IS = 0; IT = 0.12; IN = 0.12

Calentamiento:
Intensidad(A)_T: 0.12
Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: SSAA Oeste). Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 40; S = 40; T = 40; N = 40
e(parcial): TN = 0.06 V, 0.03%;
e(total): **TN = 2.43 V, 1.05% ADMIS (4.5% MAX.)**;

3.4.3 CÁLCULO DE LA LÍNEA: EXTRACCIÓN

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ_R : 0.76; Cos φ_S : 0.76; Cos φ_T : 0.76; Xu(mΩ/m): 0;

- Coeficiente de simultaneidad: R = 1; S = 1; T = 1;
- Potencias: P(w): 1047.2 Q(var): 901.22
- Intensidades fasores: IR = 1.51-1.3i; IS = -1.88-0.66i; IT = 0.37+1.96i; IN = 0
- Intensidades valor eficaz: IR = 1.99; IS = 1.99; IT = 1.99; IN = 0

Calentamiento:
Intensidad(A)_R: 2.33
Se eligen conductores Unipolares 4x4mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 40.15; S = 40.15; T = 40.15; N = 40
e(parcial):
Simple: RN = 0 V, 0%; SN = 0 V, 0%; TN = 0 V, 0%;
Compuesta: RS = 0 V, 0%; ST = 0 V, 0%; TR = 0 V, 0%;
e(total):
Simple: **RN = 2.51 V, 1.09%**; SN = 2.36 V, 1.02%; TN = 2.37 V, 1.02%;
Compuesta: RS = 4.18 V, 1.04%; ST = 4.17 V, 1.04%; TR = 4.19 V, 1.05%;

Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

3.4.3.1 CÁLCULO DE LA LÍNEA: EXTRACCIÓN SE

- Potencia nominal: 500 W
- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 28.6 m; Cos φ: 0.74; Xu(mΩ/m): 0; r: 0.74

- Potencias: P(w): 677.2 Q(var): 623.72
- Intensidades fasores: IR = 0.98-0.9i; IS = -1.27-0.4i; IT = 0.29+1.3i; IN = 0
- Intensidades valor eficaz: IR = 1.33; IS = 1.33; IT = 1.33; IN = 0

Calentamiento:
Intensidad(A)_R: 1.66
Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=0.7) 18.9 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: SSAA Este). Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 40.25; S = 40.25; T = 40.25; N = 40
e(parcial):
Simple: RN = 0.21 V, 0.09%; SN = 0.21 V, 0.09%; TN = 0.21 V, 0.09%;
Compuesta: RS = 0.36 V, 0.09%; ST = 0.36 V, 0.09%; TR = 0.36 V, 0.09%;
e(total):
Simple: **RN = 2.72 V, 1.18% ADMIS (6.5% MAX.)**; SN = 2.57 V, 1.11%; TN = 2.57 V, 1.11%;
Compuesta: RS = 4.54 V, 1.13%; ST = 4.53 V, 1.13%; TR = 4.55 V, 1.14%;

Prot. Térmica:
I. Mag. Tripolar Int. 16 A.
Elemento de Maniobra:
Contactor Tripolar In: 16 A.

3.4.3.2 CÁLCULO DE LA LÍNEA: EXTRACCIÓN CUADROS

- Potencia nominal: 370 W
- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 9 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; r: 1

- Potencias: P(w): 370 Q(var): 277.5
- Intensidades fasores: IR = 0.53-0.4i; IS = -0.61-0.26i; IT = 0.08+0.66i; IN = 0
- Intensidades valor eficaz: IR = 0.67; IS = 0.67; IT = 0.67; IN = 0

Calentamiento:
Intensidad(A)_R: 0.83
Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 40.04; S = 40.04; T = 40.04; N = 40
e(parcial):
Simple: RN = 0.04 V, 0.02%; SN = 0.04 V, 0.02%; TN = 0.04 V, 0.02%;
Compuesta: RS = 0.06 V, 0.02%; ST = 0.06 V, 0.02%; TR = 0.06 V, 0.02%;
e(total):
Simple: **RN = 2.54 V, 1.1% ADMIS (6.5% MAX.)**; SN = 2.4 V, 1.04%; TN = 2.4 V, 1.04%;
Compuesta: RS = 4.24 V, 1.06%; ST = 4.23 V, 1.06%; TR = 4.25 V, 1.06%;

Prot. Térmica:
I. Mag. Tripolar Int. 16 A.
Elemento de Maniobra:
Contactor Tripolar In: 16 A.

3.4.4 CÁLCULO DE LA LÍNEA: BASES III

- Potencia nominal: 5000 W
- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 19 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencias: P(w): 5000 Q(var): 3750
- Intensidades fasores: IR = 7.22-5.41i; IS = -8.3-3.54i; IT = 1.08+8.96i; IN = 0
- Intensidades valor eficaz: IR = 9.02; IS = 9.02; IT = 9.02; IN = 0

Calentamiento:
Intensidad(A)_R: 9.02
Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 47.06; S = 47.06; T = 47.06; N = 40
e(parcial):
Simple: RN = 1.05 V, 0.45%; SN = 1.05 V, 0.45%; TN = 1.05 V, 0.45%;
Compuesta: RS = 1.81 V, 0.45%; ST = 1.81 V, 0.45%; TR = 1.81 V, 0.45%;
e(total):
Simple: **RN = 3.55 V, 1.54% ADMIS (6.5% MAX.)**; SN = 3.41 V, 1.48%; TN = 3.41 V, 1.48%;
Compuesta: RS = 5.99 V, 1.5%; ST = 5.98 V, 1.49%; TR = 6 V, 1.5%;

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

3.4.5 CÁLCULO DE LA LÍNEA: BASES MONO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ_R : 0.8; Cos φ_S : 1; Cos φ_T : 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Coeficiente de simultaneidad: R = 1; S = 1; T = 1;
- Potencias: P(w): 6000 Q(var): 4500
- Intensidades fasores: IR = 12.99-9.74i; IS = 0; IT = 1.94+16.12i; IN = 14.93+6.38i
- Intensidades valor eficaz: IR = 16.24; IS = 0; IT = 16.24; IN = 16.24

Calentamiento:
Intensidad(A)_R: 16.24
Se eligen conductores Unipolares 4x1.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 72.96; S = 40; T = 72.96; N = 72.96
e(parcial):
Simple: RN = 0.12 V, 0.05%; SN = -0.05 V, -0.02%; TN = 0.05 V, 0.02%;
Compuesta: RS = 0.03 V, 0.01%; ST = 0.07 V, 0.02%; TR = 0.09 V, 0.02%;
e(total):
Simple: **RN = 2.62 V, 1.14%**; SN = 2.31 V, 1%; TN = 2.41 V, 1.04%;
Compuesta: RS = 4.2 V, 1.05%; ST = 4.23 V, 1.06%; TR = 4.28 V, 1.07%;

Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

3.4.5.1 CÁLCULO DE LA LÍNEA: BASE II NO

- Potencia nominal: 3000 W
- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 18 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencias: P(w): 3000 Q(var): 2250
- Intensidades fasores: IR = 0; IS = 0; IT = 1.94+16.12i; IN = 1.94+16.12i
- Intensidades valor eficaz: IR = 0; IS = 0; IT = 16.24; IN = 16.24

Calentamiento:
Intensidad(A)_T: 16.24
Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=0.8) 22.4 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 40; S = 40; T = 66.27; N = 66.27
e(parcial): TN = 3.8 V, 1.65%;
e(total): **TN = 6.21 V, 2.69% ADMIS (6.5% MAX.)**;

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

3.4.5.2 CÁLCULO DE LA LÍNEA: BASE II CUADROS

- Potencia nominal: 3000 W
- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 9 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencias: P(w): 3000 Q(var): 2250
- Intensidades fasores: IR = 12.99-9.74i; IS = 0; IT = 0; IN = 12.99-9.74i
- Intensidades valor eficaz: IR = 16.24; IS = 0; IT = 0; IN = 16.24

Calentamiento:
Intensidad(A)_R: 16.24
Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): R = 56.82; S = 40; T = 40; N = 56.82

e(parcial): RN = 1.85 V, 0.8%;

e(total): **RN = 4.47 V, 1.93% ADMIS (6.5% MAX.)**;

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

3.4.6 CÁLCULO DE LA LÍNEA: RESIST CALDEO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ_R : 1; Cos φ_S : 0.8; Cos φ_T : 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Coeficiente de simultaneidad: R = 1; S = 1; T = 1;
- Potencias: P(w): 300 Q(var): 225
- Intensidades fasores: IR = 0; IS = -1.49-0.64i; IT = 0; IN = -1.49-0.64i
- Intensidades valor eficaz: IR = 0; IS = 1.62; IT = 0; IN = 1.62

Calentamiento:

Intensidad(A)_S: 1.62

Se eligen conductores Unipolares 4x4mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): R = 40; S = 40.1; T = 40; N = 40.1

e(parcial):

Simple: RN = 0 V, 0%; SN = 0 V, 0%; TN = 0 V, 0%;

Compuesta: RS = 0 V, 0%; ST = 0 V, 0%; TR = 0 V, 0%;

e(total):

Simple: **RN = 2.5 V, 1.08%**; SN = 2.36 V, 1.02%; TN = 2.36 V, 1.02%;

Compuesta: RS = 4.18 V, 1.04%; ST = 4.17 V, 1.04%; TR = 4.18 V, 1.05%;

Protección diferencial:

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

3.4.6.1 CÁLCULO DE LA LÍNEA: RB1

- Potencia nominal: 150 W
- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 11 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencias: P(w): 150 Q(var): 112.5
- Intensidades fasores: IR = 0; IS = -0.75-0.32i; IT = 0; IN = -0.75-0.32i
- Intensidades valor eficaz: IR = 0; IS = 0.81; IT = 0; IN = 0.81

Calentamiento:

Intensidad(A)_S: 0.81

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

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

I.ad. a 25°C (Fc=0.65) 20.8 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): R = 25; S = 25.1; T = 25; N = 25.1

e(parcial): SN = 0.1 V, 0.04%;

e(total): **SN = 2.47 V, 1.07% ADMIS (6.5% MAX.)**;

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 16 A.

3.4.6.2 CÁLCULO DE LA LÍNEA: RB2

- Potencia nominal: 150 W
- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 16 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencias: P(w): 150 Q(var): 112.5
- Intensidades fasores: IR = 0; IS = -0.75-0.32i; IT = 0; IN = -0.75-0.32i
- Intensidades valor eficaz: IR = 0; IS = 0.81; IT = 0; IN = 0.81

Calentamiento:
Intensidad(A)_S: 0.81
Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 25°C (Fc=0.65) 20.8 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 25; S = 25.1; T = 25; N = 25.1
e(parcial): SN = 0.15 V, 0.06%;
e(total): **SN = 2.51 V, 1.09% ADMIS (6.5% MAX.)**;

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.
Elemento de Maniobra:
Contactor Bipolar In: 16 A.

3.4.7 CÁLCULO DE LA LÍNEA: P. GRUA

- Potencia nominal: 5000 W
- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 18 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; r: 1

- Potencias: P(w): 5000 Q(var): 3750
- Intensidades fasores: IR = 7.22-5.41i; IS = -8.3-3.54i; IT = 1.08+8.96i; IN = 0
- Intensidades valor eficaz: IR = 9.02; IS = 9.02; IT = 9.02; IN = 0

Calentamiento:
Intensidad(A)_R: 11.28
Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: SSAA Este). Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 45.58; S = 45.58; T = 45.58; N = 40
e(parcial):
Simple: RN = 0.99 V, 0.43%; SN = 0.99 V, 0.43%; TN = 0.99 V, 0.43%;
Compuesta: RS = 1.71 V, 0.43%; ST = 1.71 V, 0.43%; TR = 1.71 V, 0.43%;
e(total):
Simple: **RN = 3.49 V, 1.51% ADMIS (6.5% MAX.)**; SN = 3.35 V, 1.45%; TN = 3.35 V, 1.45%;
Compuesta: RS = 5.88 V, 1.47%; ST = 5.88 V, 1.47%; TR = 5.89 V, 1.47%;

Prot. Térmica:
I. Mag. Tripolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

3.4.8 CÁLCULO DE LA LÍNEA: CAUDALIMETRO EB

- Potencia nominal: 150 W
- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.

- Longitud: 18.5 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencias: P(w): 150 Q(var): 112.5
- Intensidades fasores: IR = 0; IS = -0.75-0.32i; IT = 0; IN = -0.75-0.32i
- Intensidades valor eficaz: IR = 0; IS = 0.81; IT = 0; IN = 0.81

Calentamiento:
Intensidad(A)_S: 0.81
Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 25°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 25; S = 25.04; T = 25; N = 25.04
e(parcial): SN = 0.17 V, 0.07%;
e(total): **SN = 2.53 V, 1.1% ADMIS (6.5% MAX.)**;

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

3.4.9 CÁLCULO DE LA LÍNEA: CAUDALIMETRO BALSA

- Potencia nominal: 150 W
- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 112 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencias: P(w): 150 Q(var): 112.5
- Intensidades fasores: IR = 0; IS = -0.75-0.32i; IT = 0; IN = -0.75-0.32i
- Intensidades valor eficaz: IR = 0; IS = 0.81; IT = 0; IN = 0.81

Calentamiento:
Intensidad(A)_S: 0.81
Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 25.6 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 25; S = 25.07; T = 25; N = 25.07
e(parcial): SN = 1.02 V, 0.44%;
e(total): **SN = 3.39 V, 1.47% ADMIS (6.5% MAX.)**;

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

3.4.10 CÁLCULO DE LA LÍNEA: FILTRO W

- Potencia nominal: 1750 W
- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 112 m; Cos φ: 0.79; Xu(mΩ/m): 0; r: 0.81

- Potencias: P(w): 2154.79 Q(var): 1688.4
- Intensidades fasores: IR = 3.11-2.44i; IS = -3.67-1.47i; IT = 0.56+3.91i; IN = 0
- Intensidades valor eficaz: IR = 3.95; IS = 3.95; IT = 3.95; IN = 0

Calentamiento:
Intensidad(A)_R: 4.94
Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 25°C (Fc=0.65) 17.55 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 28.29; S = 28.29; T = 28.29; N = 25
e(parcial):
Simple: RN = 2.48 V, 1.07%; SN = 2.48 V, 1.07%; TN = 2.48 V, 1.07%;
Compuesta: RS = 4.29 V, 1.07%; ST = 4.29 V, 1.07%; TR = 4.29 V, 1.07%;
e(total):
Simple: **RN = 4.98 V, 2.16% ADMIS (6.5% MAX.)**; SN = 4.84 V, 2.1%; TN = 4.84 V, 2.1%;
Compuesta: RS = 8.47 V, 2.12%; ST = 8.46 V, 2.11%; TR = 8.48 V, 2.12%;

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

3.4.11 CÁLCULO DE LA LÍNEA: VAL.MOTO. BALSA

- Potencia nominal: 750 W
- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 125 m; Cos φ: 0.76; Xu(mΩ/m): 0; r: 0.76

- Potencias: P(w): 982.96 Q(var): 840.59
- Intensidades fasores: IR = 1.42-1.21i; IS = -1.76-0.62i; IT = 0.34+1.84i; IN = 0
- Intensidades valor eficaz: IR = 1.87; IS = 1.87; IT = 1.87; IN = 0

Calentamiento:
Intensidad(A)_R: 2.33
Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 25°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 25.31; S = 25.31; T = 25.31; N = 25
e(parcial):
Simple: RN = 1.25 V, 0.54%; SN = 1.25 V, 0.54%; TN = 1.25 V, 0.54%;
Compuesta: RS = 2.16 V, 0.54%; ST = 2.16 V, 0.54%; TR = 2.16 V, 0.54%;
e(total):
Simple: **RN = 3.76 V, 1.63% ADMIS (6.5% MAX.)**; SN = 3.61 V, 1.56%; TN = 3.61 V, 1.56%;
Compuesta: RS = 6.34 V, 1.58%; ST = 6.33 V, 1.58%; TR = 6.35 V, 1.59%;

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

3.4.12 CÁLCULO DE LA LÍNEA: COMPUERTA TOMA

- Potencia nominal: 736 W
- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 460 m; Cos φ: 0.76; Xu(mΩ/m): 0; r: 0.76

- Potencias: P(w): 965.77 Q(var): 831.29
- Intensidades fasores: IR = 1.39-1.2i; IS = -1.74-0.61i; IT = 0.34+1.81i; IN = 0
- Intensidades valor eficaz: IR = 1.84; IS = 1.84; IT = 1.84; IN = 0

Calentamiento:
Intensidad(A)_R: 2.3
Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 21.6 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): R = 25.47; S = 25.47; T = 25.47; N = 25

e(parcial):

Simple: RN = 4.5 V, 1.95%; SN = 4.5 V, 1.95%; TN = 4.49 V, 1.95%;

Compuesta: RS = 7.79 V, 1.95%; ST = 7.79 V, 1.95%; TR = 7.79 V, 1.95%;

e(total):

Simple: **RN = 7 V, 3.03% ADMIS (6.5% MAX.)**; SN = 6.86 V, 2.97%; TN = 6.86 V, 2.97%;

Compuesta: RS = 11.96 V, 2.99%; ST = 11.95 V, 2.99%; TR = 11.97 V, 2.99%;

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

3.4.13 CÁLCULO DE LA LÍNEA: LIMPIARREJAS

- Potencia nominal: 2944 W
- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 460 m; Cos φ: 0.82; Xu(mΩ/m): 0; r: 0.84

- Potencias: P(w): 3489.81 Q(var): 2448.59
- Intensidades fasores: IR = 5.04-3.53i; IS = -5.58-2.6i; IT = 0.54+6.13i; IN = 0
- Intensidades valor eficaz: IR = 6.15; IS = 6.15; IT = 6.15; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)_R: 7.69

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm²Cu

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

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 28 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): R = 28.14; S = 28.14; T = 28.14; N = 25

e(parcial):

Simple: RN = 10.21 V, 4.42%; SN = 10.21 V, 4.42%; TN = 10.21 V, 4.42%;

Compuesta: RS = 17.69 V, 4.42%; ST = 17.69 V, 4.42%; TR = 17.69 V, 4.42%;

e(total):

Simple: **RN = 12.72 V, 5.51% ADMIS (6.5% MAX.)**; SN = 12.57 V, 5.44%; TN = 12.57 V, 5.44%;

Compuesta: RS = 21.86 V, 5.46%; ST = 21.85 V, 5.46%; TR = 21.87 V, 5.47%;

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

3.4.14 CÁLCULO DE LA LÍNEA: LINEA AUTOMATISMOS

- Potencia nominal: 2.2 kVA
- Indice carga c: 0.97
- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 2 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencias: P(w): 1700 Q(var): 1275
- Intensidades fasores: IR = 0; IS = -8.46-3.61i; IT = 0; IN = -8.46-3.61i
- Intensidades valor eficaz: IR = 0; IS = 9.2; IT = 0; IN = 9.2

Calentamiento:

Intensidad(A)_S: 9.2

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): R = 40; S = 49.6; T = 40; N = 49.6

e(parcial): SN = 0.38 V, 0.16%;
e(total): **SN = 2.74 V, 1.19%**;

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

SISTEMA ALIMENTACION ININTERRUMPIDA
LINEA AUTOMATISMOS

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

FA 24VCC	200 W
AUTÓMATA	1500 W
TOTAL....	1700 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 1700

3.4.14.1 CÁLCULO DE LA LÍNEA: FA 24VCC

- Potencia nominal: 200 W
- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 30 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencias: P(w): 200 Q(var): 150
- Intensidades fasores: IR = 0; IS = -1-0.43i; IT = 0; IN = -1-0.43i
- Intensidades valor eficaz: IR = 0; IS = 1.08; IT = 0; IN = 1.08

Calentamiento:
Intensidad(A)_S: 1.08
Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 40; S = 40.07; T = 40; N = 40.07
e(parcial): SN = 0.39 V, 0.17%;
e(total): **SN = 3.13 V, 1.35% ADMIS (6.5% MAX.)**;

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

3.4.14.2 CÁLCULO DE LA LÍNEA: AUTÓMATA

- Potencia nominal: 1500 W
- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 2 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencias: P(w): 1500 Q(var): 1125
- Intensidades fasores: IR = 0; IS = -7.47-3.19i; IT = 0; IN = -7.47-3.19i
- Intensidades valor eficaz: IR = 0; IS = 8.12; IT = 0; IN = 8.12

Calentamiento:
Intensidad(A)_S: 8.12
Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): R = 40; S = 43.66; T = 40; N = 43.66
e(parcial): SN = 0.2 V, 0.08%;
e(total): **SN = 2.94 V, 1.27% ADMIS (6.5% MAX.)**;

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

4 CALCULO DE EMBARRADOS

4.1 CALCULO DE EMBARRADO SSAA Y AUTO

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 150
- Ancho (mm): 30
- Espesor (mm): 5
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm^3,cm^4) : 0.75, 1.125, 0.125, 0.031
- I. admisible del embarrado (A): 400

a) Cálculo electrodinámico

$\sigma max = Ipcc^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot Wy \cdot n) = 11.04^2 \cdot 25^2 /(60 \cdot 10 \cdot 0.125 \cdot 1) = 1016.137 <=$ 1200 kg/cm² Cu

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

Ical = 53.47 A

Iadm = 400 A

c) Comprobación por solicitación térmica en cortocircuito

Ipcc = 11.04 kA

$Icccs = Kc \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{tcc}) = 164 \cdot 150 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 34.79$ kA

4.2 CALCULO DE EMBARRADO DESCARGA DIRECTA TRAFOS

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 2
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 100
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 5
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm^3,cm^4) : 0.333, 0.333, 0.083, 0.0208
- I. admisible del embarrado (A): 495

a) Cálculo electrodinámico

$\sigma max = Ipcc^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot Wy \cdot n) = 12.08^2 \cdot 25^2 /(60 \cdot 10 \cdot 0.083 \cdot 2) = 915.169 <=$ 1200 kg/cm² Cu

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

Ical = 385.97 A

Iadm = 495 A

c) Comprobación por solicitación térmica en cortocircuito

Ipcc = 12.08 kA

$Icccs = Kc \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{tcc}) = 164 \cdot 100 \cdot 2 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 46.39$ kA

5 TABLAS DE RESULTADOS

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
TRAFO	264738.12	80	3(3x150/70)Al	385.15	603	1	1	3(180)
VARIADOR B1	79000	6	3x35+TTx16Cu	114.03	133	0.18	1.18	
BOMBA 1	55000	11	3x35+TTx16Cu	93.39	117	0.22	0.22	90
VARIADOR B2	157300	9	3x95+TTx50Cu	227.04	252	0.2	1.2	
BOMBA 2	132000	16	3x185+TTx95Cu	224.15	291	0.14	0.14	180
SSAA y AUTO	28438.12	2	4x10+TTx10Cu	52.49	63	0.09	1.09	75x60

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ALUMBRADO	1440	0.3	4x1.5Cu	3.24	20	0.01	1.09	
AL BOMBEO	691.2	0.3	2x1.5Cu	2.99	21	0.01	1.1	
AL.CUADROS	14.4	7	2x1.5+TTx1.5Cu	0.06	20	0	1.11	16
Interior NO	338.4	31	2x1.5+TTx1.5Cu	1.47	14.7	0.49	1.59	75x60
Interior SE	338.4	35	2x1.5+TTx1.5Cu	1.47	14.7	0.55	1.65	75x60
AL EXTERIOR	748.8	0.3	2x1.5Cu	3.24	21	0.01	1.04	
AL EXT SE	374.4	32.6	2x1.5+TTx1.5Cu	1.62	14.7	0.57	1.61	75x60
AL EXT NO	374.4	21	2x1.5+TTx1.5Cu	1.62	14.7	0.37	1.41	75x60
AL EMERGENCIA	57.6	0.3	2x1.5Cu	0.25	21	0	1.02	
EM SE	28.8	32.6	2x1.5+TTx1.5Cu	0.12	21	0.04	1.07	75x60
EM NO	28.8	21	2x1.5+TTx1.5Cu	0.12	21	0.03	1.05	75x60
EXTRACCIÓN	1047.2	0.3	4x4Cu	1.99	36	0	1.09	
EXTRACCIÓN SE	677.2	28.6	3x2.5+TTx2.5Cu	1.33	18.9	0.09	1.18	75x60
EXTRACCIÓN CUADROS	370	9	3x2.5+TTx2.5Cu	0.67	24	0.02	1.1	20
BASES III	5000	19	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	24	0.45	1.54	20
BASES MONO	6000	0.3	4x1.5Cu	16.24	20	0.05	1.14	
BASE II NO	3000	18	2x2.5+TTx2.5Cu	16.24	22.4	1.65	2.69	20
BASE II CUADROS	3000	9	2x2.5+TTx2.5Cu	16.24	28	0.8	1.93	20
RESIST CALDEO	300	0.3	4x4Cu	1.62	36	0	1.08	
RB1	150	11	2x2.5+TTx2.5Cu	0.81	20.8	0.04	1.07	32
RB2	150	16	2x2.5+TTx2.5Cu	0.81	20.8	0.06	1.09	32
P. GRUA	5000	18	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	27	0.43	1.51	75x60
CAUDALIMETRO EB	150	18.5	2x2.5+TTx2.5Cu	0.81	32	0.07	1.1	32
CAUDALIMETRO Balsa	150	112	2x2.5+TTx2.5Cu	0.81	25.6	0.44	1.47	32
FILTRO W	2154.79	112	4x2.5+TTx2.5Cu	3.95	17.55	1.07	2.16	32
VAL.MOTO. BALSA	982.96	125	4x2.5+TTx2.5Cu	1.87	27	0.54	1.63	32
Compuerta toma	965.77	460	4x2.5+TTx2.5Cu	1.84	21.6	1.95	3.03	32
Limpiarrejas	3489.81	460	4x4+TTx4Cu	6.15	28	4.42	5.51	40
LINEA AUTOMATISMOS	1700	2	2x1.5+TTx1.5Cu	9.2	21	0.16	1.19	
FA 24VCC	200	30	2x2.5+TTx2.5Cu	1.08	30	0.17	1.35	

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
AUTÓMATA	1500	2	2x2.5+TTx2.5Cu	8.12	30	0.08	1.27	

CORTOCIRCUITO

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm²)	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
TRAFO	80	3(3x150/70)Al		15	12.076	5525.89	400;10 In		
VARIADOR B1	6	3x35+TTx16Cu	12.076	15	11.045	7139.36	125;10 In		
BOMBA 1	11	3x35+TTx16Cu	11.045		9.346	5387.79			
VARIADOR B2	9	3x95+TTx50Cu	12.076	15	11.289	7588.24	250;10 In		
BOMBA 2	16	3x185+TTx95Cu	11.289		10.391	6807.1			
SSAA y AUTO	2	4x10+TTx10Cu	12.076	15|15	11.042	4252.17	63;C|63;C		

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm²)	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
ALUMBRADO	0.3	4x1.5Cu	11.042		10.068	3434.04			
AL BOMBEO	0.3	2x1.5Cu	6.19	10	5.362	2869.43	10;C		R
AL.CUADROS	7	2x1.5+TTx1.5Cu	5.362		1.198	576.41			R
Interior NO	31	2x1.5+TTx1.5Cu	5.362		0.322	153.37			R
Interior SE	35	2x1.5+TTx1.5Cu	5.362		0.287	136.65			R
AL EXTERIOR	0.3	2x1.5Cu	6.19	10	5.362	2869.43	10;C		S
AL EXT SE	32.6	2x1.5+TTx1.5Cu	5.362		0.307	146.21			S
AL EXT NO	21	2x1.5+TTx1.5Cu	5.362		0.463	220.95			S
AL EMERGENCIA	0.3	2x1.5Cu	7.25	10	6.19	3434.04	10;C		T
EM SE	32.6	2x1.5+TTx1.5Cu	6.19		0.31	147.5			T
EM NO	21	2x1.5+TTx1.5Cu	6.19		0.469	223.91			T
EXTRACCIÓN	0.3	4x4Cu	11.042		10.668	3905.76			
EXTRACCIÓN SE	28.6	3x2.5+TTx2.5Cu	10.668	15	1.145	476.69	16;C		
EXTRACCIÓN CUADROS	9	3x2.5+TTx2.5Cu	10.668	15	3.108	1338.06	16;C		
BASES III	19	4x2.5+TTx2.5Cu	11.042	15	1.676	401.23	16;C		
BASES MONO	0.3	4x1.5Cu	11.042		10.068	3434.04			
BASE II NO	18	2x2.5+TTx2.5Cu	6.19	10	0.858	411.09	20;C		T
BASE II CUADROS	9	2x2.5+TTx2.5Cu	6.19	10	1.524	737.04	20;C		R
RESIST CALDEO	0.3	4x4Cu	11.042		10.668	3905.76			
RB1	11	2x2.5+TTx2.5Cu	6.819	10	1.331	641.7	16;C		S
RB2	16	2x2.5+TTx2.5Cu	6.819	10	0.967	463.82	16;C		S
P. GRUA	18	3x2.5+TTx2.5Cu	11.042	15	1.759	738.79	16;C		
CAUDALIMETRO EB	18.5	2x2.5+TTx2.5Cu	7.25	10	0.858	411.09	16;C		S
CAUDALIMETRO Balsa	112	2x2.5+TTx2.5Cu	7.25	10	0.154	73.41	16;C		S
FILTRO W	112	4x2.5+TTx2.5Cu	11.042	15	0.309	73.41	16;C		
VAL.MOTO. BALSA	125	4x2.5+TTx2.5Cu	11.042	15	0.277	65.89	16;C		

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm²)	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
Compuerta toma	460	4x2.5+TTx2.5Cu	11.042	15	0.076	18.09	16;C		
Limpiarrejas	460	4x4+TTx4Cu	11.042	15	0.121	28.88	16;C		
LINEA AUTOMATISMOS	2	2x1.5+TTx1.5Cu	7.25	10	3.215	1607.06	16;C		S
FA 24VCC	30	2x2.5+TTx2.5Cu	3.215	4.5	0.498	237.69	16;C		S
AUTÓMATA	2	2x2.5+TTx2.5Cu	3.215	4.5	2.371	1163.08	16;C		S

6 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA

La resistividad del terreno es 300 ohmios por metro.
La resistividad máxima admisible es de 20 ohmios.

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

- M. conductor de Cu desnudo: 50 mm² ___ m.
- M. conductor de Acero galvanizado: 95 mm²
- Picas verticales de Cobre: 14 mm
- de Acero recubierto Cu: 14 mm 4 picas de 2m.
- de Acero galvanizado: 25 mm

Fórmula. Resistencia total en conexiones en paralelo

$$1 / Rt = 1 / Rc + 1/ Rp$$

donde,

Rt es la resistencia total
Rc es la resistencia del conductor enterrado

Rp es la resistencia de las picas

Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	R = 0,8 ρ/P
Pica vertical	R = ρ/L
Conductor enterrado horizontalmente	R = 2 ρ/L
ρ, resistividad del terreno (Ohm.m) P , perímetro de la placa (m) L, longitud de la pica o del conductor (m)	

Aplicando las anteriores expresiones a las condiciones del terreno obtenemos el siguiente dimensionado para la red de tierras:

TIERRAS	A (m)	B (m)	Long. Cable (m)	Resis. Cable (Ohms)	Resist. Pica (Ohms)	nº picas		Resis. Total (Ohms)
EB	15,0	8,0	46,0	13,04	- 37,5	No precisa	4	13,04

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra inferior a los 20,0 ohmios fijados como máximo.

En este caso, debido a las dimensiones de las obras de fábrica con el cableado será suficiente, no obstante lo anterior se plantea un numero mínimo de 4 picas de 2 metros de longitud que complementen al cable. Se plantea cable de cobre 50 mm² de sección para el tramo enterrado.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos. Así mismo cabe señalar que la linea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la linea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

7 CÁLCULO ILUMINACIÓN

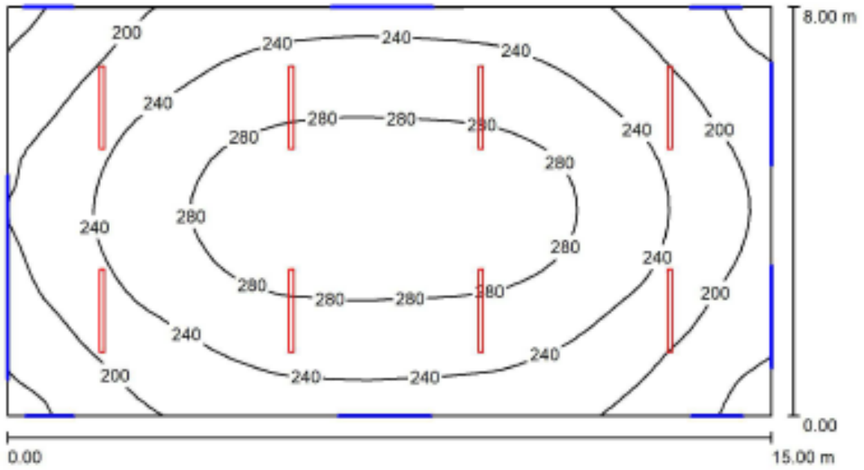
SALA BOMBEO

EB CENICERO

DIALux 19.12.2022

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

EB CENICERO / Output en hoja simple



Altura del local: 6.000 m, Altura de montaje: 6.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:108

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	240	146	305	0.611
Suelo	27	220	141	275	0.643
Techo	70	69	41	378	0.593
Paredes (4)	50	130	57	219	/

Plano útil:
Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	PHILIPS WT470C L1600 1 xLED64S/840 WB (1.000)	6400	6400	46.5
			Total: 51200	Total: 51200	372.0

Valor de eficiencia energética: 3.10 W/m² = 1.29 W/m²/100 lx (Base: 120.00 m²)

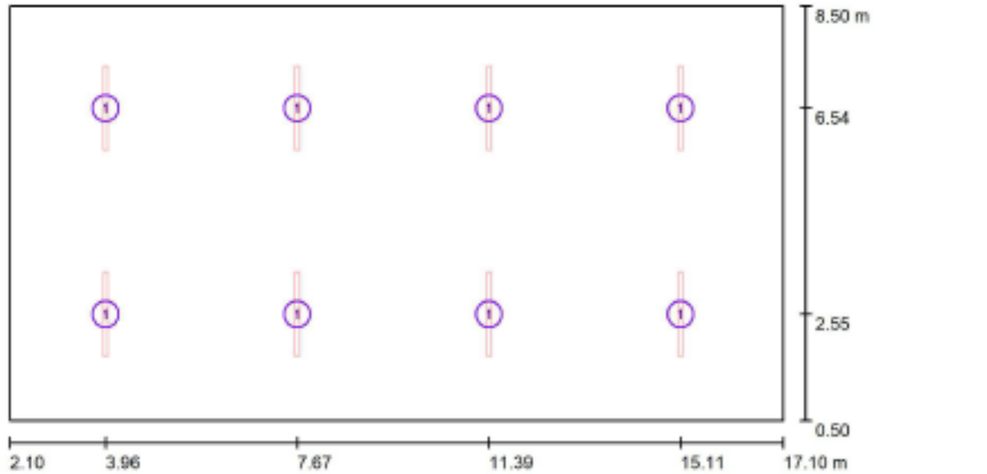
UBICACIÓN LUMINARIAS

EB CENICERO

DIALux 19.12.2022

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

EB CENICERO / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 108

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	8	PHILIPS WT470C L1600 1 xLED64S/840 WB

RESULTADOS LUMINOTÉCNICOS

EB CENICERO

DIALux
19.12.2022

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

EB CENICERO / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 51200 lm
Potencia total: 372.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx] directo	indirecto	total	Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
Plano útil	181	59	240	/	/
Suelo	160	59	220	27	19
Techo	11	58	69	70	15
Pared 1	75	58	133	50	21
Pared 2	67	56	123	50	20
Pared 3	77	58	135	50	21
Pared 4	66	56	122	50	19

Simetrías en el plano útil
E_{min} / E_m: 0.611 (1:2)
E_{min} / E_{max}: 0.480 (1:2)

Valor de eficiencia energética: 3.10 W/m² = 1.29 W/m²/100 lx (Base: 120.00 m²)

APÉNDICE 2. AUTOMATIZACIÓN

ÍNDICE

APÉNDICE 2. AUTOMATIZACIÓN

1 GENERALIDADES 1
2 ESTACIÓN DE BOMBEO 1
2.1 EQUIPOS INSTALADOS 1
2.2 ELEMENTOS A CONTROLAR 1
2.3 CONFIGURACIÓN NECESARIA 4
3 BALSA ELEVADA 5
3.1 EQUIPOS INSTALADOS 5
3.2 ELEMENTOS A CONTROLAR 5
3.3 CONFIGURACIÓN NECESARIA 6
4 COMUNICACIÓN 7
5 FUNCIONAMIENTO 9
5.1 VÁLVULAS MARIPOSA MANUAL 9
5.2 FILTRO AUTOMÁTICO AUTOLIMPIABLE 9
5.3 FUNCIONAMIENTO DEL BOMBEO 9
5.4 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL 9
5.5 FUNCIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS MOTORIZADAS Y TRANSDUCTORES DE PRESIÓN EN LAS TOMAS DE FONDO DE LA BALSA ELEVADA 10
5.6 FUNCIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS MOTORIZADAS Y TRANSDUCTORES DE PRESIÓN EN LAS TOMAS DE FONDO DE LA BALSA PIE DE CANALA 10
5.7 TOMA EN CANAL MARGEN DERECHA DEL NAJERIALLA 10

APÉNDICE 1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS
APÉNDICE 2. AUTOMATIZACIÓN
APÉNDICE 3. ESQUEMA TIPOLÓGICO TOMA BALSA ELEVADA

APÉNDICE 2. AUTOMATIZACIÓN

1 GENERALIDADES

El presente documento forma parte del "PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA ZONA REGABLE DEL CANAL DE LA MARGEN DERECHA DEL NAJERILLA EN EL T.M. DE CENICERO (LA RIOJA)", y tiene por objeto cumplir los requisitos establecidos en el Pliego de Bases para la Contratación de la Asistencia Técnica objeto del mencionado proyecto.

Las actuaciones planteadas consisten en la definición de las características de la Automatización que controlará la red de riego del regadío de la CR del Canal de la Margen Derecha del Najerilla de Cenicero, en el TM de Cenicero (La Rioja).

El sistema cuenta con los siguientes elementos:

- Estación de Bombeo
- Balsa Pie Canal
- Balsa Elevada
- Captación Canal Margen Derecha Najerilla.
- Centro de Control. Situado en la estación de bombeo.

2 ESTACIÓN DE BOMBEO

2.1 EQUIPOS INSTALADOS

Los equipos instalados en la estación de bombeo serán los siguientes, incluyéndose también en la automatización de la estación de bombeo los elementos de control de la balsa de pie de canal y de la toma, debido a distancia existente que permite su comunicación vía cable:

- 1 Motobomba de 55 kW.
- 1 Motobomba de 132 kW.
- 2 Variadores de frecuencia solar híbridos con inductancia de línea y filtro dV/dt incluido.
- 2 Caudalímetros
- 2 Transductores de presión, en admisión e impulsión.
- 1 Filtro automático tipo W.
- 6 Finales de carrera NC, válvula mariposa Abierta
- 1 Finales de carrera NC, válvula alivio activa
- 1 Sensor de nivel por presión hidrostático en balsa pie canal.
- 1 Boya indicadora de nivel de máximo en balsa pie canal.
- 1 válvula motorizada en toma fondo balsa pie de canal.
- 1 compuerta motorizada en toma Canal
- 1 limpiarrejas automático en toma Canal
- 2 Sensores de intrusismo uno en cada puerta acceso.
- 1 Sensor de termostato para temperatura ambiente edificio.
- 1 Control trafo.
- 1 Control batería condensadores, batería Trafo vacío
- PC con SCADA para control de la estación de bombeo y módulos remotos.
- Conexión modbus entre equipos variadores y el autómata.
- Red comunicaciones fotovoltaica.
  - o En Caja Campo 1 (CC1-x). Dispositivos de medición de corriente para las series fotovoltaicas de hasta 8 entradas.

    Swich comunicaciones con todas las CC1-x y los sensores (2 sondas de radiación, 2 sondas de temperatura en placa y 2 sondas de temperatura ambiente; en instalaciones fijas), en instalaciones con seguidor, además, anemómetro y monitorización de los Suntrackers (si es instalación fija la monitorización suntracker no existirá).
  - o Red Ethernet tipo UTP exterior CAT6 con conexión RJ-45 entre CC1-x, sensores, y PC bombeo.
  - o Suministro eléctrico a equipos de medición.
  - o Además, en bombeo se medirán: tensión CC y AC, intensidad CC y AC, potencias, etc…

2.2 ELEMENTOS A CONTROLAR

Los parámetros a controlar en la Estación de bombeo y las entradas y salidas necesarias para cada elemento serán:

GENERAL

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Parada de Emergencia General	1	0	0	0
Rearme de Bombeo	0	1	0	0
Sensores de lámina (Anti-intrusión)	2	0	0	0
Interruptor general	1	0	0	0

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
TOTAL	4	1	0	0

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Contador	1	0	0	0
Interruptor Transformador	1	0	0	0
Sensores de lámina (Anti-intrusión)	2	0	0	0
Alarma Tª transformador	1	0	0	0
TOTAL	5	0	0	0

CONDENSADOR REACTIVA. TRAFO (vacío)

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Equipo activo	0	1	0	0
Equipo paro	0	1	0	0
TOTAL	0	2	0	0

MOTOBOMBAS

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Sonda Tª Devanados	0	0	3	0
Sonda Tª Rodamientos	0	0	2	0
Interruptor Automático	1	0	0	0
Automático/Manual	1	0	0	0
Marcha/Paro	0	1	0	0
Resistencia de Caldeo	0	1	0	0
Pulsador Emergencia	1	0	0	0
TOTAL	3	2	5	0

VARIADOR

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Consigna velocidad	0	0	0	1
Fin de Arranque	1	0	0	0
Fallo en variador	1	0	0	0
TOTAL	2	0	0	1

CAUDALÍMETRO

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Caudal	0	0	1	0
TOTAL	0	0	1	0

TRANSDUCTOR DE PRESIÓN

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Presión	0	0	1	0
TOTAL	0	0	1	0

VÁLVULA HIDRÁULICA ALIVIO/ANTICIPADORA

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Válvula Hidráulica Abierta	1	0	0	0
Válvula Hidráulica Cerrada	1	0	0	0
Válvula Hidráulica Control	1	0	0	0
TOTAL	3	0	0	0

FILTRO AUTOMÁTICO AUTOLIMPIABLE

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Marcha	0	1	0	0
Paro	0	1	0	0
Filtro activo	1	0	0	0
Filtro detenido	1	0	0	0
Función Automático/manual	1	0	0	0
Confirmación Marcha Filtro	1	0	0	0
Confirmación Paro Filtro	1	0	0	0
Limitador Par corona	1	0	0	0
Filtro en fallo	1	0	0	0
Diferencial presión existente	0	0	1	0
TOTAL	7	2	1	0

VALVULA/COMPUERTA

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Válvula Mariposa abierta	1	0	0	0
TOTAL	1	0	0	0

SENSOR INTRUSISMO

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Sensores de lámina (Anti-intrusión)	1	0	0	0
TOTAL	1	0	0	0

SENSOR TEMPERATURA CASETA CUADROS

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Sonda temperatura	0	0	1	0
TOTAL	0	0	1	0

VÁLVULA MARIPOSA MOTORIZADA/COMPUERTA MOTORIZADA

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Apertura válvula	0	1	0	0
Cierre válvula	0	1	0	0
Válvula Mariposa abierta	1	0	0	0
Válvula Mariposa cerrada	1	0	0	0
Selector Automático Válvula	1	0	0	0
Confirmación Abrir Válvula	1	0	0	0
Confirmación Cerrar Válvula	1	0	0	0
Limitador Par Abrir	1	0	0	0
Limitador Par Cerrar	1	0	0	0
Defecto Válvula	1	0	0	0
TOTAL	8	2	0	0

SENSOR DE NIVEL

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Nivel de balsa	0	0	1	0
TOTAL	0	0	1	0

BOYA DE MÁXMO

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Alarma nivel máximo balsa	1	0	0	0
TOTAL	1	0	0	0

CAUDALÍMETRO DE BALSA

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Caudal	0	0	1	0
TOTAL	0	0	1	0

LIMPIARREJAS

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Marcha	0	1	0	0
Paro	0	1	0	0
Filtro activo	1	0	0	0
Filtro detenido	1	0	0	0
Función Automático/manual	1	0	0	0
Limitador Par corona	1	0	0	0
Filtro en fallo	1	0	0	0
TOTAL	5	2	0	0

SENSOR IRRADIANCIA

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Sonda temperatura	0	0	1	0
TOTAL	0	0	1	0

SENSOR TEMPERATURA PLACAS

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Sonda temperatura	0	0	1	0
TOTAL	0	0	1	0

SENSOR TEMPERATURA AMBIENTE

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Sonda temperatura	0	0	1	0
TOTAL	0	0	1	0

SENSOR TENSIÓN CC

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Sonda temperatura	0	0	1	0
TOTAL	0	0	1	0

SENSOR INTENSIDAD CC

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Sonda temperatura	0	0	1	0
TOTAL	0	0	1	0

2.3 CONFIGURACIÓN NECESARIA

La configuración mínima de Entradas/Salidas que tendrá el PLC será:

Elemento a controlar	Entradas/Salidas Necesarias			
	ED	SD	EA	SA
GENERAL (x1)	4	1	0	0
CENTRO TRANSFORMACIÓN y REACTIVA	5	2	0	0
MOTOBOMBA 1 55 KW	3	2	5	0
MOTOBOMBA 2 132 KW	3	2	5	0
VARIADOR (x2)	2	0	0	1
CAUDALÍMETRO	0	0	1	0
TRANSDUCTOR DE PRESIÓN (x2)	0	0	1	0
VÁLVULA ALIVIO	3	0	0	0
VÁLVULA MARIPOSA MANUAL (x6)	1	0	0	0
SENSOR INTRUSISMO (x2)	1	0	0	0
SENSOR TERMOSTATO	0	0	1	0
EN BALSA PIE CANAL				
FILTRO AUTOMÁTICO AUTOLIMPIABLE	5	2	1	0
CAUDALÍMETRO	0	0	1	0
SENSOR DE NIVEL	0	0	1	0
BOYA DE NIVEL MÁXIMO	1	0	0	0
VÁLVULA MARIPOSA MOTORIZADA	6	2	0	0
OBRA DE TOMA				
COMPUERTA MOTORIZADA	6	2	0	0
LIMPIARREJAS	5	2	0	0
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA				
SENSOR IRRADIANCIA (x2)	0	0	1	0
SENSOR TEMPERATURA PLACAS (x2)	0	0	1	0
SENSOR TEMPERATURA AMBIENTE (x2)	0	0	1	0
TENSIÓN CC	0	0	1	0
INTENSIDAD CC	0	0	1	0
TOTAL	53	15	25	2
NOTA. Las señales de strings/cadenas FV se remiten directamente como información al PC				

Para la conexión de las señales procedentes de la instrumentación de la estación de bombeo como para el envío de órdenes a los elementos de maniobra, se utiliza un equipo de control basado en un autómata programable que realiza las siguientes funciones:

- Adquisición, tratamiento, supervisión y maniobra de señalización procedente de la instrumentación y equipos a controlar que componen la estación de bombeo, a través de módulos de entradas/salidas digitales, analógicas y bus de campo.
- Comunicación mediante bus de campo, con protocolo Modbus, con el analizador de redes, variadores, control de transformador y modem para comunicación con las estaciones remotas ubicadas en la balsa intermedia y la balsa elevada.
- Comunicación mediante cable se señala apantallado bajo tubo entre elementos y autómata para control de bombeo en función del estado de la instalación fotovoltaica y de la balsa intermedia y la balsa elevada.
- Posibilidad de implementar señales de estado de la red mediante transductores de presión ubicados en diferentes puntos de la red, comunicados vía Radio/GPRS con las remotas previstas para el control de la balsa intermedia y la balsa elevada.
- Instalación fotovoltaica. Monitorización, control y gestión de la instalación y bombeo. Comunicación mediante Red de Fibra Óptica y/o Ethernet para monitorización de señales de tensión e intensidad en cadenas de módulos y de los sensores de temperatura e irradiancia.

- Comunicación con Centro de Control de la CR, situado en el núcleo urbano de Cenicero, vía VPN, y envío de alarmas vías GSM.

Los módulos mínimos necesarios para esta instalación son:

- CPU de 4.096 Kb de memoria de usuario interna, 3.584 Kb de memoria interna para el programa, puerto de programación USB, Puerto RS485/RS232 tipo RJ45, con protocolo MODBUS/ integrado para bus de datos y puerto Ethernet TCP, posibilidad de tarjeta de memoria de 8Mb para ampliación de memoria para registros del programa.
- 2 módulos de 32 Entradas Digitales
- 1 módulo de 32 Salidas Digitales
- 2 módulos de 8 Entradas Analógicas tipo ETemp.
- 2 módulo de 8 Entradas analógicas
- 1 módulo de 4 salidas analógicas
- 1 Rack de 12 Emplazamientos
- 1 Fuente de Alimentación de 36W

Se prevé también la necesidad de:

- SAI de 2.2 KVAs
- 2 Switch Industrial de 8 Puertos RJ45
- 1 Fuente de alimentación 230/24Vcc
- Modulo redundante para fuentes de alimentación.
- Panel de PC táctil tipo resistivo análogo, con Windows 7 a 64 bits y procesador Core 3rd generación, 827E, cache 3 MB, para pantalla de 12" y 17 millones de colores, resolución 1024x768 XGA, LCD de color TFT con retroiluminación LED, con luminancia 375 cd/m2, tarjeta gráfica Intel HD Graphics 3000, montada sobre soporte de aluminio. Disco duro mayor de 60 GB Flash Disck SSD MLC para 2000000 horas, y memoria interna de hasta 16 GB RAM DDR3. Conexiones (DVI, Ethernet, COM 1 y COM2, USB 2.0 y USB 3.0, Minijack) y puerto Ethernet
- Protecciones galvánicas
- Relés de mando
- 4 Interruptores magnéticos 1P de corriente continua con tensión 24Vcc y 6A de corriente.
- 2 Interruptores Bipolares 16 A PdeC de 35 kA. 230V
- Convertidor 24/12 Vcc para alimentación Unida maestra.
- Unidad Maestra adaptada para sistema radio UHF, WiMax o GRPS.
- Modem GPRS 3G/GSM con comunicación por Ethernet y tarjeta SIM
- Antena Onmidireccional Colineal UHF, 3dB de ganancia, N Hembra, 405-455 MHz o con sistema WiMax
- Protección de sobretensiones Nivel D.

3 BALSA ELEVADA

3.1 EQUIPOS INSTALADOS

Los equipos instalados en cada uno de los puntos serán los siguientes:

- 1 Sensor de nivel por presión hidrostático.
- 1 Boya indicadora de nivel de máximo.
- 1 Sensor de intrusismo en puerta acceso
- 1 Caudalímetro
- 1 Válvula motorizada

3.2 ELEMENTOS A CONTROLAR

Los parámetros a controlar en la balsa intermedia y en la balsa elevada, y las entradas y salidas necesarias para cada elemento serán:

SENSOR DE NIVEL

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Nivel de balsa	0	0	1	0
TOTAL	0	0	1	0

BOYA DE MÁXMO

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Alarma nivel máximo balsa	1	0	0	0
TOTAL	1	0	0	0

SENSOR LÁMINA PUERTA

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA

Puerta Arqueta Abierta	1	0	0	0
TOTAL	1	0	0	0

VÁLVULA MARIPOSA MOTORIZADA

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Apertura válvula	0	1	0	0
Cierre válvula	0	1	0	0
Válvula Mariposa abierta	1	0	0	0
Válvula Mariposa cerrada	1	0	0	0
Selector Automático Válvula	1	0	0	0
Confirmación Abrir Válvula	1	0	0	0
Confirmación Cerrar Válvula	1	0	0	0
Limitador Par Abrir	1	0	0	0
Limitador Par Cerrar	1	0	0	0
Defecto Válvula	1	0	0	0
TOTAL	8	2	0	0

CAUDALÍMETRO

Elemento a controlar	Entradas/Salidas necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Caudal	0	0	1	0
TOTAL	0	0	1	0

3.3 CONFIGURACIÓN NECESARIA

Para la conexión de las señales procedentes de la instrumentación como para el envío de órdenes a los elementos de maniobra, se utiliza un equipo de control basado en un autómata programable que realiza las siguientes funciones:

- Adquisición, tratamiento, supervisión y maniobra de señalización procedente de la instrumentación y equipos a controlar, a través de módulos de entradas/salidas digitales, analógicas y bus de campo.
- Comunicación mediante bus de campo, con protocolo Modbus, con modem para comunicación la remota y el Centro de Control.
- Comunicación mediante cable se señala apantallado bajo tubo entre elementos y autómata para control.
- Posibilidad de implementar señales de estado de la red mediante transductores de presión ubicados en diferentes puntos de la red, comunicados vía Radio/GPRS con la remota prevista para el punto de vertido.

La configuración mínima de Entradas/Salidas que tendrá la unidad Remota para estos puntos será:

Elemento a controlar	Entradas/Salidas Necesarias			
	ED	SD	EA	SA
Sensor De Nivel	0	0	1	0
Boya De Nivel Máximo	1	0	0	0
Sensor Lámina Puerta	1	0	0	0
Caudalímetro	0	0	1	0
Válvula Mariposa Motorizada	8	2	0	0
TOTAL	10	2	2	0

Los módulos mínimos necesarios para esta instalación para la a balsa elevada son:

- PLC + Unidad Remota Radio con 10 entradas digitales, 2 salidas digitales y 2 entradas analógicas y con comunicación vía GPRS con protocolo Modbus RTU con la Estación de Bombeo y el Centro de control. Capacidad para control de válvula motorizada con accionamiento mediante relés, apertura y cierre.

Los Equipos al ser estancos con IP66, se montarán directamente en el interior de las arquetas sin necesidad de montaje en el interior de un cuadro.

La configuración mínima de Entradas/Salidas que tendrá el PLC será:

MÓDULOS		Zona	Función	ID	Función electrónica
BASE	1	NIVEL	Presión Antes	I-00	E. Analog 0-10V
BASE	2	BALSA	Caudal	I-01	E. Analog 0-10V
BASE	3	CASETA	Intrusión	I-02	E. Digital 24Vdc
BASE	4	VM1	F.C. Abierta	I-03	E. Digital 24Vdc

MÓDULOS		Zona	Función	ID	Función electrónica
BASE	5	VM1	F.C. Cerrada	I-04	E. Digital 24Vdc
BASE	6	VM1	F.C. Limite par	I-05	E. Digital 24Vdc
BASE	7	VM1	F.C. Fallo térmico	I-06	E. Digital 24Vdc
BASE	8	Cuadro	Seta Emergencia	I-07	E. Digital 24Vdc
BASE	9		Reserva	I-08	E. Digital 24Vdc
BASE	10		Reserva	I-09	E. Digital 24Vdc
BASE	11		Reserva	I-10	E. Digital 24Vdc
BASE	12		Reserva	I-11	E. Digital 24Vdc
BASE	1	Cuadro	Reset Modem/router	O-00	S.Digital Relé
BASE	2	VM1	Orden abrir	O-01	S.Digital Relé
BASE	3	VM1	Orden cerrar	O-02	S.Digital Relé
BASE	4	Cuadro	Reserva / Alumbrado	O-03	S.Digital Relé
BASE	5		Reserva	O-04	S.Digital Relé
BASE	6		Reserva	O-05	S.Digital Relé
BASE	7		Reserva	O-06	S.Digital Relé

Los módulos mínimos necesarios para esta instalación son:

- CPU de 4.096 Kb de memoria de usuario interna, 3.584 Kb de memoria interna para el programa, puerto de programación USB, Puerto RS485/RS232 tipo RJ45, con protocolo MODBUS integrado para bus de datos y puerto Ethernet TCP, posibilidad de tarjeta de memoria de 8Mb para ampliación de memoria para registros del programa.
- 1 Fuente de Alimentación

Se prevé también la necesidad de:

- 1 Fuente de alimentación Redundantes 230/24Vcc
- Panel de PC táctil tipo resistivo análogo, con Windows 7 a 64 bits y procesador Core 3rd generación, 827E, cache 3 MB, para pantalla de 12" y 17 millones de colores, resolución 1024x768 XGA, LCD de color TFT con retroiluminación LED, con luminancia 375 cd/m2, tarjeta gráfica Intel HD Graphics 3000, montada sobre soporte de aluminio. Disco duro mayor de 60 GB Flash Disck SSD MLC para 2000000 horas, y memoria interna de hasta 16 GB RAM DDR3. Conexiones (DVI, Ethernet, COM 1 y COM2, USB 2.0 y USB 3.0, Minijack) y puerto Ethernet
- Protecciones galvánicas
- Relés de mando
- Convertidor 24/12 Vcc para alimentación Unida maestra.
- Unidad Maestra adaptada para sistema radio UHF, WiMax o GRPS.
- Antena Onmidireccional Colineal UHF, 3dB de ganancia, N Hembra, 405-455 MHz o con sistema WiMax o GPRS.
- Protección de sobretensiones Nivel D.
- Programador local DIN 4r-63+GPRS para accionamiento y comunicación con Centro de Control mediante módem GPRS utilizando protocolo TCP-IP.
- Radio modem Wifi/Radio/GPRS, con comunicación por Ethernet, para comunicación remota con Centro Control CR, y modem 3G/GSM con tarjeta SIM para avisos vía SMS (Antirrobo, Alarma).

  Antena y mástil de comunicaciones.

Los equipos al ser estancos con IP66, se montarán directamente en el interior de un cuadro colocado en el interior de una arqueta prefabricada.

4 COMUNICACIÓN

Habrá diferentes sistemas de comunicaciones:

COMUNICACIÓN RADIO/GPRS

El sistema de comunicación de los equipos remotos con la estación de bombeo se realizará mediante el envío y recepción de señales de RADIO de frecuencia libre. En los equipos remotos el módulo propuesto lleva integrada la comunicación vía RADIO. Toda la información y señales de la instalación se concentrarán en el Bombeo desde donde se visualizará y gestionará toda la instalación. Se plantea que los equipos que ejercen la función de concentradora tenga la doble opción de comunicación mediante comunicación vía radio, o mediante GPRS. Entre el Bombeo y el Centro de Control de la CR o su visualización desde el exterior se plantea una comunicación mediante enlace VPN o escritorio remoto, desde donde se visualizará y gestionará telemáticamente toda la instalación (bombeo, balsas, tomas, red de riego, etc…). El almacenando de toda la información de las variables de funcionamiento de todas las infraestructuras se almacenara en el propio bombeo.

Las comunicaciones con la unidad maestra (Concentradora) de la estación de Bombeo, se realizarán mediante comunicación Modbus, y se unirán a una red Modbus interior y se comunicarán con el PLC que procesará y gestionará las señales que le llegan de estos módulos remotos vía Unidad Maestra.

Este sistema es escalable, ya que la unidad maestra soporta hasta 128 módulos remotos, para futuras ampliaciones, con la condición que los módulos remotos deberán comunicar mediante el mismo protocolo Modbus.

Dentro de este sistema la unidad maestra actuará como Maestra de las unidades concentradoras distribuidas por la red que previamente recogen la información de las remotas, y a su vez como esclava del PLC de la estación de bombeo.

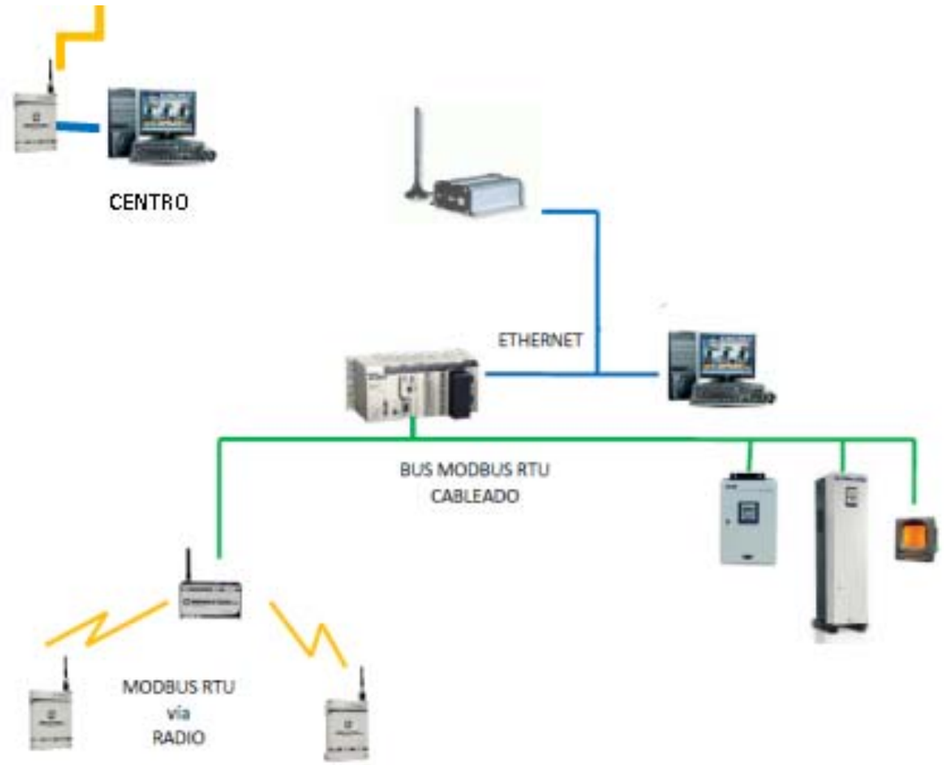
COMUNICACIÓN BUS DE CAMPO

En el caso del bombeo para la comunicación del analizador de redes, variadores y centro de transformación, y el PLC, se prevé una red Modbus. En este caso el PLC será el maestro de la red, siendo los demás equipos esclavos suyos. Para ello se prevén 3 switches de 8 bocas RJ45 para la intercomunicación.

COMUNICACIÓN ETHERNET TCP

Se prevé la instalación de una red Ethernet con cable tipo UTP Exterior CAT6, con conexiones RJ-45 y Switches de conexión, que comunicará:

- El PLC con el PC con el SCADA del edificio de bombeo, y desde estos, y a través de una comunicación vía GPRS, comunicará con el Centro de Control, es decir con la sede de la CR.
- El sistema de monitorización de señales de tensión e intensidad de las cadenas de módulos, previsto en las diferentes Cajas de Campo nº 1 (CC1-x), y de los sensores de temperatura e irradiancia. comunicará, a través de una comunicación vía Ehernet enterrada bajo tubo, con el PLC y el PC del Bombeo.



Las comunicaciones entre sensores y elementos de control con el autómata se realizarán vía cable de comunicaciones apantallado con pares balanceados para minorar posibles efectos del ruido eléctrico que puedan afectar al control.

5 FUNCIONAMIENTO

5.1 VÁLVULAS MARIPOSA MANUAL

Se colocarán válvulas manuales de tipo mariposa a la entrada y salida de cada una de las bombas. Estas válvulas serán del tipo todo/nada, y en el caso de las válvulas de admisión se conocerá su estado, mediante un único final de carrera en cada una de las válvulas, el cual será del tipo NC, el cual indicará mediante falta de señal que la válvula está cerrada. En el momento que se manipule dicha válvula y no se encuentre abierta, el PLC tendrá conocimiento mediante dicho Final de Carrera. También se señalizará luminosamente en el armario y saltará una advertencia en el SCADA.

En el by-pass y en la válvula de alivio también se dispondrá de dispositivo final de carrera.

5.2 FILTRO AUTOMÁTICO AUTOLIMPIABLE

Estará situado a la salida de la balsa, en la admisión del bombeo, justo al inicio de la tubería. Este equipo permitirá tener agua filtrada en la red y en el bombeo. Desde el SCADA se controlará el funcionamiento del mismo, diferencial de presión y tiempo para su activación, estado, y funcionamiento manual o automático, pudiendo ponerlo en marcha o no desde el SCADA.

5.3 FUNCIONAMIENTO DEL BOMBEO

El funcionamiento general de la instalación se resume de la siguiente manera. Hay un colector de aspiración y un colector de impulsión. El colector de impulsión conecta con la balsa elevada. Los colectores de impulsión son bidireccionales, de modo que se utilizará para llenar la balsa elevada y a su vez para distribuir el agua en la zona regable dominada desde cada balsa.

La balsa de pie de canal se llenarán por gravedad, atreves de la tubería de llenado, y desde esta se abastecerá al bombeo. A través del bombeo, la balsa inferior suministrará agua a la estación de bombeo para la impulsión hasta la balsa elevada. Estas tuberías servirán como elemento de impulsión y distribución a la red de riego dominada desde cada balsa.

Para que esto suceda, será condición indispensable, que exista un nivel mínimo en la balsa inferior, o que las válvulas de mariposa de entrada a las bombas estén completamente abiertas, y la balsa a la que se eleve tenga capacidad de almacenamiento o exista demanda de agua en la red. Además de esto, las protecciones y los demás equipos de los que dependen deberán estar correctos. Si alguna de estas condiciones no se produjera, no se pondrían en marcha las bombas cuyas protecciones y válvulas no estuviesen en la posición correcta, y ninguna de ellas si la válvula del colector de admisión estuviese cerrada.

Con respecto al aprovechamiento de la energía, el bombeo dará prioridad a la absorción de energía procedente de la planta fotovoltaica, y cuando coincida con el periodo energético P6, el más económico, permitirá complementar la energía para que de la red de aporte energía adicional a la fotovoltaica, hasta completar el 100% de la demanda del bombeo.

Solo se dará la complementariedad entre fotovoltaica y red, cuando la demanda del sistema de los últimos días sea superior a la disponibilidad de agua en la balsa elevada y al aporte del bombeo. Es decir, el balance de agua demandado y bombeado debe ser siempre positivo, pero no en exceso, salvo si este exceso se da por agua impulsada con energía 100% fotovoltaica. Es decir, el bombeo con energía fotovoltaica funcionará siempre que haya energía y la balsa superior lo permita.

El accionamiento del bombeo deberá adaptarse a la previsión de potencia disponible en el campo fotovoltaico. Para ello el autómata estimará la potencia disponible a partir de la irradiancia y la temperatura de placa y ambiente, ajustando el bombeo a esa estimación de potencia. Tanto la estimación como el ajuste será en tiempo real, prestando especial atención al paso de nubes y a la adaptación del bombeo al mismo si penalizar la eficiencia y la eficacia del sistema.

5.4 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL

El sistema estará centralizado y permitirá la supervisión de la instalación, recogida y almacenamiento de datos y gestión del telecontrol de la zona regable en la estación de bombeo. A su vez estas remitirán de forma remota al centro de control de la CR toda la información del estado de las diferentes instalaciones, permitiendo la supervisión de todas las instalaciones, y la recogida y almacenamiento de datos y gestión del telecontrol.

El Centro de control, estará basado en una arquitectura compuesta por un PC, en el cual estará instalado el software de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA). También habrá un modem GSM para el envío de SMS de alarmas. En la sede de la CR se instalará un sistema de supervisión que replicará la información del Centro de Control previsto en el bombeo, y del sistema de telecontrol.

5.5 FUNCIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS MOTORIZADAS Y TRANSDUCTORES DE PRESIÓN EN LAS TOMAS DE FONDO DE LA BALSA ELEVADA

En el caso de las balsas se ha previsto la instalación de válvulas motorizadas o automáticas, gobernadas por un autómata, el cual, en función de la lectura del transductor de presión, o del caudalímetro, y del valor del nivel de balsa pueda accionar el mecanismo de cierre de las válvulas. Este mecanismo se plantea para evitar daños por inundaciones en caso de roturas en las tuberías de la red de riego.

Para ello se motorizará la válvula prevista en la tubería de fondo, ubicada en la arqueta de fondo. Esta válvula quedará gobernada por un autómata que, en función de las lecturas del transductor de presión, caudalímetro y el nivel de la balsa, cerrará la válvula, evitando que se vacíe la balsa.

El estado de la válvula y de la presión y nivel será remitido al centro de control a través de la remota existente en la balsa.

En estos casos, al no existir suministro eléctrico convencional, se prevé la instalación de un sistema autónomo de alimentación con placas solares y baterías, que dotará de suministro en corriente continua tanto a la válvula motorizada como al caudalímetro y al autómata. El autómata además incorporará la apertura y cierre manual para la realización de pruebas y puesta a punto.

5.6 FUNCIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS MOTORIZADAS Y TRANSDUCTORES DE PRESIÓN EN LAS TOMAS DE FONDO DE LA BALSA PIE DE CANALA

Para la balsa de pie de canal, se ha previsto su control desde el Centro de Control del Bombeo, accionando la válvula motorizada prevista en el colector de impulsión, y según sea el estado de la red y la lectura de los caudalímetros del bombeo.

El suministro de energía, tanto de estos equipos como del filtro automático tipo W previsto, vendrá dado desde la estación de bombeo.

5.7 TOMA EN CANAL MARGEN DERECHA DEL NAJERIALLA

Para la obra de toma se prevé una compuerta motorizada que permita controlar la gestión de pedidos, cuyo accionamiento y estado se podrá gestionar desde el Centro de Control del Bombeo. Desde este mismo punto se accionará y controlará el limpiarrejas automático previsto.

La gestión habitual de la compuerta motorizada se llevará a cabo desde la sede asignada por el organismo de cuenca, CHE. Para la gestión de la compuerta, la CHE deberá conocer la posición de la compuerta, y el nivel de agua en la acequia.

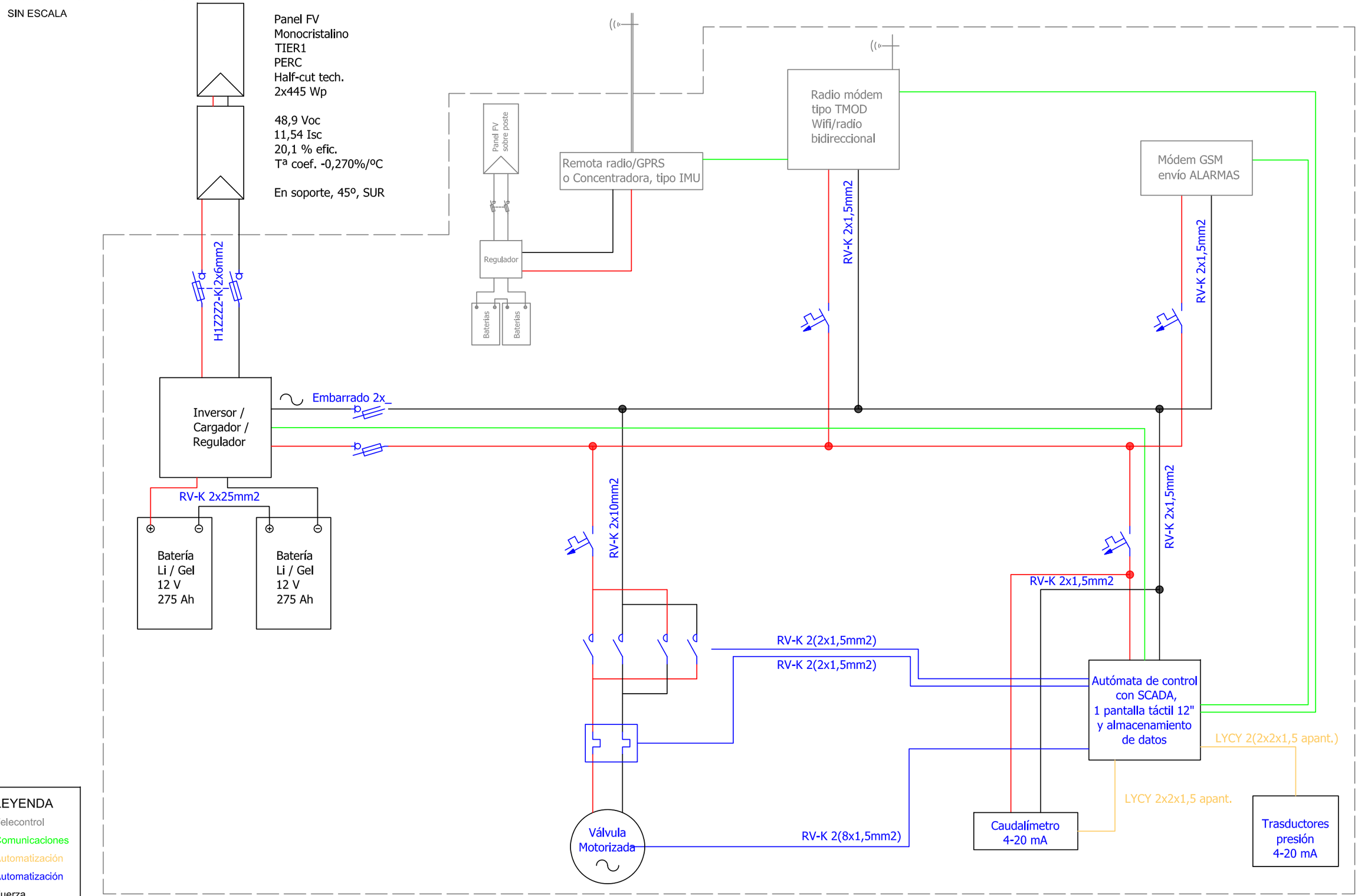
Dispondrá de capacidad de envío de alarmas, mediante sistema GPRS y SMS.

El suministro de energía vendrá dado desde la estación de bombeo.

APÉNDICE 3. ESQUEMAS TOPOLÓGICOS

UNIFILAR TOMA FONDO BALSA

SIN ESCALA



LEYENDA

- Telecontrol
- Comunicaciones
- Automatización
- Automatización
- Fuerza
- Fuerza

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN · seiasa

TITULO DEL PROYECTO:

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA ZONA REGABLE DEL CANAL DE LA MARGEN DERECHA DEL NAJERILLA EN EL T.M. DE CENICERO (LA RIOJA)

CONSULTOR:
EL INGENIERO AGRÓNOMO

FDO. CARLOS MARCO NOCITO

Cingral CONSULTORA DE INGENIERÍA

ESCALA:

SIN ESCALA

UNE A3 GRÁFICAS

FECHA: DICIEMBRE DE 2022

REFERENCIA: 22-003

DESIGNACIÓN:

ESQUEMA UNIFILAR Y TOPOLOGICO

Nº DE PLANO: 01

Nº DE HOJA: 4 de 4