UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

ESTUDIO DE DEMANDA DE ALIMENTACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES DE LA SET YARABAMBA.

Trabajo de Suficiencia Profesional presentada por:

Bachiller Gutierrez Gamio, Jorge Darwin

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Electricista

Arequipa – Perú

2021

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a:

Mi padre Guillermo Nolberto Gutierrez Tejada que en paz descansa en la gloria del señor que hace más de un año se lo llevo esta pandemia (COVID-19), el cual me hubiera gustado darte esta gran felicidad de verme titularme, pero se que desde el cielo me estarás observando; gracias papá por enseñarme en vida con todo tu amor, paciencia y esfuerzo a superarme y seguir en el camino del bien los cuales me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mis todos esos principios.

Finalmente quiero dedicar este trabajo a mi madre Justa Nelly Gamio Carbajal que actualmente me acompaña en vida y me da todo su apoyo en todas las metas que me propongo, es la persona que en los momentos más difíciles de mi vida me brinda su mano y su inmenso amor para apoyarme y salir adelante, gracias madre siempre te llevare en mi corazón por todo lo que me has dado.

Agradecimiento:

Quiero expresar mi gratitud a Dios por darnos cada día un día mas de vida a mis seres queridos y a mí persona.

Mi profundo agradecimiento y respecto a todas las autoridades y personal por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme poder avanzar y terminar con esta meta de mi vida.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, a toda la Escuela de Ingeniería Eléctrica, a mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, apoyo incondicional y amistad.

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo identificar, analizar y calcular la demanda de las cargas de los Servicios Auxiliares de la subestación de Yarabamba, para dimensionar un nuevo alimentador que permite mejorar la confiabilidad y el correcto funcionamiento de sus equipos ante la falla de unos de sus sistemas de alimentación, los cuales están conectados por un Recloser que selecciona la alimentación principal, asegurando la continuidad y operatividad de la máxima demanda de los S.S.A.A. de la subestación.

Palabras clave: servicios auxiliares (S.S.A.A.), subestaciones de alta tensión, subestaciones de media/baja tensión, demanda eléctrica, máxima demanda.

Abstrac

The objective of this work is the analysis and calculation of the loads of the Auxiliary Services of the Yarabamba substation, in order to dimension a new feeder that allows to improve the reliability and the correct operation of its equipment in case of failure of one of its power supply systems, which are connected by a Recloser that selects the main power supply, ensuring the continuity and operability of the maximum demand of the substation's S.S.A.A.

Key words: auxiliary services (S.S.A.A.), high voltage substations, medium/low voltage substations, electrical demand, maximum demand.

Tabla de contenido

LISTA DE FIGURAS **6**
LISTA DE TABLAS **6**
CAPITULO I **7**
PLANTEAMIENTO METODOLOGICO **7**
1. Introducción **7**
1.1. Descripción De La Realidad Problemática 7
1.2. Justificación del Problema 7
1.2.1. Justificación técnica 7
1.2.2. Justificación económica 8
1.2.3. Justificación ambiental 8
1.3. Delimitación del Proyecto 8
1.4. Importancia del problema 8
1.5. Objetivos del Informe de suficiencia profesional 8
1.5.1. Objetivo Principal 8
1.5.2. Objetivos Específicos 8
1.6. Alcances del informe 9
1.7. DATOS DE LA EMPRESA EJECUTORA 9
CAPITULO II **10**
MARCO TEORICO **10**
2. ANTECEDENTES **10**
2.1. Sistemas de Distribución 10
2.1.1. Partes del sistema de distribución 12
2.2. Cargas Eléctricas 13
2.2.1. Clasificación de Cargas 13
2.3. Factores Aplicados a las cargas 14
2.4. SERVICIOS AUXILIARES 15
2.4.1. SISTEMA DE CORRIENTE CONTINUA 20
2.5. Normativa 22
CAPITULO III **24**
ESTUDIO DE DEMANDA DE ALIMENTACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES DE LA SET YARABAMBA **24**
3. INTRODUCCION **24**
3.1. DESCRIPCION DE LOS SERVICIOS AUXILIARES 24
3.1.1. Sistema de alimentación AC 25
3.1.2. Sistema de alimentación DC 27
3.2. TABLERO GENERAL DE SERVICIOS AUXILIARES AC 27
3.3. CARGAS Y DIAGRAMAS UNIFILARES EN 125 VDC 36
3.3.1. Circuito DC de edificio de control 42
3.3.2. Circuito DC caseta de control C51 44
3.3.3. Circuito DC de caseta C52 46

3.3.4. Circuito DC de caseta C53 49
3.3.5. Circuito DC de caseta C21 51
3.3.6. Circuito DC de caseta de control C22 52
3.4. RESUMEN DE CUADRO DE CARGAS 54
3.5. DIMENSIONAMIENTO DE TRANSFORMADOR 55
CAPITULO IV 62
CALCULOS ELECTRICOS DE ALIMENTADOR EN 10/22.9 kV 62
4. INTRODUCCIÓN 62
4.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA 62
4.2. PUNTO DE DISEÑO 62
4.3. UBICACIÓN Y CARACTERISTICAS DEL LUGAR 64
4.4. DESCRIPCION DEL PROYECTO 65
4.5. BASES DE CALCULO 65
4.6. CONSIDERACIONES DE DISEÑO 66
4.7. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD 67
4.7.1. Separación Mínima Horizontal o Vertical entre Conductores de un Mismo Circuito en los Apoyos 67
4.7.2. Distancia Horizontal Mínima entre Conductores de un Mismo Circuito a Mitad de Vano 67
4.7.3. Distancia Mínimas del Conductor a la Superficie del Terreno (CNE hasta 23 KV) 68
4.8. CÁLCULOS ELÉCTRICOS 68
4.8.1. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS 68
4.8.2. CALCULO DE CAIDA DE TENSION 69
4.8.3. CORRIENTE NOMINAL 71
4.8.4. CALCULO DE PUESTA A TIERRA. 72
4.9. DETERMINACION DEL NIVEL DE AISLAMIENTO DE LINEAS PRIMARIAS 73
4.9.1. Criterios para la Selección del Nivel del Aislamiento 73
4.9.2. Factor de corrección por altitud 74
4.9.3. Condiciones de diseño 74
4.9.4. Contaminación Ambiental 75
4.9.5. Tensiones de Sostenimiento y Líneas de Fuga de los Aisladores de uso normalizado en Líneas y Redes Primarias 76
5. CONCLUSIONES 77
6. BIBLIOGRAFIA 77
ANEXOS

Anexo 1 – Diagramas Unifilares

Anexo 2 – Tabla de cargas de casetas en AC

Anexo 3 – Cálculos Mecánicos

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Transformador aéreo instalado en biposte en Subestación de Yarabamba. 11
Figura 2. Esquema de Transferencia de S.S.A.A. en AC, conecta a las barras colectores principales 17
Figura 3. Sistema de corriente continua con dos cargadores y dos bancos de baterías, conectados a una barra 18
Figura 4. Diagrama Unifilar de los alimentadores de los servicios Auxiliares conectado a la barra del tablero general en 380/220 Vac. 26
Figura 5. Tablero General de servicios auxiliares en el Edificio de Control 380/220 Vac (Hoja 4/15-Anexo 1) 28
Figura 6. Cargadores/Rectificadores para circuito DC de Edificio de control, caseta C51. Caseta C52 y Caseta 53 29
Figura 7. Reservas futuras para casetas C54, C55 y C56 29
Figura 8. Cargador/Rectificador para circuitos DC de casetas C21 y C22 y reserva futura DC para casetas C23 – C24 30
Figura 9. Cargador/Rectificador para circuito DC de casetas C21 y C23. Reserva futura DC para casetas C23 y C24 30
Figura 10.Reserva futura cargadores/rectificadores de casetas C24, C25 y C26; alimentadores de paneles de distribución en 380/220 Vac para casetas C51, C52 y C53. 31
Figura 11. Alimentadores de paneles de distribución en 380/220 Vac de casetas C21 y C22; reserva futura de Tableros de Distribución de casetas C54, C55, C56, C23, C24, C25 y C26. 31
Figura 12.cargas correspondientes al uso del Grupo Electrógeno, tableros de distribución, iluminación, aire acondicionado, calefacción y tomacorriente. 32
Figura 13. Alimentación de consola de operación y alumbrado. 32
Figura 14. Alimentación de cámaras perimetrales y reservas futuras. 33
Figura 15. Alimentadores de los rectificadores del tablero general del edificio de control 380, para los circuitos DC del edificio de control, caseta C51, Caseta C52 y caseta C53 37
Figura 16. Módulo de carga y alimentación de circuito DC del edificio de control, con banco de baterías de autonomía de 10 horas y capacidad de 300 A-H. 37
Figura 17. Módulo de carga y alimentación de circuito DC de las casetas de control C51, C52 y C53; con banco de baterías de autonomía de 10 horas y capacidad de 150 A-H. 38
Figura 18. Alimentadores de los rectificadores del tablero general del edificio de control 380/220 VAC, para los circuitos DC de las casetas de control C21 y C22. 38
Figura 19. Módulo de carga y alimentación de circuito DC del edificio de control, con banco de baterías de autonomía de 10 horas y capacidad de 100 A-H. 39
Figura 20. Tablero general de línea rural (SEAL) 56
Figura 21. Vista de tablero general por dentro 57
Figura 22. Alimentación de cargadores/rectificadores y tableros de distribución de las casetas 380/220 Vac 58
Figura 23. Interruptor general de panel de distribución en baja tensión de línea rural (SEAL) 59
Figura 24. Transformador de distribución de 250 kVA 60
Figura 25. Transformador de 250 kVA, instalado en biposte. 61
Figura 26. Ubicación de la subestación No 4442. 63
Figura 27. Subestación Aérea No 4442. 63
Figura 28. Ruta de la subestación de Yarabamba, desde el centro la ciudad de Arequipa 64

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Características generales – Sistema de corriente alterna 24
Tabla 2: Características generales – Sistema de corriente continua 25
Tabla 3. Lista de diagramas unifilares de los Servicios Auxiliares 27
Tabla 4. Cuadro de cargas del Tablero General del edificio de control los Servicios Auxiliares de la S.E. Yarabamba 500/220/33 kV 33
Tabla 5. Descripción de tiempo de uso de cargas en DC 39
Tabla 6. Características de las Cargas C.A. y CC de los servicios auxiliares 41
Tabla 7. Cargas del Circuito de Distribución del Edificio de Control – 125 Vdc 42
Tabla 8. Cargas de Circuito de Distribución 125 Vdc – caseta de control C51 44
Tabla 9. Cargas de Circuito de Distribución 125 Vdc – caseta de control C52 46
Tabla 10. Cargas de Circuito de Distribución 125 Vdc – caseta de control C53 49
Tabla 11. Cargas de Circuito de Distribución 125 Vdc – caseta de control C21 51
Tabla 12. Cargas de Circuito de Distribución 125 Vdc – caseta de control C22 53
Tabla 13: Resumen de resultados – Cargas de c.c. – Caseta de control 54
Tabla 14. Cuadro resumen de cargas continua y momentánea de edificio y casetas de control en 125 Vdc 55
Tabla 15. Cálculo de máxima demanda de servicios auxiliares en subestación 55
Tabla 16. Características geométricas y eléctricas de conductores aéreos 70
Tabla 17. Cálculo de caída de tensión desde SE Socabaya. 71
Tabla 18. Características resistivas del terreno **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 19. Niveles de aislamiento en la línea primaria 74
Tabla 20. Niveles de aislamiento para aislador de tipo PIN y de suspensión 76

ESTUDIO DE DEMANDA DE ALIMENTACION DE SERVICIOS AUXILIARES DE LA SET DE YARABAMBA

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO METODOLOGICO

1. Introducción

Contexto: Se pretende reforzar la alimentación de servicios auxiliares de la subestación Yarabamba 500/220 kV, suplida en condiciones anteriores por un grupo electrógeno.

Método: Se aborda como solución el diseño y ejecución de un sistema de alimentación directa de los servicios auxiliares desde una red de media tensión, a través de un transformador de distribución de tipo aéreo con capacidad de 250 kVA.

Resultados: Mejor confiabilidad y capacidad en la alimentación de los servicios auxiliares.

1.1. Descripción De La Realidad Problemática

Los Servicios Auxiliares de la subestación de Yarabamba son alimentados por un transformador de 500 kVA conectado al lado terciario de un autotransformador mediante un alimentador de 33 kV, y alternativamente por un grupo electrógeno que acarrean los siguientes problemas:

- Los servicios auxiliares al ser alimentados por energía proveniente de la propia subestación, dependen directamente de ello, por lo que ante una falla en la misma subestación pondría en riesgo la operación de los equipos de los servicios auxiliares de la subestación.
- El uso y costos de operación de grupo electrógeno.

1.2. Justificación del Problema

1.1.1 Justificación técnica

El presente proyecto de Obra se elabora por encargo de la Empresa ISA Transmantaro, tiene por objeto el diseño de la Red Aérea de Distribución Primaria 10 KV (operación actual) 22.9 kV (Operación futura), como respaldo de suministro eléctrico de la Subestación de Potencia Yarabamba 500/220 KV, Ubicado en el Distrito de Yarabamba de la Provincia de Arequipa, Departamento de Arequipa.

1.1.2 Justificación económica

Los costos son asumidos por las partes interesadas, debido al interés existente para la ejecución de las nuevas instalaciones para conectar los servicios auxiliares con la red en media tensión.

1.1.3 Justificación ambiental

Al contar con suministro eléctrico de la red los servicios auxiliares de la subestación Yarabamba 500/220 KV, ya no se permitirá funcionar Grupos Electrógenos, con lo que se disminuirá las emisiones de gases de Efecto Invernadero en el lugar.

El motivo de la realización de nuevas redes para servicios auxiliares, es la menor dependencia de utilizar grupos electrógenos.

1.3. Delimitación del Proyecto

El proyecto contempla el diseño, ejecución y puesta en marcha de un sistema de utilización en media tensión para la alimentación de servicios auxiliares de la subestación de potencia Yarabamba 500/220 kV, en base a la demanda de las cargas alimentadas de las casetas de control e instalaciones de los exteriores.

1.4. Importancia del problema

El diseño y ejecución de un sistema de utilización para alimentar los servicios auxiliares, desde una red de Media Tensión permite la no dependencia del uso de grupos electrógenos en condiciones normales y por ende una mayor confiabilidad y autonomía en el servicio de la subestación.

1.5. Objetivos del Informe de suficiencia profesional

1.1.4 Objetivo Principal

Evaluar el suministro en baja tensión de la demanda de los servicios auxiliares

1.1.5 Objetivos Específicos

- Definir marco teórico correspondiente a sistemas de distribución.
- Identificar los circuitos/diagramas unifilares de los servicios auxiliares
- Evaluar la demanda de energía eléctrica de los servicios auxiliares, de acuerdo al cuadro de carga actual y la demanda futura.
- Evaluar el tablero general de los servicios auxiliares.
- Seleccionar el transformador de baja tensión del servicio publico

- Realizar un proyecto de línea alimentadora en media tensión proveniente del sistema de distribución del concesionario desde un punto de suministro

1.6. Alcances del informe

El proyecto comprende la evaluación de las cargas de los servicios auxiliares y la ejecución un alimentador en Media Tensión 10-22.9 KV, abarca lo siguiente:

- Análisis de demanda especifica de los Servicios Auxiliares, para la selección de transformador.
- Selección de transformador
- Calculo y diseño de alimentador

1.7. DATOS DE LA EMPRESA EJECUTORA

RAZON SOCIAL: EMELEC INGENIEROS SAC

RUC: 20453886035

FECHA DE INSCRIPCIÓN: 21/09/2004

ACTIVIDAD(ES) ECONÓMICA(S): PRINCIPAL - 7110 - ACTIVIDADES DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA Y ACTIVIDADES CONEXAS DE CONSULTORÍA TÉCNICA

DOMICILIO FISCAL: CAL.LOS CIPRESES NRO. 108 URB. JESUS MARIA AREQUIPA - AREQUIPA – PAUCARPATA.

GERENTE GENERAL: ING. DAVID M. PILINCO APAZA

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2. ANTECEDENTES

La empresa ISA Transmantaro, encarga la automatización de la alimentación de los servicios auxiliares de la subestación Yarabamba 500/220 kV, razón por la cual se diseña y construye una red en media tensión para que se elimine la necesidad de usar grupos electrógenos. En esta sección se define los principales conceptos sobre la red en media tensión que se habilita para la alimentación de los servicios auxiliares.

1.8. Sistemas de Distribución

Los sistemas de distribución, forman parte de los Sistemas Eléctricos de Potencia SEP, ya que toda la potencia que se genera, debe distribuirse entre los usuarios, los cuales se encuentran dispersos a lo largo del territorio nacional en diferentes magnitudes.

Desde un punto de vista de ingeniería, un sistema de distribución incluye lo siguiente:

- **Subestación principal de potencia**: Recibe la potencia del sistema de transmisión y la transforma al voltaje del sistema de subtransmisión.
- **Sistema de subtransmisión**: son las líneas que salen de la subestación principal (SE), para alimentar las SE de distribución.
- **Subestación de Distribución**: Se encarga de recibir la potencia de los circuitos del sistema de subtransmisión y de transformar la tensión a la del nivel de los alimentadores primarios.

De acuerdo a su equipamiento pueden ser:

- **Tipo Convencional**, de superficie en caseta o subterránea en edificio. Se utilizan en zonas urbanas, para usuarios industriales, comerciales, alumbrado público y residencial. Habitualmente están alimentadas por redes subterráneas.
- **Tipo Compacta, bóveda o pedestal**, utilizadas en lugares con espacios reducidos, son altamente seguras, ya que todas sus partes energizadas se encuentran cubiertas.
- **Tipo Aérea**: monoposte o biposte, está conformada por un transformador de distribución, acompañada de su protección contra sobretensión y sobre corriente, así como otros accesorios indispensables entre la ferretería y aisladores. Los

transformadores pueden ser monofásicos o trifásicos, con potencias nominales normalizadas.

a. **Subestación de Distribución Aérea Monoposte**, Son subestaciones soportadas en un poste de concreto.
b. **Subestación de Distribución Aérea Biposte**, son subestaciones soportadas por dos postes unidos entre sí por una plataforma, en la que se asienta el transformador.

Figura 1. Transformador aéreo instalado en biposte en Subestación de Yarabamba.

1.1.6 Partes del sistema de distribución

Alimentadores Primarios: Son los circuitos de salida de las Subestación de distribución, y transportan la potencia hasta los transformadores de distribución.

a. Redes de Distribución Aérea

El conductor usualmente se encuentra desnudo, es soportado por aisladores instalados en crucetas, en postes de madera o concreto. Las partes principales de un sistema aérea son:

- Postes: que pueden ser de madera, concreto o metálicos; sus características de peso, longitud y resistencia a la rotura son determinados por el tipo circuito que soportara.
- Conductores: en circuitos primarios son utilizados cables de aluminio de tipo AAAC.
- Crucetas: de madera inmunizada o de ángulo de hierro galvanizado
- Aisladores: son de tipo ANSI 55.5 para media tensión, y ANSI 53.3 para baja tensión.
- Herrajes: son todos los herrajes en media y baja tensión de acero galvanizado.
- Equipos de seccionamiento: se efectúan con cortacircuitos y seccionadores.
- Transformadores y protecciones: se emplean transformadores monofásicos o trifásicos, protegidos por cortacircuitos, fusible y pararrayos.

b. Redes de Distribución Subterráneas

Son utilizadas en zonas donde por razones de urbanismo, estética, congestión o condiciones de seguridad, no es recomendable un sistema aéreo. Actualmente el sistema subterráneo es competitivo con el sistema aéreo, en zonas urbanas céntricas.

Transformador de Distribución: reduce el voltaje de los alimentadores primarios a niveles de utilización de usuario.

Redes secundarias: distribuyen la energía del secundario del transformador de distribución a los usuarios y servicios.

Punto de Diseño: es el lugar asignado por el concesionario, a partir del cual se inicia el proyecto de distribución o sistema de utilización en media tensión.

Fusibles: son dispositivos de protección, con capacidad detectora e interruptora, frente a sobrecorrientes.

1.9. Cargas Eléctricas

La determinación de las cargas es la primera etapa en un proyecto de distribución, ya que con ellas se determina lo siguiente:

- Selección de elementos conductores y transformadores.
- Variación de voltaje en la red eléctrica.
- Caída de tensión.
- Selección de dispositivos de compensación de potencia reactiva
- Sistemas de protección.

1.1.7 Clasificación de Cargas

Por tipo de usuario: las cargas pueden clasificarse en residenciales, comerciales e industriales. Las cargas residenciales se caracterizan por ser de baja tensión, poca potencia y en la mayoría de casos de tipo monofásica. Las cargas comerciales normalmente son trifásicas y de potencias medianas. Las cargas industriales pueden ser de alta tensión.

Por tarifas: Normalmente en cada sistema de distribución se proporciona tarifas que favorecen al usuario según su consumo. [Tarifas SEAL]

Por categoría: las cargas se pueden clasificar en tres categorías de sensibilidad respecto a la interrupción del servicio.

- Primera Categoría o cargas sensibles, son aquellas en las que la interrupción del servicio puede causar daño a la salud de personas, a la producción, equipo industrial o materias primas; en este grupo se encuentran hospitales o centros relacionados a la salud, también se encuentra la industria química en la que la interrupción de servicio puede causar el desperdicio de materia prima, también se pueden encontrar instituciones ligadas al gobierno como la Policía Nacional e instalaciones militares.
- Segunda Categoría o cargas poco sensibles, a este grupo pertenecen empresas industriales que dejan de producir por la interrupción del servicio de energía, pero que no sufren daños en su maquinaria o material de producción.

- Tercera Categoría o cargas normales, son aquellos en lo que interrupciones de media hora, no causa problemas de importancia, tal es el caso de usuarios domésticos, que como consecuencia genera el descontento de la gente afectada.

1.10. Factores Aplicados a las cargas

Carga Instalada: es la suma de las potencias nominales individuales de todos los elementos consumidores de energía en una instalación eléctrica.

$$C_{instalada} = \sum P_{individuales}$$

Densidad de Carga: es la relación entre la carga instalada y el área.

$$D_{carga} = C_{instalada}/Area$$

Demanda: es la carga media medida en los terminales receptores, en un periodo determinado.

Demanda Pico: la demanda pico de una carga, es la demanda instantánea mayor de tal carga en un periodo determinado.

Factor de Demanda: es la relación entre la demanda máxima y la carga instalada, en un periodo determinado. Puede ser menor o igual a la unidad.

$$F_d = D_{max}(t)/C_{instalada}$$

Factor de Utilización: es la relación entre la demanda máxima y la capacidad nominal, para un periodo determinado. Este factor representa la fracción de la capacidad que se está utilizando en un periodo de carga dado.

$$F_u = D_{max}(t)/P_{nominal}$$

Factor de Carga: es la relación entre la demanda media y la demanda máxima, para un intervalo de tiempo dado, puede ser menor o igual a la unidad.

$$F_C = D_{media}/D_{max}$$

Factor de Diversidad: la selección de un transformador o alimentadores, se realiza en base a la máxima demanda, sin embargo, si se tiene varios usuarios alimentados, su demanda máxima no necesariamente coincidirá en el tiempo, por lo que se debe de considerar la diversidad de las

cargas. El factor de diversidad define la diversidad de demandas máximas, es decir por la suma de las demandas máximas individuales y la demanda máxima del conjunto.

$$F_{div} = \sum D_{max}\,(i)/D_{\max total}$$

Factor de coincidencia: es el reciproco del factor de diversidad, es la relación de la demanda máxima de un grupo de usuarios y la suma de demandas máximas individuales que forman el grupo.

$$F_{co} = D_{\max total}/\sum D_{max}\,(i)$$

Factor de Perdidas: es la relación de pérdidas de potencia promedio sobre las pérdidas de potencia de pico de carga, en un periodo de tiempo.

$$F_p = \frac{promedio\ de\ perdidas}{Perdidas\ en\ picos\ de\ carga}$$

1.11. SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares (SSAA) son el conjunto de instalaciones y equipos que sirven para alimentar las cargas de baja tensión en corriente alterna o corriente continua, necesarias para la operación de una subestación. Estos servicios deben garantizar que en condiciones de falla o mantenimiento existan fuentes de alimentación para las cargas que se consideran importantes, como son las asociadas a sistemas de control, telecontrol, medida, tele gestión de protecciones y supervisión de la subestación.

TENSIONES USUALES DE LOS SERVICIOS AUXILIARES

La norma IEC60694, establece los niveles de tensión para los servicios auxiliares para corriente alterna y continua.

- Para tensiones en corriente continua establece tensiones de 24 V, 48 V, 60 V, 110 ó125 V, 220 V ó 250 V
- Para tensiones en corriente alterna 120/208 V, 220/380 V, 230/400 V, 240,415, 277,480, 347/600, (sistema trifásico tres o cuatro hilos). Según la norma IEC60694 Las bobinas de apertura de los interruptores deben opera entre el 85% y el 110%.

TIPOS DE CARGA

Las fuentes de servicios auxiliares alimentan típicamente tres tipos de carga: normal, emergencia y critica.

- Carga Normal: se refiere a aquellas que cuando una falla su funcionamiento se puede suspender sin generar daños adicionales (Alumbrado, tomas de servicios no esenciales).
- Carga de emergencia: referidas a aquellas que cuando ocurre una falla, pueden generar daños adicionales y pueden estar un pequeño lapso de tiempo sin servicio (alarmas, anunciadores, motores, relés, etc.).
- Carga critica: su funcionamiento es igual a la carga de emergencia a diferencia que esta no puede suspender su operación y/o funcionamiento, por ejemplo: cargador de baterías, equipo de enfriamiento de transformador, circuitos de control de interruptores, equipos de comunicación, equipos de control y computo, etc.

FUENTES DE ALIMENTACION DE CORRIENTE ALTERNA

Transformador de Auxiliares: se conecta a los bornes del barraje principal de la subestación, proveniente de:

- Devanado terciario de los bancos de transformadores principales,
- Línea de distribución cercana, que resulta una conexión muy común a la alta confiabilidad que presenta al no depender de fallas internas en la Subestación.
- Generador auxiliar, directamente a los bornes del generador, este tipo de fuente AC es útil para usos continuos, pero su consumo es elevado para uso continuo y se debe controlar periódicamente su abastecimiento.

ESQUEMA DE TRANSFERENCIA O RESPALDO

Por la importancia del rol de los Servicios Auxiliares en el funcionamiento de la subestación, estos deben tener como mínimo dos fuentes de alimentación, una principal y otra de respaldo, por lo que se diseñan diferentes sistemas de respaldo preferiblemente en el lado de baja tensión de los transformadores; estos sistemas permiten conmutar manual o automáticamente de una fuente a otra en caso de presentarse una falla en la fuente principal o en caso de mantenimiento.

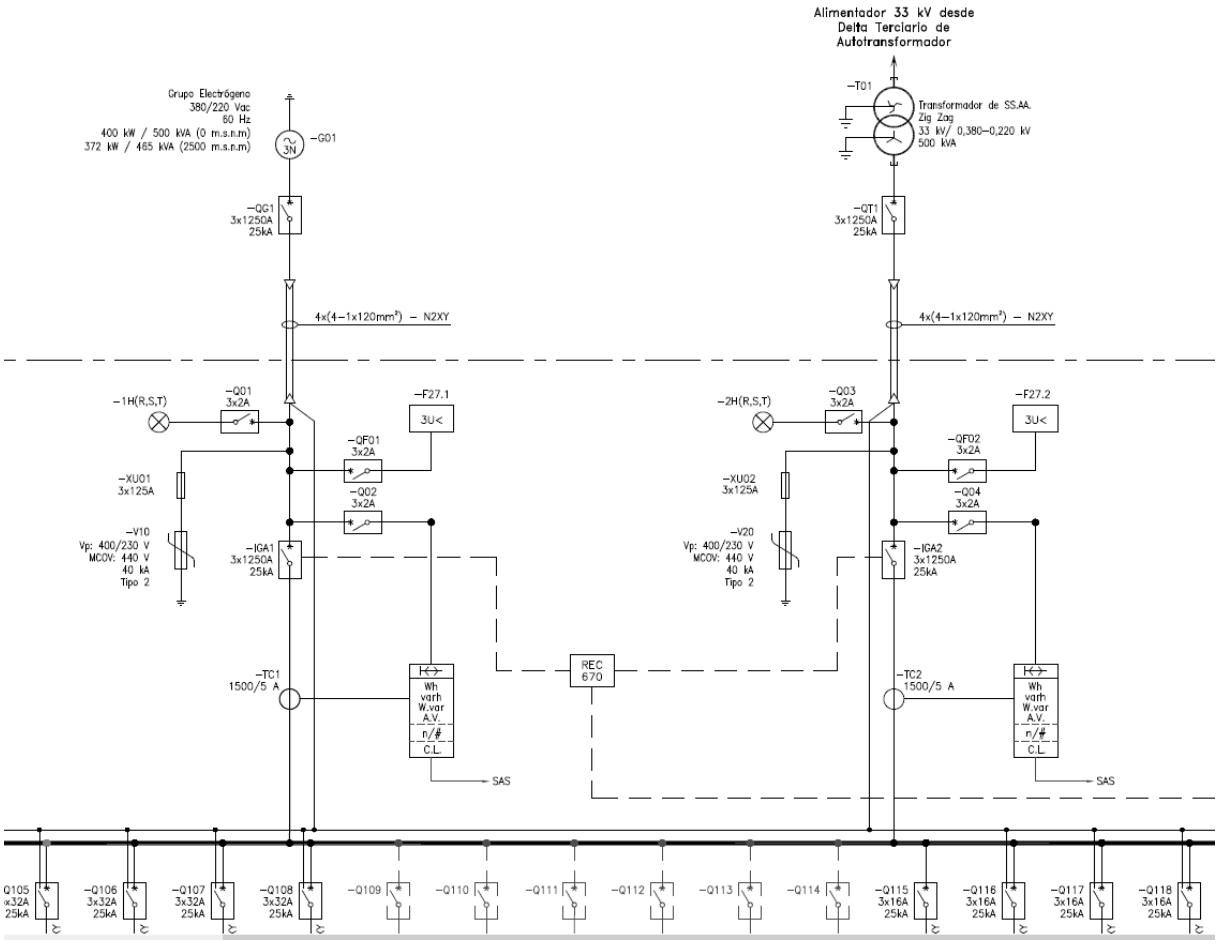


Figura 2. Esquema de Transferencia de S.S.A.A. en AC, conecta a las barras colectores principales

EQUIPOS PARA SERVICIOS AUXILIARES DE AC

Transformadores

Resulta de gran fiabilidad en servicios auxiliares de grandes subestaciones.

Tableros Eléctricos

Sirven como puntos de distribución de energía eléctrica para las cargas de la subestación.

Equipos de Iluminación

La iluminación exterior tiene el propósito de garantizar la seguridad de la subestación y la seguridad de la operación.

Calefacción y Ventilación

Para salas de operación y de sistemas eléctricos.

SISTEMA AUXILIARES EN CORRIENTE CONTINUA (DC)

la topología establecida para estos sistemas indica o menciona los siguientes equipos:

- ✓ Cargador de baterías
- ✓ Barraje principal
- ✓ Cargas DC
- ✓ Banco de baterías
- ✓ Convertidor AC-DC

Configuraciones de corriente continua – Sistema de control de 125 Vcc:

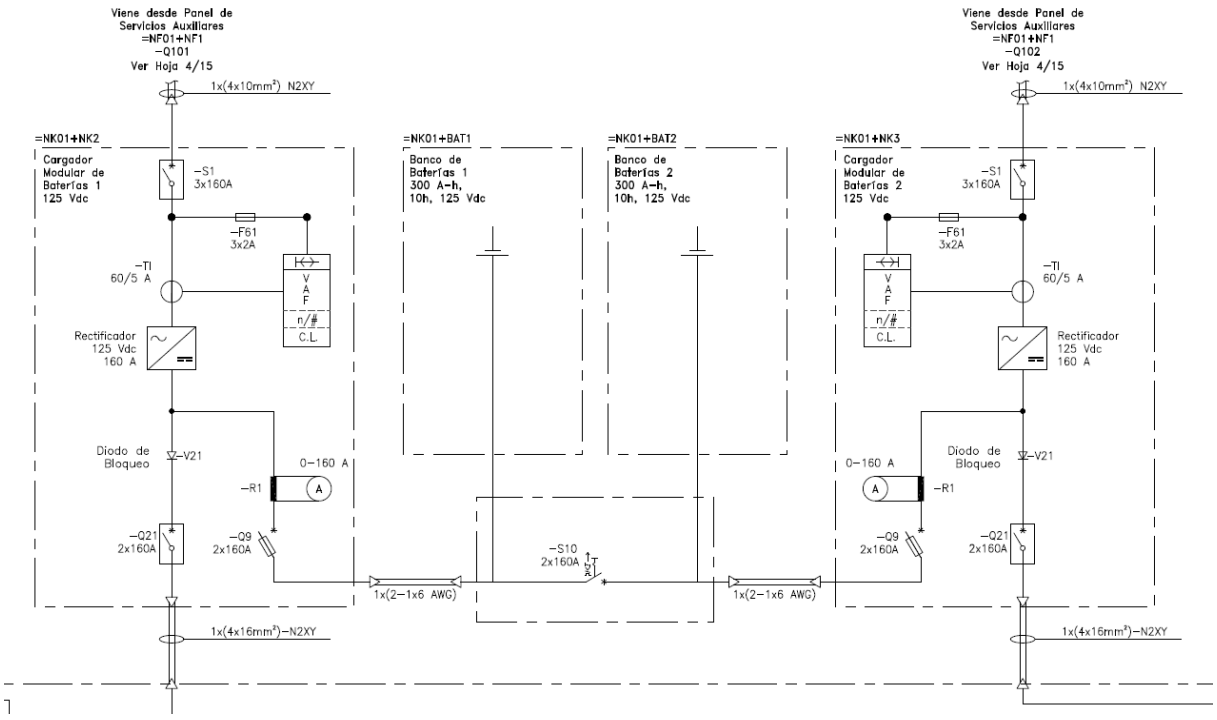


Figura 3. Sistema de corriente continua con dos cargadores y dos bancos de baterías, conectados a una barra

CARACTERISTICAS DE LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN

- ❖ Primarias, estas alimentan continuamente a las cargas primarias bajo condiciones normales de operación.
- ❖ Respaldo, en caso de falla o de mantenimiento de la fuente primaria, esta fuente entra a operar y suplir la alimentación que requieren las cargas primarias.
- ❖ Emergencia, funciona como sistema de alimentación redundante, en subestaciones.

BATERÍAS

Una batería funciona como un dispositivo que almacena energía eléctrica en forma de energía química, que devuelve energía eléctrica con una tensión continua aproximadamente constante.

El momento en el que entran en operación estos equipos suele corresponder a los siguientes casos:

- La carga del sistema DC excede la máxima salida de corriente del cargador de baterías
- La salida del cargador de baterías es interrumpida
- La fuente auxiliar AC queda fuera de servicio.

Características de las Baterías

- Ciclo de trabajo de un banco de baterías
- Amperios/hora
- Capacidad
- Voltaje Nominal
- Voltaje de carga y descarga
- Voltaje de gasificación
- Rendimiento y eficiencia

Clasificación de las cargas

- Cargas continuas
  - Iluminación
  - Motores de operación permanente
  - Inversores o convertidores estáticos
  - Luces de indicación
  - Bobinas que deben permanecer energizadas (Relés)
- Cargas no continuas
  - Motores de bombas de emergencia
  - Motores de sistema de ventilación critico
  - Sistemas de protección contra incendios
- Cargas momentáneas
  - Operación de interruptores de potencia
  - Operación de motores de accionamiento de válvulas
  - Operación de seccionadores de potencia
  - Corrientes de arranque de todos los motores

Son sistemas de alimentación en baja tensión de corriente alterna (CA) y corriente continua (CC). Los servicios auxiliares son tan importantes que, sin ellos, la subestación no puede funcionar; en efecto las funciones que cumplen los servicios auxiliares, son las que tienen que ver con la operación de equipos de corte y seccionamiento, alimentación de los sistemas de protección, alarmas, señalización, iluminación; entre otros servicios básicos que permiten una operación normal de la estación, por lo que los servicios auxiliares deben cumplir con estándares de confiabilidad y calidad.

El sistema de servicios auxiliares toma su alimentación de la red de potencia, de una red cercana o de uno o más grupo electrógeno. Entre las principales cargas servidas por el sistema de servicios auxiliares se encuentran:

- Cargadores de baterías o rectificadores
- Equipos de refrigeración de transformadores, bombas, ventiladores y demás maquinas.
- Compresores
- Iluminación en general
- Motores de cambiadores de TAPS de los transformadores
- Servicios auxiliares del grupo Diesel
- Motores de disyuntores y seccionadores
- Equipos de comunicación
- Tomacorrientes monofásicos y trifásicos en patios y salas de control
- Equipos para medida

Para desarrollar la metodología del cuadro de cargas el sistema se divide en el montaje de corriente continua (125 Vcc) y sistema de corriente alterna (220 / 380 Vca).

1.1.8 SISTEMA DE CORRIENTE CONTINUA

Cargas

Las cargas se definen en base a diseños típicos de control, protección, medida, registro de fallas, etc; y considerando consumos de potencia de los equipos, según manuales de fabricantes.

Banco de baterías

Se considera un sistema de bancos de baterías, teniendo en cuenta las cargas conectadas a la barra de 125 Vcc, la capacidad de los bancos de baterías se calcula para un tiempo de respaldo de diez horas (10 h), considerándose además factores de corrección (temperatura

de operación y envejecimiento), el banco suele contar con un sistema de seccionamiento por medio de mini-interruptores.

Cargador rectificador de baterías

Los cargadores rectificadores son dimensionados a partir de las baterías calculadas en el mismo. Adicionalmente se ajusta el diseño de los cargadores, de acuerdo con las condiciones del sitio (altitud y temperatura). El sistema de cargadores rectificadores, alimentan la totalidad de las cargas en corriente continua para las casetas de control, que suministra corriente a los bancos de baterías para mantenerlas en su tensión de flotación requerida, tal que sea suficiente para cargarlas en un lapso no superior a 10 horas. el cargador contara con un sistema de supervisión de falla a tierra.

Cortocircuito

El nivel de cortocircuito se determina como la suma de los aportes desde el cargador de baterías y desde el banco de baterías. El primero de ellos se encuentra típicamente por debajo del 150 % de la corriente nominal del cargador, como consecuencia del circuito de limitación de corriente con el que este cuente, y el segundo se calcula como el cociente entre la tensión nominal y la resistencia interna por celda de la batería.

Cargas

Las cargas se definen considerando consumos conservativos de equipos, según manuales de fabricantes.

Transformador De Servicios Auxiliares Y Grupo Electrógeno

Para seleccionar la potencia total del grupo electrógeno, se aplican factores de demanda y de simultaneidad, y las potencias comerciales disponibles. El fabricante de estos equipos garantizara su adecuada operación en las condiciones del sitio.

Cortocircuito

El nivel de cortocircuito se determina a partir de una impedancia típica de un transformador en base a su potencia seleccionada, considerando una barra infinita ideal aguas arriba de este, obteniendo la intensidad de cortocircuito en bornes del transformador. Para corrientes de cortocircuito aguas abajo de un alimentador en particular, se calcula un factor

multiplicador a partir de la impedancia típica de los conductores de dicho alimentador, y la corriente de cortocircuito se obtiene como el producto de la corriente de cortocircuito al inicio de este por el factor multiplicador. El cálculo de corriente de cortocircuito se realiza sobre la fuente de mayor capacidad, en este caso, el transformador de servicios auxiliares.

1.12. Normativa

El proyecto se apoya en las siguientes normas:

- Las Normas 018-2002-EM/DGE. Norma de procedimientos para la elaboración de proyectos
- Código Nacional de Electricidad -Suministro 2011
- Código Nacional de Electricidad -Utilización
- Decreto Ley No 25844, Ley de concesiones Eléctricas
- El Decreto Supremo N.º 009-93 EM, Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas.
- El Reglamento Nacional de Construcciones.
- Resoluciones Ministeriales (relativo a Sistemas Eléctricos para tensiones entre 1 y 36 kV-Media Tensión), vigentes.
- Reglamento, ITINTEC, ANSI, IEC.
- Ley de Protección del Medio Ambiente y Protección del Patrimonio Cultural de la Nación según corresponda.

En forma complementaria, se han tomado en cuenta las siguientes normas internacionales:

- NESC (NATIONAL ELECTRICAL SAFETY CODE).
- REA (RURAL ELECTRIFICATION ASSOCIATION).
- IEEE (INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS).
- CIGRE (CONFERENCE INTERNATIONAL DES GRANDS RESSEAUX ELECTRIQUES).
- NORMA BRASILEÑA DE LINEAS DE TRANSMISION.
- ANSI (AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE).
- IEC (INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

Documentos de referencia externos:

[1] IEEE Std. 485-2010. IEEE Recommended practice for sizing lead-acid batteries for stationary applications.

[2] IEEE Std. 946-2004. IEEE Recommended practice for the design of DC auxiliary power systems for generating stations.
[3] IEEE Std. 450-2010. IEEE Recommended practice for maintenance, testing, and replacement of vented lead-acid batteries for stationary applications.
[4] IEEE Std. 141-1993. IEEE Recommended practice for electric power distribution for industrial plants.
[5] IEEE Std. 142-2007. IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems.
[6] NEMA Std. PE 5-1997. Utility Type Battery Chargers
[7] IEEE Std. 446-1995. IEEE Recommended Practice for Emergency and Standby Power Systems for Industrial and Commercial Applications

CAPITULO III

ESTUDIO DE DEMANDA DE ALIMENTACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES DE LA SET YARABAMBA

3. INTRODUCCION

En esta sección se evalúan las cargas conectadas al tablero general para servicios auxiliares con demandas futuras correspondientes a la ampliación de la subestación, para ello se evalúan los circuitos con sus respectivas cargas para hallar la máxima demanda, para la selección del transformador.

Se detalla la ubicación, y punto de diseño para la ejecución de un nuevo alimentador que refuerza la demanda de los Servicios Auxiliares de la subestación de potencia Yarabamba 500/220 KV, que cuenta con un grupo electrógeno de 372 kW/465 KVA de potencia nominal para 2500 m.s.n.m. y una conexión a un alimentador proveniente del lado terciario de un autotransformador 33 kV/0.380-0.220 kV hacia el transformador de 500 kVA. Los Diagramas Unifilares evaluados en este capítulo se encuentran en el anexo 1.

1.13. DESCRIPCION DE LOS SERVICIOS AUXILIARES

Se dispone en la subestación con un sistema de servicios auxiliares, soportado por un grupo electrógeno con capacidad de 400 kW (0 m.s.n.m.) - 372 kW (2500 m.s.n.m.), un alimentador proveniente de un autotransformador de 500 kVA 33/0.38-0.22 kV y ahora con el refuerzo de una nueva línea conectada a la red pública de la empresa concesionaria de distribución, para el cual se enfoca este estudio.

Los servicios auxiliares de la subestación de Yarabamba se divide en circuitos de 380/220 V en AC y 125 V en DC.

Tabla 1: Características generales – Sistema de corriente alterna

Característica	Sistema de servicios auxiliares en corriente alterna
Sistema de corriente alterna	380 / 220 Vca, (3 fases – 4 hilos, sólidamente puesto a tierra)
Margen de tensión de operación de equipos, (%):	85 – 110
Frecuencia nominal, (Hz)	60
Respaldo	Grupo electrógeno

Tabla 2: Características generales – Sistema de corriente continua

Característica	Sistema de servicios auxiliares en corriente continua
Sistema de corriente continua	125 Vcc
Margen de tensión de operación de equipos, (%):	85 – 110
Respaldo	Banco de baterías

1.1.9 Sistema de alimentación AC

El sistema de transferencia para la alimentación del tablero general en AC en 380/220 V, estará compuesto por el nuevo alimentador conectado a las líneas de distribución de SEAL, un grupo electrógeno y la red que viene de un transformador alimentado por un autotransformador de la subestación.

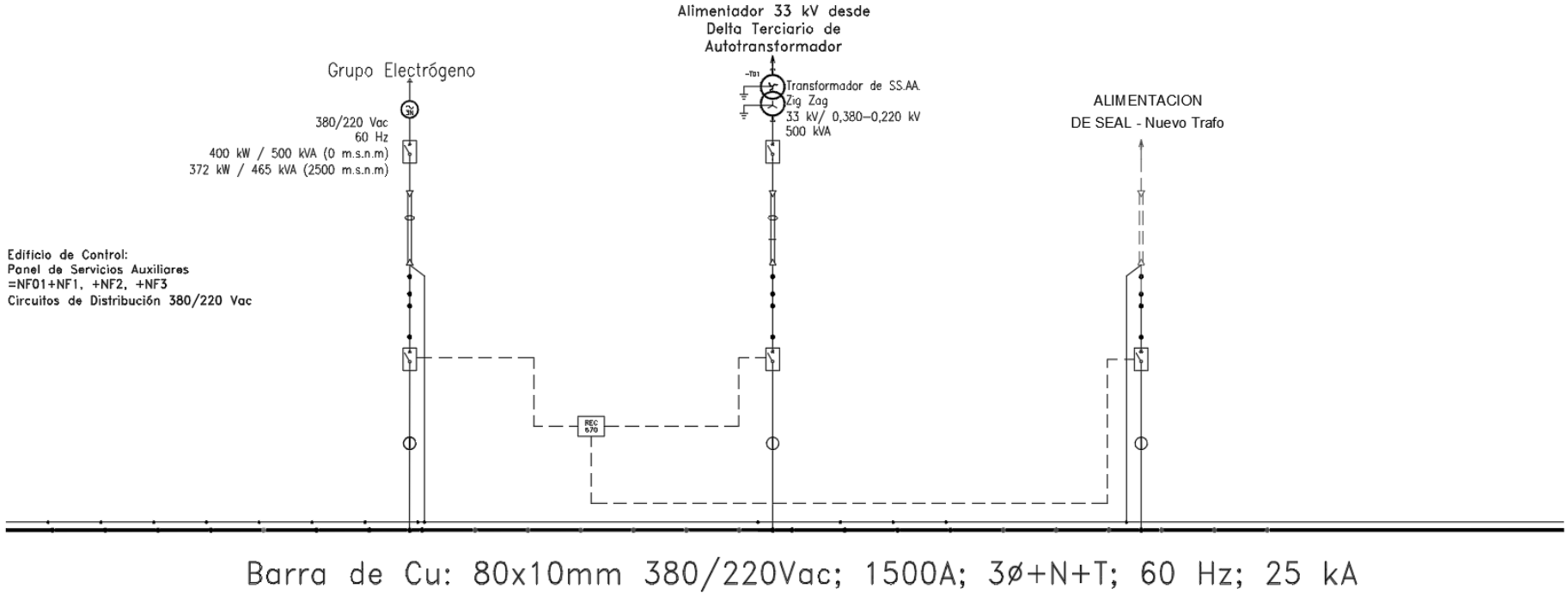


Figura 4. Diagrama Unifilar de los alimentadores de los servicios Auxiliares conectado a la barra del tablero general en 380/220 Vac.

1.1.10 Sistema de alimentación DC

Constituido por los bancos de baterías, sirve de respaldo inmediato para las cargas DC.

Los sistemas de control, protección, medición, registros de fallas y telecomunicaciones operan con tensión en corriente continua según sus funciones), estos son alimentados por rectificadores de 125 Vcc, que operan como cargadores de los bancos de baterías de 125 Vcc. Los bancos ofrecen respaldo de suministro de corriente continua por un periodo de 10 horas de autonomía.

Para definir las capacidades nominales de los equipos asociados a los sistemas de servicios auxiliares, se dimensiona para el uso de servicios auxiliares de corriente alterna (380 / 220 Vca) y corriente continua (125 Vcc).

1.14. TABLERO GENERAL DE SERVICIOS AUXILIARES AC

El tablero general de los servicios auxiliares en el edificio de control (figura 5), considera también las cargas futuras para la ampliación de la subestación. Este tablero alimenta a los circuitos Vca y Vcc de la caseta 51, caseta 52, caseta 53, caseta 21 y la caseta 22. Los diagramas unifilares principales corresponden a los siguientes circuitos:

Tabla 3. Lista de diagramas unifilares de los Servicios Auxiliares

Diagrama Unifilar S.S.A.A. 380/220 Vac – Edificio de control
Diagrama Unifilar S.S.A.A. 380/220 Vac – Caseta 51
Diagrama Unifilar S.S.A.A. 380/220 Vac – Caseta 52
Diagrama Unifilar S.S.A.A. 380/220 Vac – Caseta 53
Diagrama Unifilar S.S.A.A. 380/220 Vac – Caseta 21
Diagrama Unifilar S.S.A.A. 380/220 Vac – Caseta 22
Diagrama Unifilar S.S.A.A. 125 Vdc – Edificio de control
Diagrama Unifilar S.S.A.A. 125 Vdc – Caseta 51
Diagrama Unifilar S.S.A.A. 125 Vdc – Caseta 52
Diagrama Unifilar S.S.A.A. 125 Vdc – Caseta 53
Diagrama Unifilar S.S.A.A. 125 Vdc – Caseta 21
Diagrama Unifilar S.S.A.A. 125 Vdc – Caseta 22

Para el cálculo del sistema de 380 / 220 Vca, se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

- Se parte de los valores típicos de consumo de potencia para los dispositivos conectados.
- A partir de lo anterior, se determina la carga en cada circuito, en correspondencia con el número de cada mini interruptor automático en la distribución de servicios auxiliares de 380 / 220 Vca.
- Con base en los datos anteriores, se determina la demanda total esencial y no esencial; y se asignan los factores de demanda para cada circuito. Se considera un factor de reserva del 10% adicional en los cálculos y un factor de simultaneidad, para determinar la potencia del transformador requerido.
- Se definen las características de los mini interruptores para cada circuito con base en la carga conectada, la capacidad de extinción (cortocircuito) y su coordinación con otros mini interruptores ubicados aguas abajo.

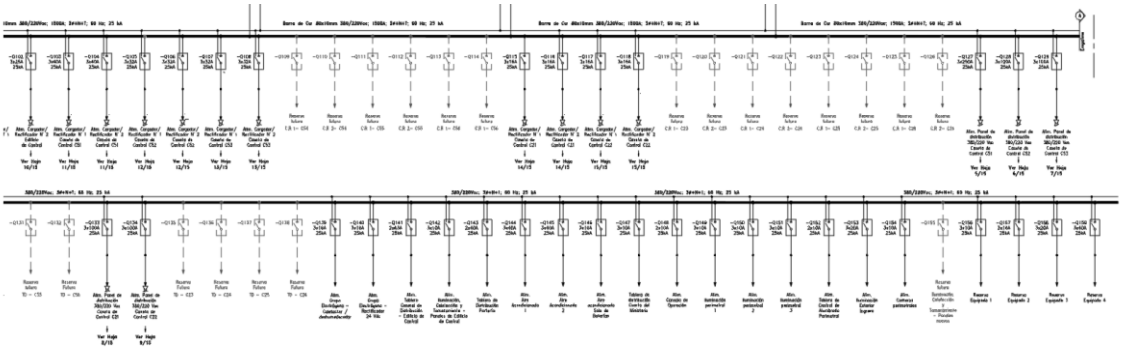


Figura 5. Tablero General de servicios auxiliares en el Edificio de Control 380/220 Vac (Hoja 4/15-Anexo 1)

Los cargadores/rectificadores (figura 6), alimentan los circuitos Vdc del edificio de control y de las casetas 51, 52, 53; las cuales cuentan con bancos de baterías. Las cargas de la figura 5 a continuación:

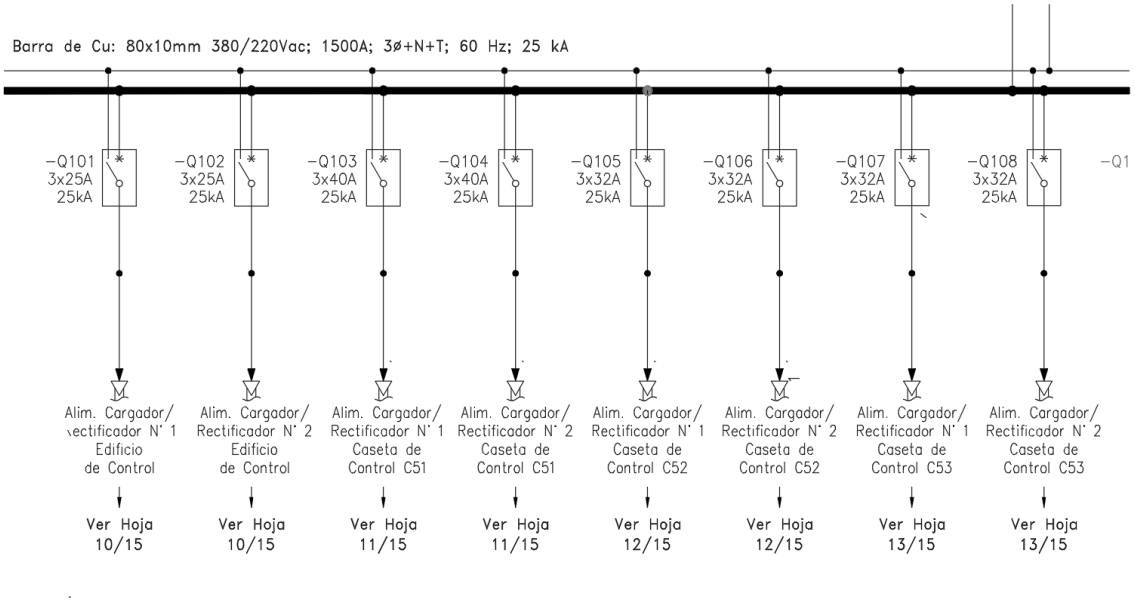


Figura 6. Cargadores/Rectificadores para circuito DC de Edificio de control, caseta C51. Caseta C52 y Caseta 53

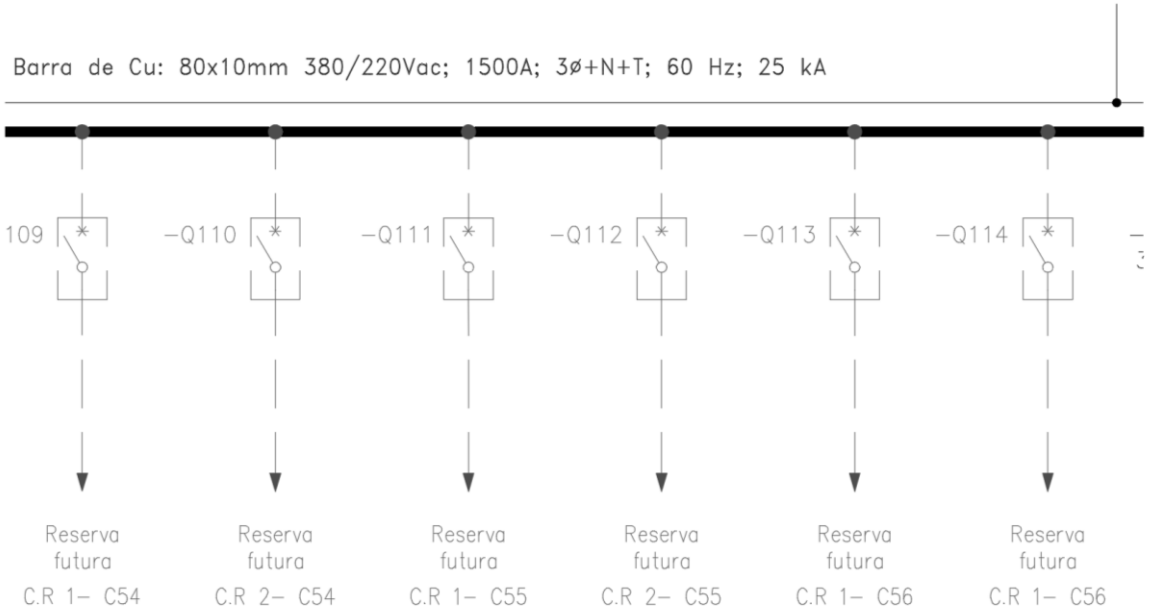


Figura 7. Reservas futuras para casetas C54, C55 y C56

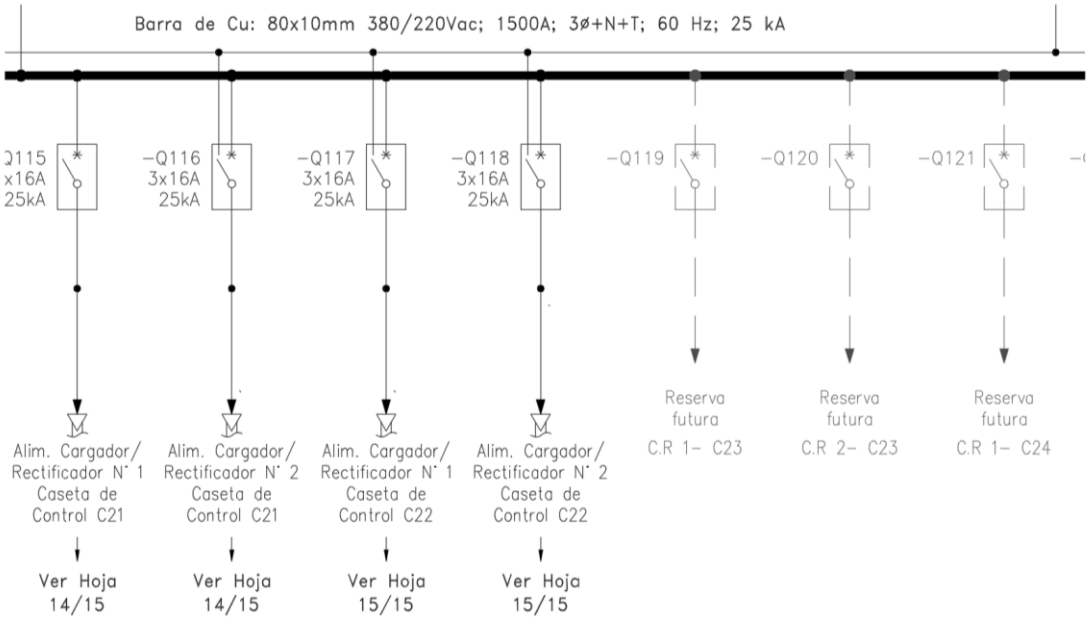


Figura 8. Cargador/Rectificador para circuitos DC de casetas C21 y C22 y reserva futura DC para casetas C23 – C24

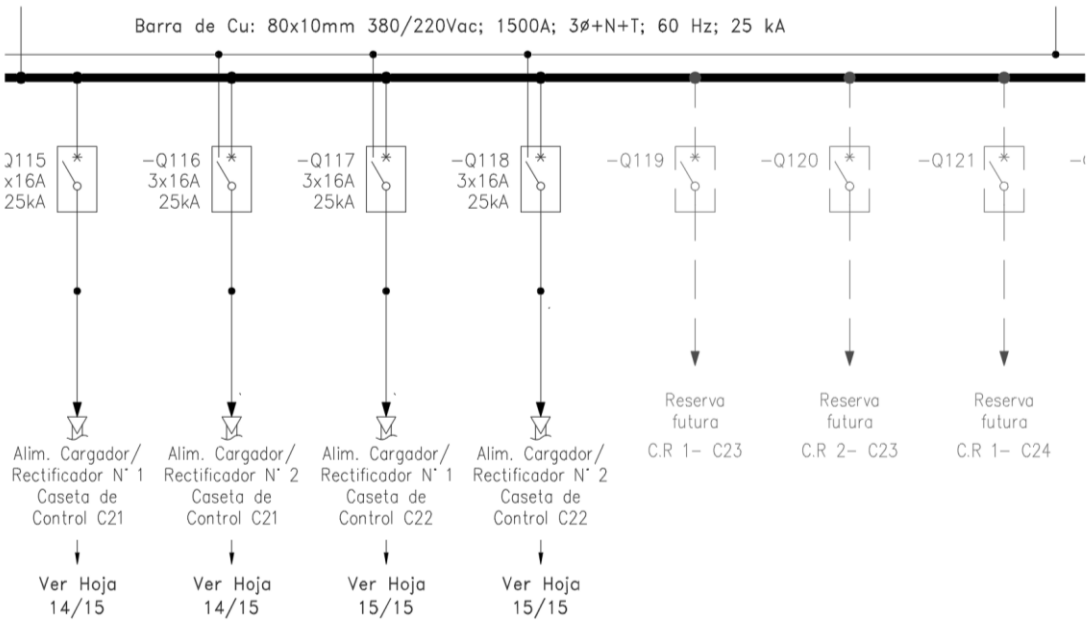


Figura 9. Cargador/Rectificador para circuito DC de casetas C21 y C23. Reserva futura DC para casetas C23 y C24

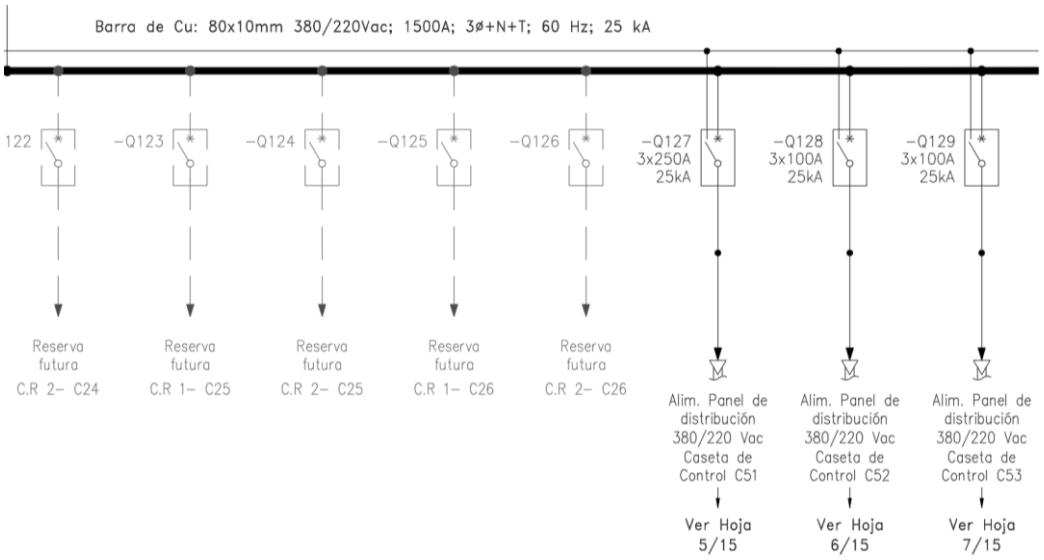


Figura 10.Reserva futura cargadores/rectificadores de casetas C24, C25 y C26; alimentadores de paneles de distribución en 380/220 Vac para casetas C51, C52 y C53.

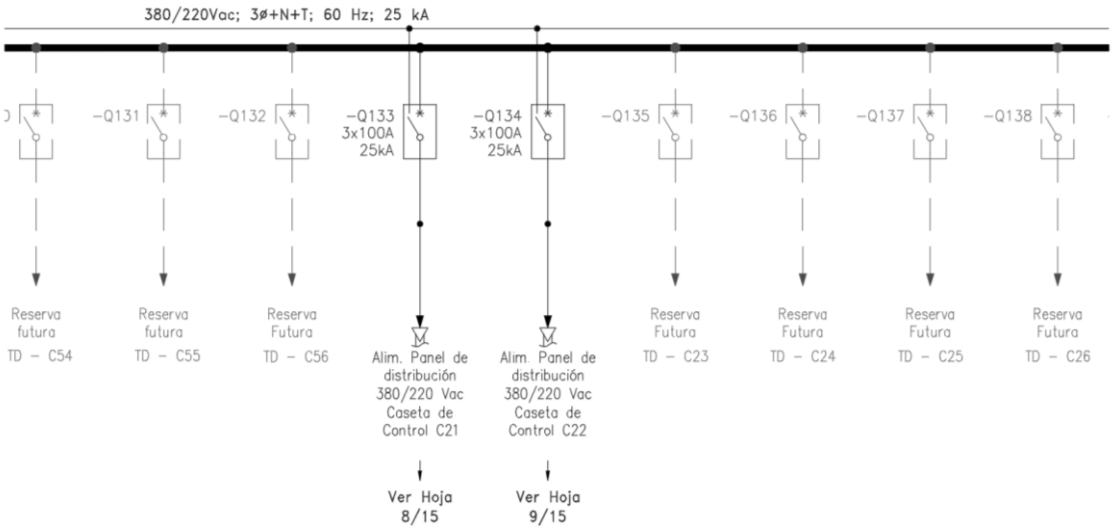


Figura 11. Alimentadores de paneles de distribución en 380/220 Vac de casetas C21 y C22; reserva futura de Tableros de Distribución de casetas C54, C55, C56, C23, C24, C25 y C26.

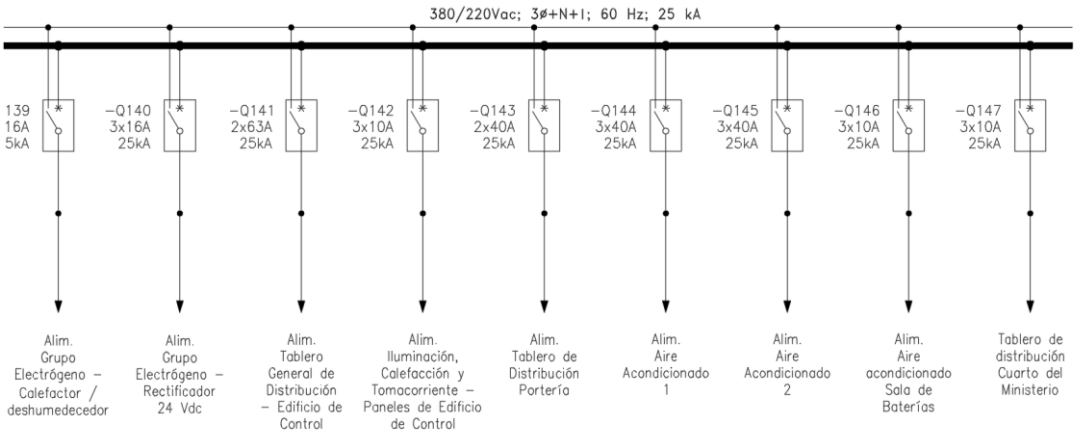


Figura 12.cargas correspondientes al uso del Grupo Electrógeno, tableros de distribución, iluminación, aire acondicionado, calefacción y tomacorriente.

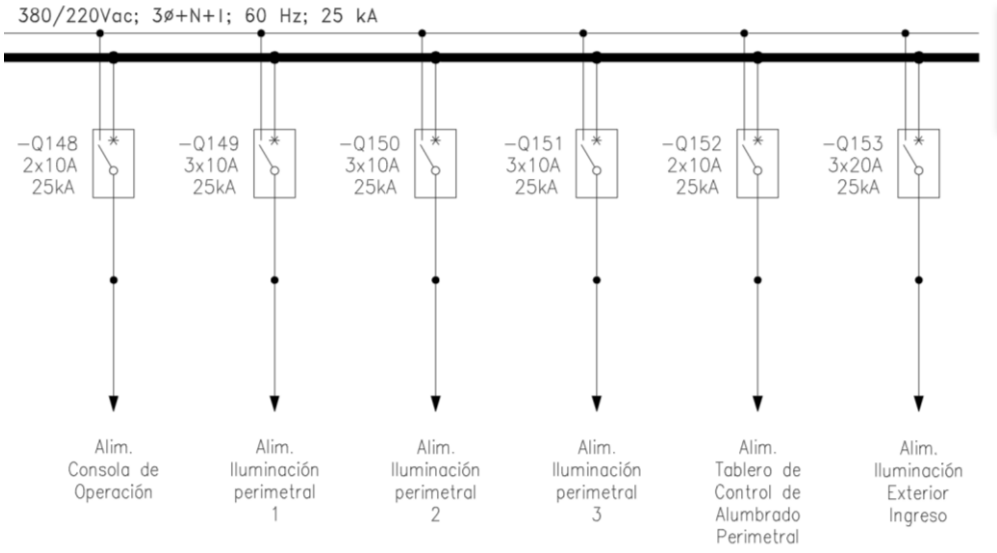


Figura 13. Alimentación de consola de operación y alumbrado.

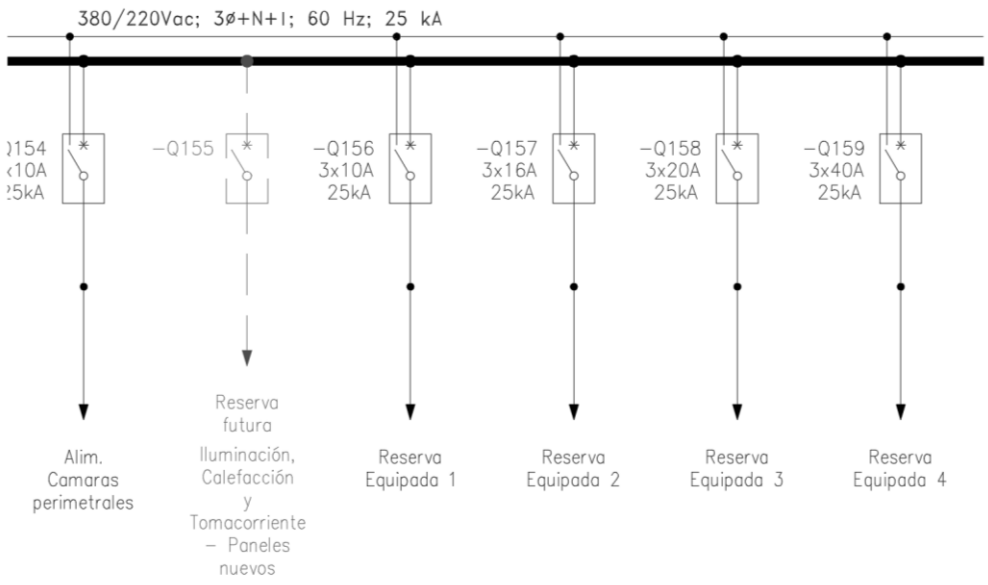


Figura 14. Alimentación de cámaras perimetrales y reservas futuras.

Las cargas del tablero general (figura 5), se detallan en la tabla 4, indicando la potencia consumida por cada circuito y el factor de demanda para calcular la máxima demanda correspondiente a los S.S.A.A. (las cargas futuras se encuentran sombreadas).

Tabla 4. Cuadro de cargas del Tablero General del edificio de control los Servicios Auxiliares de la S.E. Yarabamba 500/220/33 kV

CARGAS DEL DIAGRAMA UNIFILAR DE LOS SERVICIOS AUXILIARES 380/220 VCA					
Descripción De La Carga	Esencial [w]	Factor de potencia	Factor de demanda	Demanda esencial [W]	Demanda esencial [Var]
Alimentador Cargador /rectificador No 1 edificio de control	8333	0.85	0.50	4167	2582.16
Alimentador Cargador /rectificador No 2 edificio de control	8333	0.85	0.50	4167	2582.16
Alimentador Cargador /rectificador No 1 caseta de control C51	8333	0.85	0.50	4167	2582.16
Alimentador Cargador /rectificador No 2 caseta de control C51	8333	0.85	0.50	4167	2582.16
Alimentador Cargador /rectificador No 1 caseta de control C52	8333	0.85	0.50	4167	2582.16
Alimentador Cargador	8333	0.85	0.50	4167	2582.16

/rectificador No 2 caseta de control C52					
Alimentador Cargador /rectificador No 1 caseta de control C53	8333	0.85	0.50	4167	2582.16
Alimentador Cargador /rectificador No 2 caseta de control C53	8333	0.85	0.50	4167	2582.16
Reserva futura CR 1- C54	8333	0.85	0.31	4167	2582.16
Reserva futura CR 2- C54	8333	0.85	0.31	4167	2582.16
Reserva futura CR 1- C55	8333	0.85	0.31	4167	2582.16
Reserva futura CR 2- C55	8333	0.85	0.31	4167	2582.16
Reserva futura CR 1- C56	8333	0.85	0.31	4167	2582.16
Reserva futura CR 2- C56	8333	0.85	0.31	4167	2582.16
Alimentador Cargador /rectificador No 1 caseta de control C21	8333	0.85	0.50	4167	2582.16
Alimentador Cargador /rectificador No 2 caseta de control C21	8333	0.85	0.50	4167	2582.16
Alimentador Cargador /rectificador No 1 caseta de control C22	8333	0.85	0.50	4167	2582.16
Alimentador Cargador /rectificador No 2 caseta de control C22	8333	0.85	0.50	4167	2582.16
Reserva futura CR 1- C23	8333	0.90	0.31	4167	2582.16
Reserva futura CR 2- C23	8333	0.90	0.31	4167	2582.16
Reserva futura CR 1- C24	8333	0.90	0.31	4167	2582.16
Reserva futura CR 2- C24	8333	0.90	0.31	4167	2582.16
Reserva futura CR 1- C25	8333	0.90	0.31	4167	2582.16
Reserva futura CR 2- C25	8333	0.90	0.31	4167	2582.16
Reserva futura CR 1- C26	8333	0.90	0.31	4167	2582.16
Reserva futura CR 2- C26	8333	0.90	0.31	4167	2582.16
Alim. Panel de distribución 380/220 Vac caseta de control C51	8000	0.90	0.50	4000	1937.29
Alim. Panel de distribución 380/220 Vac caseta de	8000	0.90	0.50	4000	1937.29

control C52					
Alim. Panel de distribución 380/220 Vac caseta de control C53	8000	0.90	0.50	4000	1937.29
Reserva futura TD-C54	8000	0.90	0.31	4000	1937.29
Reserva futura TD-C55	8000	0.90	0.31	4000	1937.29
Reserva futura TD-C56	8000	0.90	0.31	4000	1937.29
Alim. Panel de distribución 380/220 Vac caseta de control C21	8000	0.90	0.50	4000	1937.29
Alim. Panel de distribución 380/220 Vac caseta de control C22	8000	0.90	0.50	4000	1937.29
Reserva futura TD-C23	8000	0.90	0.40	4800	1937.29
Reserva futura TD-C24	8000	0.90	0.40	4800	1937.29
Reserva futura TD-C25	8000	0.90	0.40	4800	1937.29
Reserva futura TD-C26	8000	0.90	0.40	4800	1937.29
Alim. Grupo Electrógeno – calefactor/deshumedecedor	360	0.90	1.00	360	174.36
Alim. Grupo electrógeno-Rectificador 24 Vdc	200	0.9	1	200	96.86
Alim. Tablero general de distribución -edificio de control	8000	0.90	0.50	4000	1937.29
Alim. Iluminación, Calefacción y Tomacorriente – paneles de edificio de control	3920	0.85	0.25	980	474.64
Alim. Tablero de distribución portería	4828	0.90	1.00	4828	2338.31
Alim. Aire acondicionado 1	6720	0.90	1.00	1660	3254.64
Alim. Aire acondicionado 2	6720	0.90	1.00	1660	3254.64
Alim. Aire acondicionado Sala de baterías	1660	0.90	1.00	1660	803.97
Tablero de distribución Cuarto del ministerio	2920	0.90	0.50	1460	707.11
Alim. Consola de operación	380	0.9	1	380	184.04
Alim. Iluminación perimetral 1	10274.67	0.9	0.75	4500	3732.19

Alim. Iluminación perimetral 2	10274.67	0.9	0.75	4500	3732.19
Alim. Iluminación perimetral 3	10274.67	0.9	0.75	4500	3732.19
Alim. Tablero de control de alumbrado perimetral	15412	0.9	0.75	4500	5598.28
Alim. Iluminación exterior ingreso	10274.67	0.9	0.75	4500	3732.19
Alim. Cámaras perimetrales	2920	0.90	0.50	1460	707.11
Reserva futura iluminación, calefacción y tomacorriente	3920	0.85	0.25	980	607.35
Reserva equipada 1					
Reserva equipada 2					
Reserva equipada 3					
Reserva equipada 4					
DEMANDA INSTALADA	220627		0.64	140769	74948.38
DEMANDA FUTURA	176582		0.5	58380	50502.72
TOTAL	397209		0.57	199149	125451.1

(*) Los cuadros de las derivaciones del tablero general se encuentran en el anexo 2 y los diagramas unifilares en el anexo 1.

1.15. CARGAS Y DIAGRAMAS UNIFILARES EN 125 VDC

Las cargas alimentadas en los circuitos en DC, de voltaje 125 V, alimentadas por los cargadores/rectificadores vistos en los tableros de distribución en 380/220 Vac, se distribuyen por el edificio de control y las casetas C51, C52, C53, C21 y C22; cada circuito se encuentra alimentado por bancos de baterías de 10 horas de autonomía, con capacidad de 100, 150 y 300 AH, dependiendo del circuito.

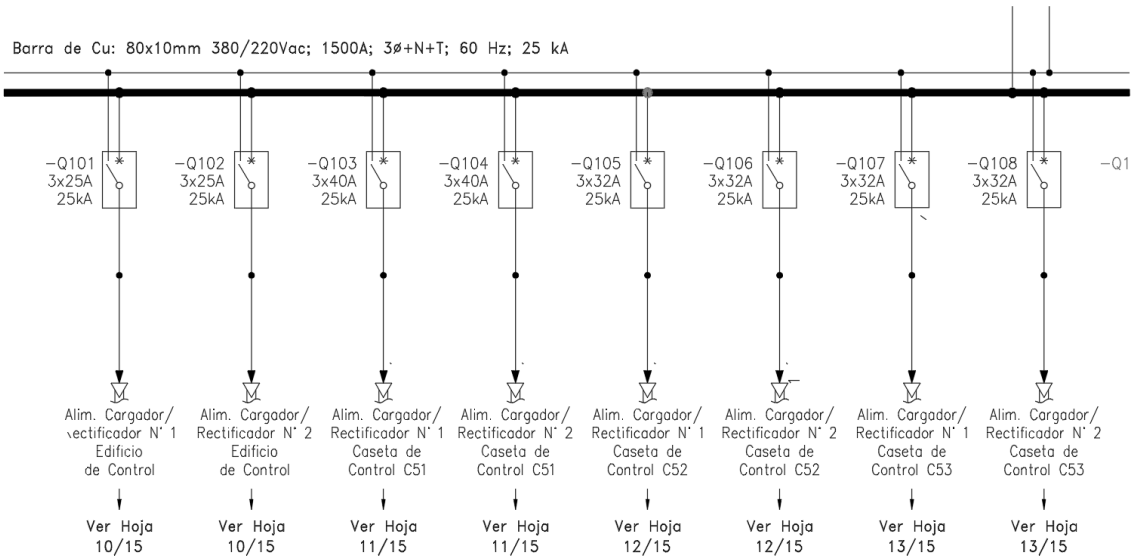


Figura 15. Alimentadores de los rectificadores del tablero general del edificio de control 380, para los circuitos DC del edificio de control, caseta C51, Caseta C52 y caseta C53

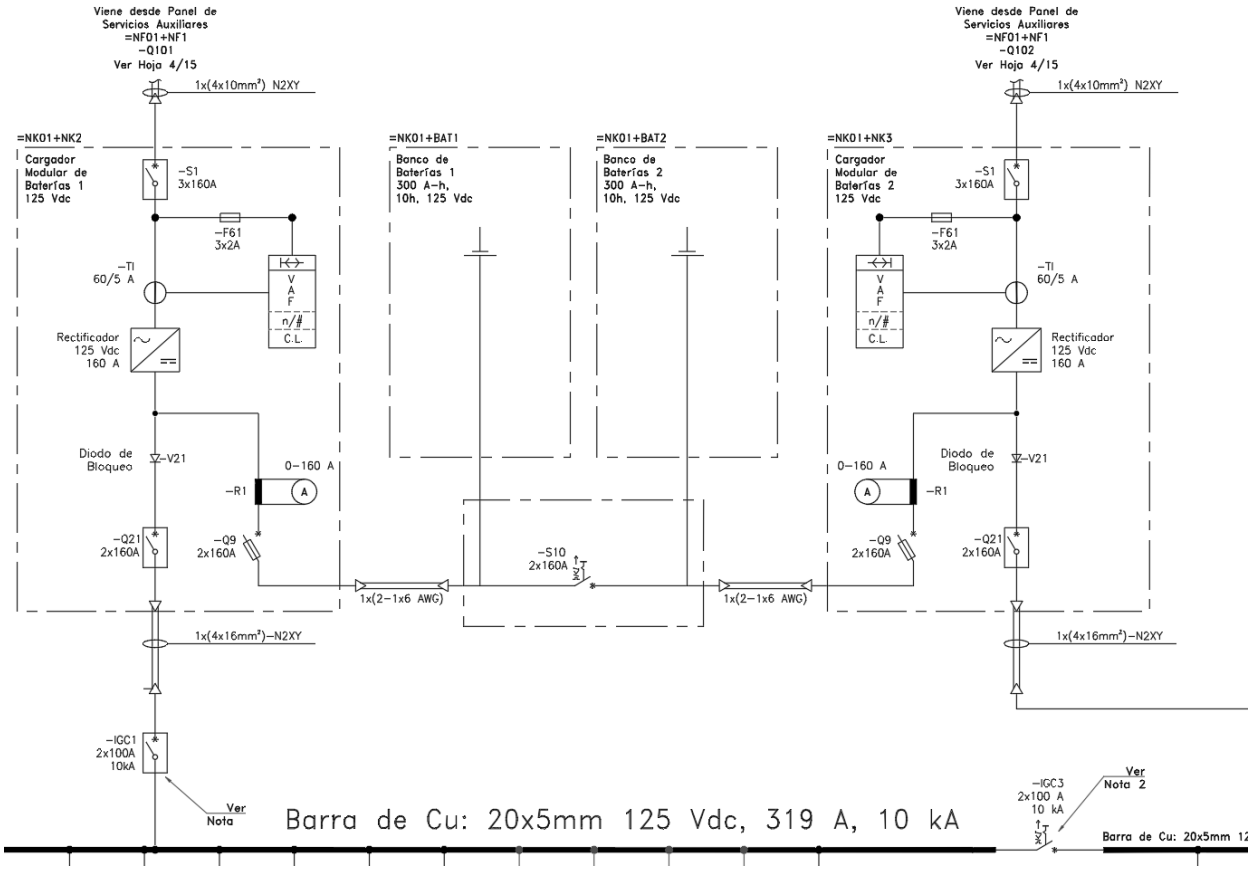


Figura 16. Módulo de carga y alimentación de circuito DC del edificio de control, con banco de baterías de autonomía de 10 horas y capacidad de 300 A-H.

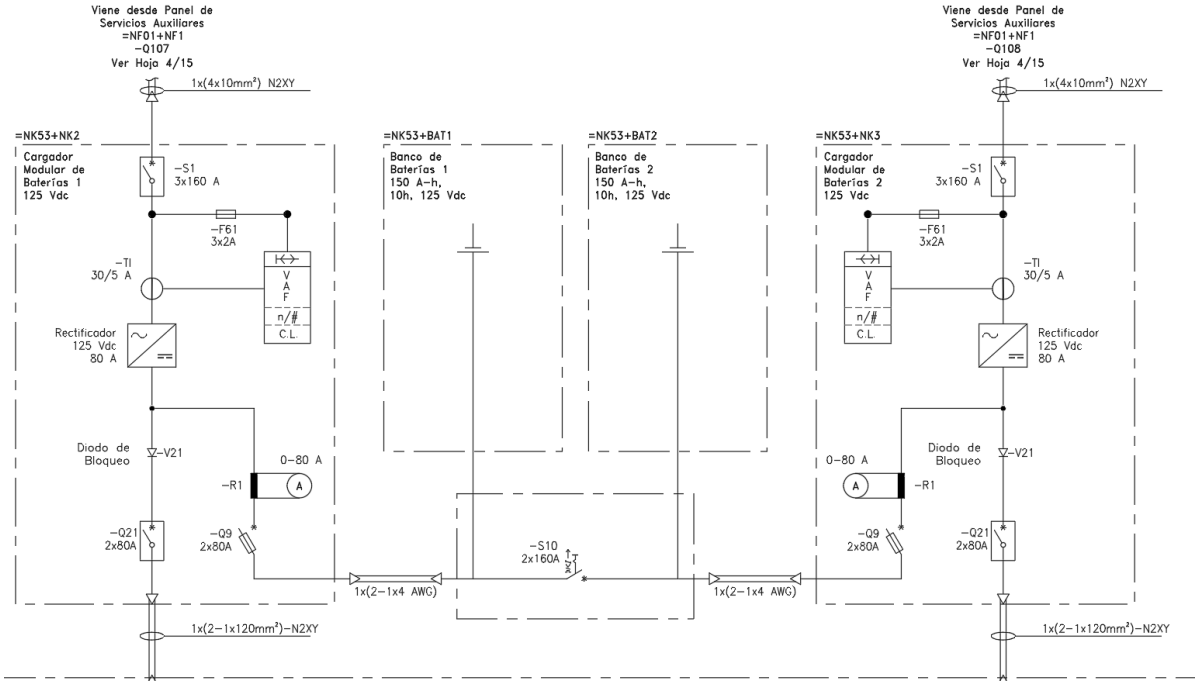


Figura 17. Módulo de carga y alimentación de circuito DC de las casetas de control C51, C52 y C53; con banco de baterías de autonomía de 10 horas y capacidad de 150 A-H.

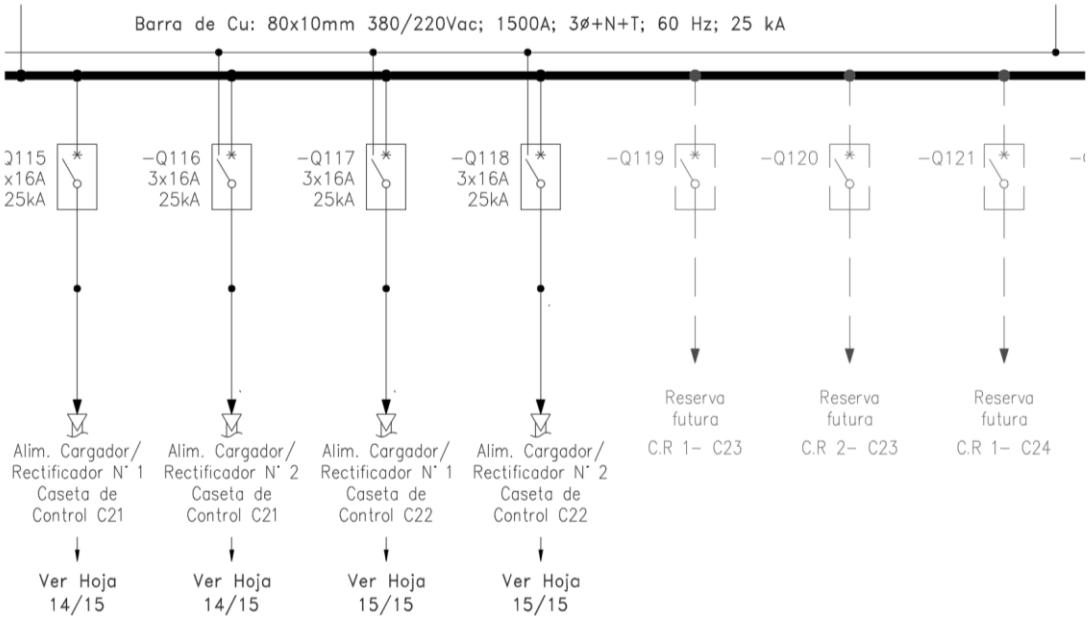


Figura 18. Alimentadores de los rectificadores del tablero general del edificio de control 380/220 VAC, para los circuitos DC de las casetas de control C21 y C22.

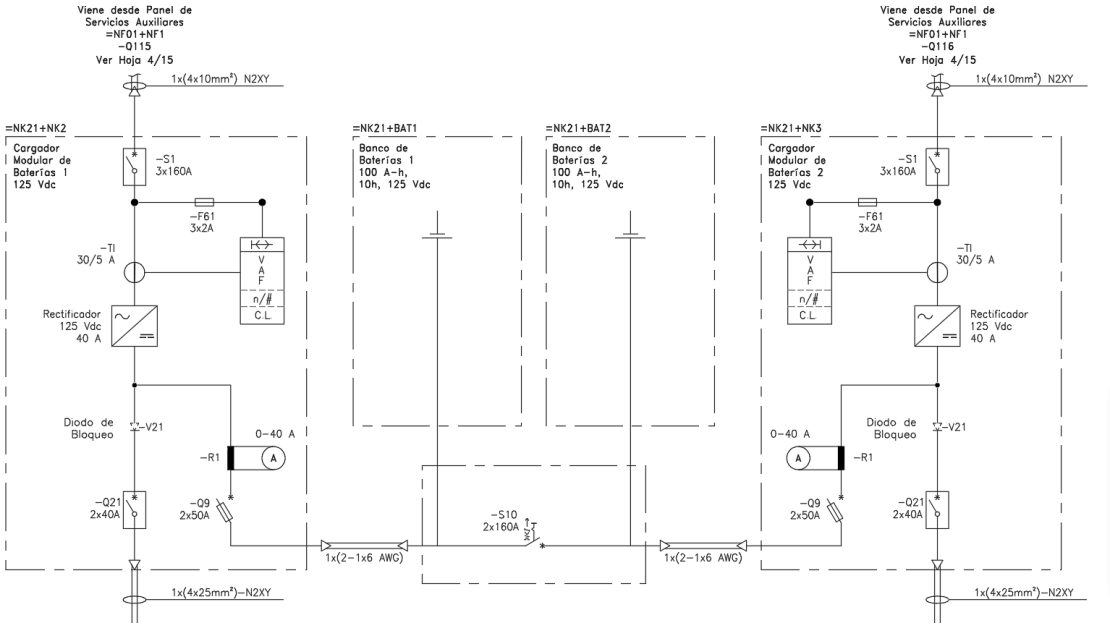


Figura 19. Módulo de carga y alimentación de circuito DC del edificio de control, con banco de baterías de autonomía de 10 horas y capacidad de 100 A-H.

Para el cálculo de 125 VCC, se consideran los siguientes criterios:

- Se parte de los valores típicos de consumo de potencia para los dispositivos conectados.
- A partir de lo anterior, se determina la carga en cada circuito, en correspondencia con el número de cada mini interruptor automático en la distribución de servicios auxiliares de 125 Vcc.
- Se discriminan las cargas continuas (conectadas permanentemente) y momentáneas (conectadas en ciertas condiciones, no permanentes). (tabla 9 y 10)
- Con base en los datos anteriores se determina la corriente de consumo continuo según la práctica recomendada y se le aplica un factor de reserva del 10%. Lo anterior se vuelve dato de entrada para el cálculo de la corriente nominal del cargador de baterías. A continuación, se determina si las características calculadas para el cargador de baterías, con base en la corriente de consumo continuo, soportarán las cargas momentáneas; y se efectúan los ajustes a que haya lugar.
- Se definen las características de los mini interruptores para cada circuito con base en la carga conectada, la capacidad de extinción (cortocircuito) y su coordinación con otros mini interruptores ubicados aguas abajo.

Tabla 5. Descripción de tiempo de uso de cargas en DC

Descripción	Carga [W]	Continua	Momentánea	Tiempo de acción [s]	Energía [Wh]
Controlador de S.E.	210	x			
Sincronizador de tiempo GPS	20	x			
Switch de comunicaciones SAS	65	x			
Router	65	x			
Red Box	28	x			
PDC	25	x			
RTU	80	x			
Multiplexor SDH	300	x			
PLP	200	x			
Contador de Operaciones	7.5	x			
Teleprotección	22	x			
I/O Box	50	x			
IHM	300	x			
Contador de Energía	30	x			
Controlador de SSAA	50	x			
Controlador de Bahía	50	x			
Protección multifuncional	50	x			
Protección diferencial de barras Unidad de Bahía	50	x			
Protección diferencial de barras Unidad Central	120	x			
Relé de mando sincronizado	35	x			
Registrador de fallas unidad distribuida/unidad central	30	x			
Circuito de cierre 1 interruptor 220 kV	936		x	0.06	0.02
Circuito de cierre 2 interruptor 220 kV	936		x	0.06	0.02
Circuito de apertura 1 Interruptor 220 kV	936		x	0.06	0.02
Circuito de apertura 2 Interruptor 220 kV	936		x	0.06	0.02

Control Seccionador 500/220 kV	100	x			
Motor interruptor 220 kV	2061		x	15	8.59
Motor Seccionador 220 kV	200		x	10	0.56
Regulador de tensión	81	x			
Gabinete demando local Transformador	90	x			
Control de ventiladores	70	x			
Fuente de tensión auxiliar – control de temperatura	70	x			
Respirador regenerable	1400		x		
Relé de sello	256		x		
inversor	250	x			
Relés auxiliares	1		x	0.02	0.00
Relé de disparo y bloqueo	48		x	0.02	0.00
Sistema de detección contra incendio	1200		x	0.01	0.00
Motor interruptor transferencia automática	150		x	0.02	0.00
Circuito cerrado de televisión - CCTV	500	x			

Tabla 6. Características de las Cargas C.A. y CC de los servicios auxiliares

Descripción	Carga [W]	esencial	No esencial
Interruptor 220 kV – calefacción caja	126	X	
Interruptor 220 kV – Iluminación caja	60	x	
Interruptor 220 kV – Tomacorriente caja	1500	x	
Seccionador 220 kV – calefacción caja	58	x	
Seccionador 220 kV – iluminación caja	25	x	
Seccionador 220 kV – tomacorriente caja	660	x	
Motor seccionador 500/220 kV	470	x	
Autotransformador 3f – calefacción caja	100	x	
Autotransformador 3f – Iluminación caja	15	x	
Autotransformador 3f – Tomacorriente caja	1760	x	
Autotransformador 3f – Ventilador de enfriamiento	1700	x	
Cambiador de taps - Motor	1579	x	
Cambiador de taps – calefacción	235	x	
Cambiador de taps – Iluminación	25	x	

Cambiador de taps - Tomacorriente	1200	x	
Gabinete – calefacción 0.8 x 0.8	100	x	
Gabinete – iluminación 0.8 x 0.8	60	x	
Gabinete – Tomacorriente 0.8 x 0.8	1200	x	
Cargador de baterías 125 – caseta 1 – 220kV		x	
Tablero de distribución (iluminación y tomas) – caseta 1 – 220 kV	4000	x	
Patio – caja multi tomas – 3f, 380 V, 30 A	6000	x	
Aire acondicionado sala de control – Edificio/Caseta	6720	x	
Aire acondicionado sala de baterías -Edificio/Caseta	1660	x	
Portería – tablero de distribución	4828	x	
Iluminación perimetral	7706	x	
Iluminación de patio 500 kV / 220 kV	7706	x	
Sistema de detección de incendios	500	x	
Sistema de precalentamiento Grupo Electrógeno	200	x	
Sistema de CCTV	2600	x	

1.1.11 Circuito DC de edificio de control

A continuación, la tabla 12 muestra las cargas del edificio de control en 125 Vdc

Tabla 7. Cargas del Circuito de Distribución del Edificio de Control – 125 Vdc

Edificio de control: Cargas De Circuito De Distribución Continua 125 Vcc		
Descripción de la carga	Carga continua [W]	Carga Momentánea [W]
Alimentador servidor principal SYS1	210	
Alim. Switch 1	65	
Alim. Firewall 1	28	
Alim HMI Principal -KVM1	300	
Alim. Servidor SNPT-GPS (principal)	20	
Alim. Sistema de Transferencia Automática (principal)	150	
Alim. Multiplexores y Amplificador Óptico IPG 1UR hacia Ocoña y Montalvo (principal)	900	
Alim. Multiplexores y Amplificador hacia Poroma y Socabaya (principal)	900	
Alim. Teleprotección 1 de L-2065	75	
Alim. Teleprotección 1 de L-2066	75	
Alim. Teleprotección 1 de L-5035	75	

Alim. Panel de conectividad y red de Datos (principal)	28	
Alim. Multiplexores y Amplificador Óptico IPG 1UR hacia líneas futura 500 kV (principal)	900	
Alim. Multiplexores hacia Líneas Futuras 500 kV (principal)	300	
Alim. Multiplexores hacia Líneas futuras 1-220 kV (principal)	300	
Alim. Multiplexores hacia Líneas futuras 2-220 kV (principal)	300	
Reserva Equipado 1		
Alim. Servidor principal SYS2	210	
Alim. Switch 2	65	
Alim. Firewall 2	28	
Alim. HMI principal – KVM2	300	
Alim. Servidor SNPT-GPS	20	
Alim. Sistema de transferencia Automática (respaldo)	150	
Alim. Concentrador de datos fasoriales (PDC)	210	
Alim. Multiplexores y amplificador Óptico IPG 1UR hacia Ocoña y Montalvo (respaldo)	900	
Alim. Multiplexores hacia Poroma y Socabaya (respaldo)	300	
Alim. Teleprotección 2 de L-2065	75	
Alim. Teleprotección 2 de L-2066	75	
Alim. Panel de conectividad y red de datos (respaldo)	65	
Alim. Panel CCTV- circuito cerrado de TV	500	
Alim. PC de gestión	480	
Alim. Multiplexores y Amplificador Óptico IPG 1UR hacia líneas futura 500 kV (respaldo)	900	
Alim. Multiplexores hacia Líneas Futuras 500 kV (respaldo)	300	
Alim. Multiplexores hacia Líneas futuras 1-220 kV (respaldo)	300	
Alim. Multiplexores hacia Líneas futuras 2-220 kV (respaldo)	300	
Reserva equipada 1		

TOTAL	6204	
TOTAL	3600	
TOTAL		

1.1.12 Circuito DC caseta de control C51

A continuación, la tabla 13 muestra las cargas de la caseta de control C51 en 125 Vdc

Tabla 8. Cargas de Circuito de Distribución 125 Vdc – caseta de control C51

Caseta de control C51: Cargas De Circuito De Distribución Continua 125 Vcc		
Descripción de la carga	Carga continua [W]	Carga momentánea [W]
Alim. Protección principal AT-104	50	
Alim. Circuito de disparo 1 de interruptor – corte A		936
Alim. Circuito de disparo 1 de interruptor – corte B		936
Alim. Circuito de disparo 1 de interruptor – corte A (principal)		936
Alim. Circuito de disparo 1 de interruptor – corte B (principal)		936
Alim. Switch de comunicaciones (red A)	65	
Alim. Controlador de Diametro1 (principal)		
Alim. Protección diferencial Barra A-AT-104 (principal)	120	
Alim. Motor de interruptor -corte A		2061
Alim. Control de mando de seccionadores – corte A	100	
Alim. Panel remoto de autotransformador AT-104	90	
Alim. Gabinete remoto del sistema de extinción de incendio AT-104 (principal)	1200	
Alim. Armario de cambio rápido AT-104-Gabinetes de control y regulación	90	
Alim. Mando sincronizado AT-104	100	
Alim. Medidor de Energía	30	

Alim. Tablero de conectividad	150	
Alim. Protección Principal AT-XXX futuro	280	
Alim. Circuito de disparo 1 de interruptor – corte C Futuro		936
Alim. Circuito de disparo 1 de interruptor – corte C (principal) Futuro		936
Alim. Protección diferencial diámetro 1 y AT-XXX (principal)	120	
Alim. Panel de remoto Sistema de Extinción de Incendio AT-XXX (principal)	1200	
Reserva Equipada 1		
Alim. Protección respaldo AT-104	50	
Alim. Circuito de Disparo 2 de interruptor – corte A		936
Alim. Circuito de disparo 2 de interruptor – corte B		936
Alim. Circuito de cierre de Interruptor – Corte A (respaldo)		936
Alim. Circuito de cierre de Interruptor – Corte B (respaldo)		936
Alim. Switch de comunicaciones (Red B)	65	
Alim. Controlador de diámetro 1 (respaldo)		
Alim. Protección diferencial Barra A y AT-104 (respaldo)	120	
Alim. Motor de interruptor- corte B		2061
Alim. Control de mando de seccionadores-corte B	100	
Alim. Gabinete remoto sistema de extinción de incendio AT-104 (respaldo)	500	
Alim. Registrador de fallas UB	7.5	
Alim. Protección respaldo AT-XXX Futuro	280	
Alim. Circuito de disparo 2 de interruptor – corte C Futuro		936
Alim. Circuito de cierre de interruptor – corte C (respaldo) Futuro		936
Alim. Protección diferencial Diámetro 1 y AT-XXX (respaldo)		280

Alim. Motor de interruptor- Corte C Futuro		2061
Alim. Control de mando de seccionadores – Corte C Futuro	280	
Alim. Mando sincronizado AT-XXX Futuro	30	
Alim. Panel remoto de Autotransformador AT-XXX Futuro	90	
Alim. Panel remoto sistema de extinción de incendio AT-XXX (respaldo)		1200
Alim. Armario de cambio rápido de AT-XXX-Gabinetes de control y regulación	1500	
Alim. Control para interruptor – IGA1		
TOTAL	2837.5	11610
TOTAL (AMPLIACION)	4060	7285

1.1.13 Circuito DC de caseta C52

A continuación, la tabla 14 muestra las cargas de la caseta de control C52 en 125 Vdc

Tabla 9. Cargas de Circuito de Distribución 125 Vdc – caseta de control C52

Edificio de control C52: Cargas De Circuito De Distribución Continua 125 Vcc		
Descripción de la carga	Carga Continua [W]	Carga momentánea [W]
Alim. Protección principal L-5033		280
Alim. Protección principal L-5035		280
Alim. Protección principal R-30		280
Alim. Protección terciario L-5033 (principal)		280
Alim. Protección terciario L-5035 (principal)		280
Alim. Protección terciario R-30 (principal)		280
Alim. Circuito de disparo 1 de interruptor -corte A		936
Alim. Circuito de disparo 1 de interruptor -corte B		936
Alim. Circuito de disparo 1 de interruptor -corte C		936

Alim. De circuito de interruptor de Bahía R-30		936
Alim. Circuito de cierre de interruptor- corte A (principal)		936
Alim. Circuito de cierre de interruptor- corte B (principal)		936
Alim. Circuito de cierre de interruptor- corte C (principal)		936
Alim. Circuito de cierre de interruptor de bahía R-30 (principal)		936
Alim. Switch de comunicaciones (Red A)	65	
Alim. Controlador de Diámetro 2 (principal)	210	
Alim. Controlador de R-30 (Principal)	210	
Alim. Protección diferencial de barra B y Línea UC, L-5035 y L-5033 (principal)	120	
Alim. Protección diámetro 2 (principal)		
Alim. Motor de interruptor de bahía R-30		2061
Alim. Control de mando de seccionadores Bahía R-30	100	
Alim. Motor de interruptor-Corte A		2061
Alim. Control de mando de seccionadores -corte A	100	
Alim. Gabinete remoto sistema de extinción de incendio R-30 principal	500	
Alim. Armario de cambio rápido de R-30-control de reactor	150	
Alim. Mando sincronizado R-30	20	
Alim. Registrador de fallas UC y UB	7.5	
Alim. Medidor de energía	30	
Alim. Tablero de conectividad		
Reserva equipada 1		
Reserva equipada 2		
Reserva equipada 3		
Alim. Control para interruptor IGA1		
Alim. Protección respaldo L-5033	280	
Alim. Protección respaldo L-5035	280	

Alim. Protección respaldo R-30	280	
Alim. Protección terciario L-5033 (respaldo)	280	
Alim. Protección terciario L-5035 (respaldo)		
Alim. Protección terciario R-30 (respaldo)		
Alim. Circuito de disparo 2 de interruptor – corte A		936
Alim. Circuito de disparo 2 de interruptor – corte B		936
Alim. Circuito de disparo 2 de interruptor – corte C		936
Alim. Circuito de disparo 2 de interruptor de Bahía R-30		936
Alim. Circuito de cierre de interruptor- corte A (respaldo)		936
Alim. Circuito de cierre de interruptor- corte B (respaldo)		936
Alim. Circuito de cierre de interruptor- corte C (respaldo)		936
Alim. Circuito de cierre de interruptor de bahía R-30 (respaldo)		936
Alim. Switch de comunicaciones (Red B)	65	
Alim. Controlador de diámetro 2 (respaldo)		
Alim. Controlador de R-30 (respaldo)	210	
Alim. Protección diferencial de barra B y Línea UC, L-5035 y L-5033 (respaldo)	50	
Alim. Protección diámetro 2 (respaldo)		
Alim. Motor de interruptor – corte B		2061
Alim. Control de mando de seccionadores – Corte B	100	
Alim. Motor de interruptor – corte C		2061
Alim. Control de mando de seccionadores – Corte C	100	
Alim. Gabinete remoto Sistema de extinción de incendio R-30 (respaldo)	500	
Alim. Teleprotección 2 de L-5033	22	
Alim. Teleprotección 2 de L-5035	22	
Alim. Panel Onda Portadora de L-5033	40	

Alim. Panel Onda Portadora de L-5035	40	
Reserva equipada 1		
Reserva equipada 2		
Reserva equipada 3		
TOTAL	4621.5	24900

1.1.14 Circuito DC de caseta C53

A continuación, la tabla 15 muestra las cargas de la caseta de control C53 en 125 Vdc

Tabla 10. Cargas de Circuito de Distribución 125 Vdc – caseta de control C53

Edificio de control C53: Cargas De Circuito De Distribución Continua 125 Vcc		
Descripción de la carga	Carga continua [W]	Carga momentánea [W]
Alim. Protección principal R-31	210	
Alim. Circuito de disparo 1interruptor – corte A		936
Alim. Circuito de disparo 1interruptor – corte B		936
Alim. Circuito de cierre de interruptor – corte A (principal)		936
Alim. Circuito de cierre de interruptor – corte B (principal)		936
Alim. Switch de comunicaciones (red A)	65	
Alim. Controlador de diámetro 3 (principal)	50	
Alim. Controlador de R-31 (principal)	210	
Alim. Protección diferencial de barras diámetro 3 y R-31 (principal)	120	
Alim. Motor de interruptor – corte A		2061
Alim. Control de mando de seccionadores – corte A y derivación	100	
Alim. Gabinete remoto sistema de extinción de incendio R-31 (principal)	500	
Alim. Armario de cambio rápido de R-31-Control del reactor	150	
Alim. Mando sincronizado R-31	20	

Alim. Registrador de fallas de UC y UB	7.5	
Alim. Gabinete de conectividad		
Alim. Protección principal bahía de línea (futuro)	280	
Alim. Protección terciaria línea futura (principal)	280	
Alim. Circuito de disparo 1 de interruptor-corte C (futuro)		936
Alim. Circuito de cierre de interruptor- corte C (principal) futuro		936
Reserva equipada 1		
Alim. Control para interruptor-IGA1	25	
Alim. Protección respaldo R-31		40
Alim. Circuito de disparo 2 interruptor – corte A		936
Alim. Circuito de disparo 2 interruptor – corte B		936
Alim. Circuito de cierre interruptor -corte A (respaldo)		936
Alim. Circuito de cierre interruptor -corte B (respaldo)		936
Alim. Switch de comunicaciones (red B)	65	
Alim. Controlador de diámetro 3 (respaldo)		
Alim. Controlador de R-31 (respaldo)		
Alim. Protección diferencial de barras diámetro 3 y R-31 (respaldo)	50	
Alim. Motor de interruptor – corte B		2061
Alim. Control de mando de seccionadores -corte B	100	
Alim. Gabinete remoto sistema de extinción de incendio R-31 (respaldo)	500	
Alim. Medidor de energía	30	
Alim. Protección respaldo Línea Futura	280	
Alim. Protección terciaria línea Futura (respaldo)	280	
Alim. Circuito de disparo 2 de interruptor -corte C (futuro)		936
Alim. Circuito de cierre de interruptor – corte C (respaldo) Futuro		936

Alim. Motor de interruptor- corte C (futuro)		2061
Alim. Control de mando de seccionadores -Corte C y derivación (Futuro)	100	
Alim. Teleprotección Línea (Futuro)	22	
Alim. Onda portadora Línea (Futuro)	200	
Reserva equipada 1		
TOTAL	2202.5	11650
TOTAL (AMPLIACION)	1442	5805

1.1.15 Circuito DC de caseta C21

A continuación, la tabla 16 muestra las cargas de la caseta de control C21 en 125 Vdc

Tabla 11. Cargas de Circuito de Distribución 125 Vdc – caseta de control C21

Edificio de control C21: Cargas De Circuito De Distribución Continua 125 Vcc		
Descripción de la carga	Carga continua [W]	Carga momentánea [W]
Alim. Protección lado terciario AT-104 principal	210	
Alim. Circuito de disparo 1 de interruptor AT-104		936
Alim. Circuito de disparo 1 de interruptor de acople		936
Alim. Circuito de cierre de interruptor AT-104 (principal)		936
Alim. Circuito de cierre de interruptor de acople (principal)		936
Alim. Switch comunicaciones (red A)	65	
Alim. Controladores de AT-104 (principal)	50	
Alim. Controladores de acople (principal)	50	
Alim. Protección diferencial barras UC, AT-104 y acople (principal)	50	
Alim. Motor de interruptor AT-104		2061
Alim. Control de mando de seccionadores AT-104	100	
Alim. Control de mando de seccionadores de transferencia	100	

Alim. Mando sincronizado AT-104	20	
Alim. Tablero de conectividad		
Reserva equipada 1		
Reserva equipada 2		
Alim. Control para interruptor – IGA1		
Reserva equipada 1		
Alim. Protección principal acople	50	
Alim. Circuito de disparo 2 de interruptor AT-104		936
Alim. Circuito de disparo 2 de interruptor de Acople		936
Alim. De circuito de cierre de interruptor AT-104 (respaldo)		936
Alim. Circuito de cierre de interruptor de acople (respaldo)		936
Alim. Switch de comunicaciones (red B)	65	
Alim. Controladores de AT-104 (respaldo)	100	
Alim. Controladores de acople (respaldo)	50	
Alim. Protección diferencial barras UC, AT-104 y acople (respaldo)	50	
Alim. Motor de interruptor de acople		2061
Alim. Control de mando de seccionadores de acople	100	
Alim. Registrador de fallas UC y UB	7.5	
Alim. Medidor de energía AT-104	30	
Reserva equipada 1		
Reserva equipada 2		
TOTAL	1097.5	11610

1.1.16 Circuito DC de caseta de control C22

A continuación, la tabla 17 muestra las cargas de la caseta de control C22 en 125 Vdc

Tabla 12. Cargas de Circuito de Distribución 125 Vdc – caseta de control C22

Edificio de control C22: Cargas De Circuito De Distribución Continua 125 Vcc		
Descripción de la carga	Carga continua [W]	Carga Momentánea [W]
Alim. Protección principal L-2065	210	
Alim. Protección principal L-2066	210	
Alim. Protección terciaria L-2065 (principal)	50	
Alim. Protección terciaria L-2066 (principal)	50	
Alim. Circuito de disparo 1 de interruptor L-2065		936
Alim. Circuito de disparo 1 de interruptor L-2066		936
Alim. Circuito de cierre de interruptor L-2065 (principal)		936
Alim. Circuito de cierre de interruptor L-2066 (principal)		936
Alim. Switch comunicaciones (red A)	65	
Alim. Controladores de L-2065 (principal)	100	
Alim. Controladores de L-2066 (principal)	100	
Alim. Protección diferencial Barras L-2065 y L-2066 (principal)	50	
Alim. Motor de interruptor L-2065		2061
Alim. Control de mando de seccionadores L-2065	100	
Alim. Registrador Fallas UB	7.5	
Alim. Medidor de energía	30	
Reserva equipada 1		
Reserva equipada 2		
Alim. Control para interruptor – IGA1		
Alim. Protección respaldo L-2065	50	
Alim. Protección respaldo L-2066	50	
Alim. Protección terciaria L-2065 (respaldo)	50	
Alim protección terciaria L-2066 (respaldo)	50	

Alim. Circuito de disparo 2 de interruptor L-2065		936
Alim. Circuito de disparo 2 de interruptor L-2066		936
Alim. Circuito de cierre de interruptor L-2065 (reserva)		936
Alim. Circuito de cierre de interruptor L-2066 (reserva)		936
Alim. Switch comunicaciones (red B)	65	
Alim. Controladores de L-2065 (respaldo)	50	
Alim. Controladores de L-2066 (respaldo)	50	
Alim. Protección diferencial Barras L-2065 y L-2066	50	
Alim. Motor de interruptor L-20666		2061
Alim. Control de mando de seccionadores L-2066	100	
Alim. Tablero de conectividad		
Reserva equipada 1		
Reserva equipada 2		
TOTAL	1487.5	11610

1.16. RESUMEN DE CUADRO DE CARGAS

Del tablero general del edificio de control 380/220 Vac, (tabla 4 – sección 3.2),

Tabla 13: Resumen de resultados – Cargas de c.c. – Caseta de control

Tipo de demanda	Demanda [W]	Factor de demanda	Demanda esencial [W]	Demanda esencial [Var]
DEMANDA INSTALADA	**220627**	**0.64**	**140769**	**74948.38**
DEMANDA FUTURA	116760	0.5	58380	30502.72
TOTAL, PROYECTADO	397209	0.57	199149	105451.1

De la sección 3.4 se extrae el siguiente cuadro (Tabla 14), que resume el uso de carga continua y carga momentánea de los circuitos 125 Vdc.

Tabla 14. Cuadro resumen de cargas continua y momentánea de edificio y casetas de control en 125 Vdc

Descripción	Carga continua [w]	Carga momentánea [w]
EDIFICIO DE CONTROL	6204	-
CASETA DE CONTROL C51	2837.5	11610
CASETA DE CONTROL C52	4621.5	24900
CASETA DE CONTROL C53	2202.5	11650
CASETA DE CONTROL C21	1097.5	11610
CASETA DE CONTROL	1487.5	11610

1.17. DIMENSIONAMIENTO DE TRANSFORMADOR

La capacidad del transformador seleccionado surge del cálculo de la máxima demanda en la subestación, considerando la posterior ampliación (de tabla 4)

Tabla 15. Cálculo de máxima demanda de servicios auxiliares en subestación

Descripción	Características	Unidades
Demanda de la Ampliación instalada	140769	W
Máxima demanda de la Ampliación de la Subestación	58380	W
Total, demanda proyectada	199149	W
Factor de Potencia de la S.E.	0.95	Pu
Determinación de la Potencia del Transformador Calculada	209,6305	kVA

De la máxima demanda de la ampliación de la subestación, obtenida de 209,6305 kW se instala un transformador de distribución 3Ø de 250 KVA con relación de transformación de 10-22.9/0.38-0.22KV.

Figura 20. Tablero general de línea rural (SEAL)

Figura 21. Vista de tablero general por dentro

Figura 22. Alimentación de cargadores/rectificadores y tableros de distribución de las casetas 380/220 Vac

Figura 23. Interruptor general de panel de distribución en baja tensión de línea rural (SEAL)

Figura 24. Transformador de distribución de 250 kVA

Figura 25. Transformador de 250 kVA, instalado en biposte.

CAPITULO IV

CALCULOS ELECTRICOS DE ALIMENTADOR EN 10/22.9 kV

4. INTRODUCCIÓN

Esta sección muestra los cálculos eléctricos del alimentador para el nuevo transformador de 250 kVA para los servicios auxiliares.

1.18. REALIDAD PROBLEMÁTICA

Empresa ISA Transmantaro, encarga la elaboración de este proyecto que tiene por objetivo la instalación de un transformador trifásico a una red pública, mediante una Red Aérea de Distribución Primaria, como respaldo de suministro eléctrico de los S.S.A.A. de la Subestación de Potencia Yarabamba 500/220 KV.

1.19. PUNTO DE DISEÑO

Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S.A. SEAL, otorgó mediante Carta SEAL-GG/TEP-1927-2016 de fecha 23 de setiembre del 2016 la Factibilidad Eléctrica y fijación de Punto de Diseño para la ampliación del Sub Sistema de Distribución Primaria de los servicios auxiliares de la Subestación Yarabamba del Proyecto LT Mantaro - Montalvo, fijando como punto de diseño a partir de la estructura existente correspondiente a la subestación de distribución No 4442, ubicada en la Asociación de Ladrilleros Cono Sur Arequipa, para un nivel de tensión de 10-22.9 KV (**Operación inicial 10 KV y operación futura 22.9 KV)**

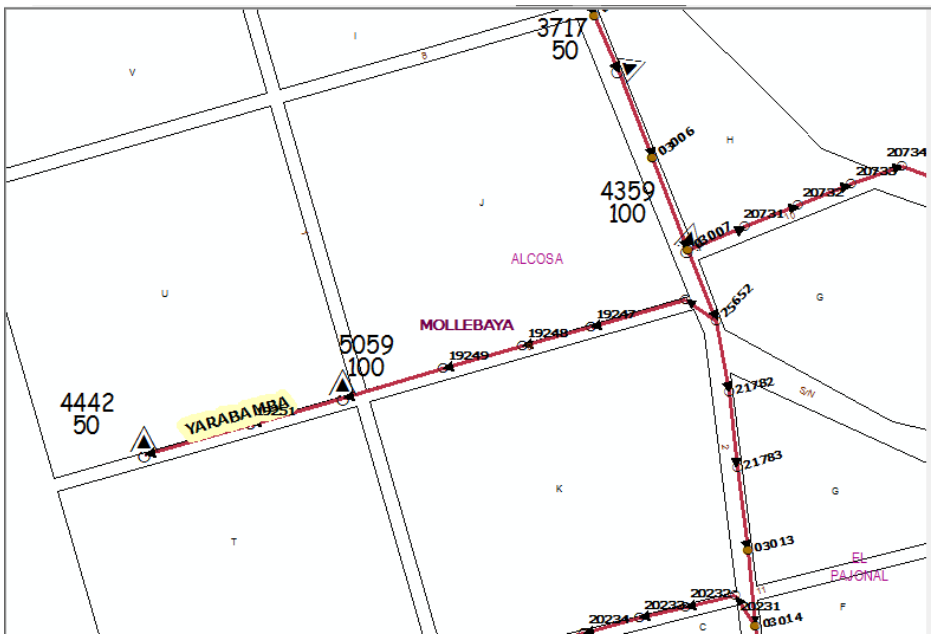


Figura 26. Ubicación de la subestación No 4442.

Figura 27. Subestación Aérea No 4442.

1.20. UBICACIÓN Y CARACTERISTICAS DEL LUGAR

La subestación Yarabamba 500/220 kV está Ubicada en el Distrito de Yarabamba de la Provincia de Arequipa, Departamento de Arequipa.

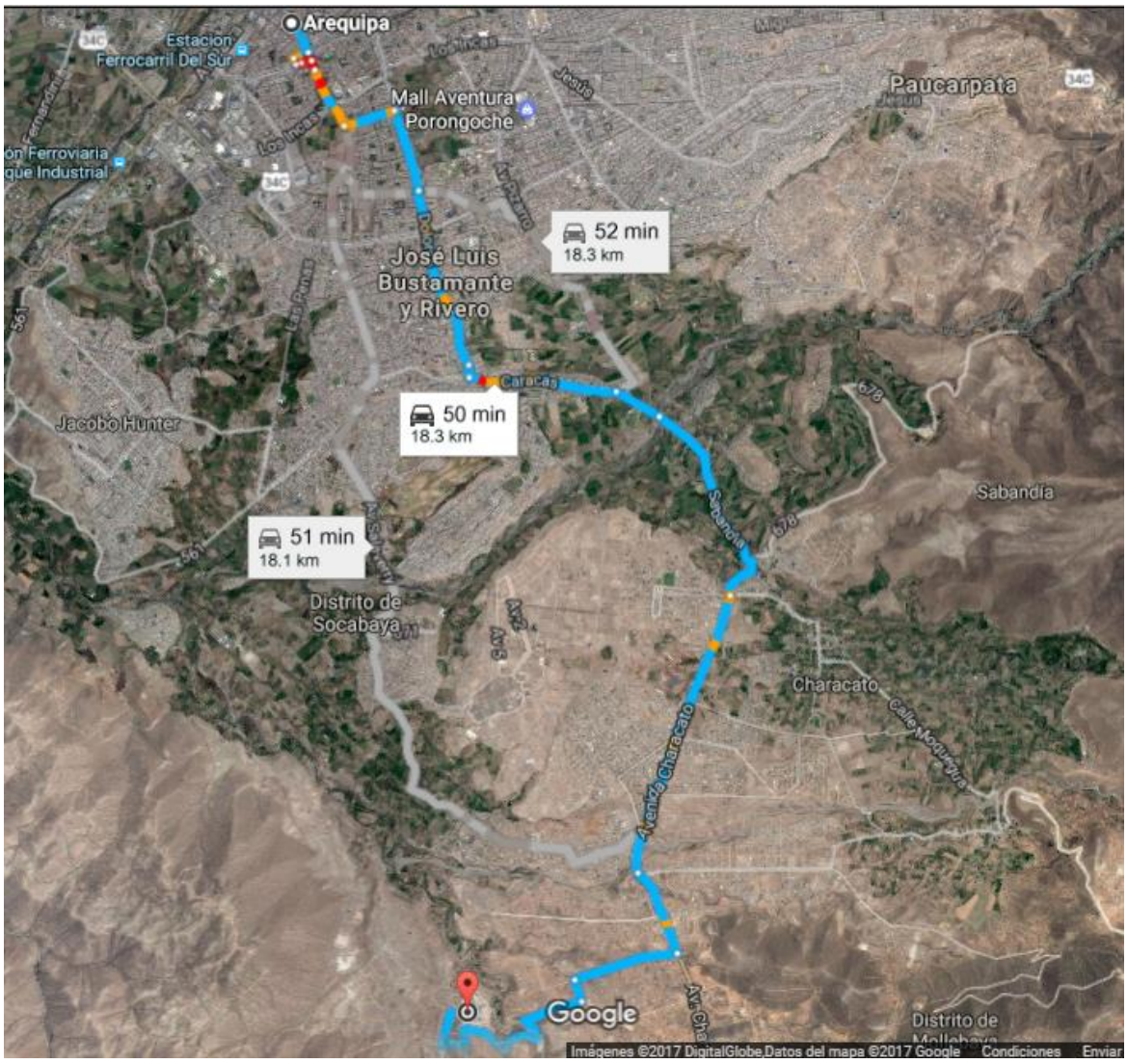


Figura 28. Ruta de la subestación de Yarabamba, desde el centro la ciudad de Arequipa

El acceso es a través de una pista asfaltada partiendo de la Ciudad de Lima hasta llegar a la ciudad de Arequipa habiendo recorrido 1019 Km, continuando por una pista asfaltada y afirmada desde la ciudad de Arequipa hasta la subestación de potencia Yarabamba habiendo recorrido 18.30 Km, llegando a la Subestación de potencia donde se encuentra ubicada el área del Proyecto.

1.21. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la instalación de una Subestación de distribución en 10-22.9/0.38-0.2 KV de 250 KVA (el cálculo de la potencia del transformador se especifica en 3.6), área biposte Proyectada y equipada con Transformador Trifásico, se iniciara desde el punto de diseño en Media Tensión dado por SEAL en la estructura de la Subestación de distribución No 4442, ubicada en la Asociación de Ladrilleros Cono Sur Arequipa, para un nivel de tensión de 10-22.9 KV (Operación inicial 10 KV y operación futura 22.9 KV, Según lo indicado por SEAL en Carta SEAL-GG/TEP-1927-2016). Esta nueva línea refuerza la alimentación para servicios auxiliares.

A continuación, una descripción general de la nueva línea de refuerzo:

- ❖ Sistema : Aéreo Trifásico
- ❖ Tensión Nominal : 10-22.9 kV.
- ❖ Frecuencia : 60 Hertz.
- ❖ Sub Estación : Aérea de 250 KVA 10-22.9/0.38-0.22 kV.
- ❖ Caída de tensión : Admisible; para zona hasta 5 %.

1.22. BASES DE CALCULO

La red primaria está diseñada para operar primero con valores de tensión de 10 KV, y posteriormente con 22.9 KV, para la operación futura del sistema de utilización en media tensión para los servicios auxiliares de la SE de Yarabamba, se considera las siguientes consideraciones para ambos niveles de tensión:

10 KV

- Cálculo de Caída de Tensión.
- Corriente Nominal.
- Cálculo de Tensión de Operación de Pararrayo.
- Distancias Mínimas de Seguridad.

22.9 KV

- Cálculo de coordinación de aislamiento.
- Cálculo de nivel de Aislamiento.

Demás consideraciones para estos fines, diseñados a partir del punto de alimentación fijado por SEAL.

Parámetros considerados:

- Caída de tensión máxima:

Red de Distribución Primaria : 5 % de la tensión nominal.

Tensión Nominal : 10 kV. (Se realizan los cálculos en el nivel de tensión más crítica)

- Factor de potencia : CosΦ = 0,95
- Factor de Simultaneidad : f.s. = 0.5

El nivel de aislamiento mínimo de los equipos eléctricos, considerando para un factor de corrección por altitud es igual a 1 cuando la altitud es menor a 1000 msnm, y está dado por los siguientes valores:

Para los accesorios y conductores en 22.9 kV. (Se está considerando 22.9 KV, para el futuro cambio de nivel de tensión)

- Tensión de operación máxima : 24 Kv

Considerando el nivel de contaminación en la zona, se ha establecido que las columnas aislantes de los equipos tengan una distancia de fuga mínima de 20 mm/kV, de acuerdo a la Norma IEC No 815.

Debido a la zona del proyecto que se encuentran ubicadas de 2,474 msnm. Aplicando el factor de corrección por altura (Fh = 1.1638), tenemos:

- Tensión de operación máxima : 27 Kv

1.23. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

En esta sección se definen las condiciones técnicas mínimas para el diseño de las redes primarias aéreas en 10 y 22.9 kV, de tal manera que garanticen los niveles mínimos de seguridad para las personas y las propiedades, y el cumplimiento de los Requisitos exigidos para un sistema económicamente adaptado.

En los cálculos realizados se han tomado en cuenta las prescripciones de las siguientes normas:

- Código Nacional de Electricidad (Suministro)
- Norma MEM/DEP

En forma complementaria, se han tomado en cuenta las siguientes normas internacionales:

- NESC (NATIONAL ELECTRICAL SAFETY CODE)
- REA (RURAL ELECTRIFICATION ASSOCIATION)
- U.S. BUREAU OF RECLAMATION - STANDARD DESIGN
- VDE 210 (VERBAND DEUTSCHER ELECTROTECHNIKER)
- IEEE (INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS)
- CIGRE (CONFERENCE INTERNATIONAL DES GRANDS RESSEAUX ELECTRIQUES)
- NORMA BRASILEÑA DE LINEAS DE TRANSMISION
- ANSI (AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE)
- IEC (INTERNATIONAL ELECTROTECNICAL COMISSION)

1.24. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD

1.1.17 Separación Mínima Horizontal o Vertical entre Conductores de un Mismo Circuito en los Apoyos

$$D = 0.60 \text{ m}$$

Esta distancia es válida tanto para la separación entre 2 conductores de fase.

1.1.18 Distancia Horizontal Mínima entre Conductores de un Mismo Circuito a Mitad de Vano

$D = 0.0076\ (U)\ (F_C) + 0.37f$ Para vanos hasta 180 m de longitud

$D = 0.0076\ (U)\ (F_C) + 0.65f$ Para vanos Mayores de 180 m de longitud

Donde:

U = Tensión nominal entre fases, kV

F_C = Factor de corrección por altitud

f = Flecha del conductor a la temperatura máxima prevista, m

Notas:

- Cuando se trate de conductores de flechas diferentes, sea por haberse partido de esfuerzos EDS diferentes, se tomará la mayor de las flechas para la determinación de la distancia horizontal mínima.

- Además de las distancias en estado de reposo, se deberá verificar, también, que bajo una diferencia del 40% entre las presiones dinámicas de viento sobre los conductores más cercanos, la distancia D no sea menor que 0.20 m.

1.1.19 Distancia Mínimas del Conductor a la Superficie del Terreno (CNE hasta 23 KV)

- En lugares accesibles sólo a peatones : 5.0 m
- En laderas no accesibles a vehículos o personas : 3.0 m
- En lugares con circulación de maquinaria agrícola : 6.0 m
- A lo largo de calles y caminos en zonas urbanas : 6.0 m
- En cruce de calles, avenidas y vías férreas : 7.0 m

Nota:

- Las distancias mínimas al terreno consignadas en el numeral 4.2.3 son verticales y determinadas a la temperatura máxima prevista, con excepción de la distancia a laderas no accesibles, que será radial y determinada a la temperatura en la condición EDS y declinación con carga máxima de viento.

- Para propósitos de las distancias de seguridad sobre la superficie del terreno, el conductor neutro se considera igual en un conductor de fase.

- En áreas que no sean urbanas, las líneas primarias recorrerán fuera de la franja de servidumbre de las carreteras. Las distancias mínimas del eje de la carretera al eje de la línea primaria serán las siguientes:

- En carreteras importantes : 25 m
- En carreteras no importantes : 15 m

Estas distancias deberán ser verificadas, en cada caso, en coordinación con la autoridad competente.

1.25. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

1.1.20 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Para los efectos del diseño eléctrico de líneas y redes primarias se tendrán en cuenta las siguientes características.

- Tensión de las Redes : 10 kV
- Frecuencia : 60 Hz
- Factor de potencia en atraso : 0.9
- Tipo de conductor : AAAC
- Sección (mm²) : 35
- Diámetro (mm) : 7.50
- Resistencia en c.c. a 20ºC (Ω/Km) : 2.15
- Coefic. de dilatación lineal (1/ºC) : 23E-5

1.1.21 CALCULO DE CAIDA DE TENSION

Se toma en cuenta el valor de 10 KV., por ser el menor valor de Tensión Crítico

La disposición de conductores para el sistema trifásico se muestra en la siguiente forma:

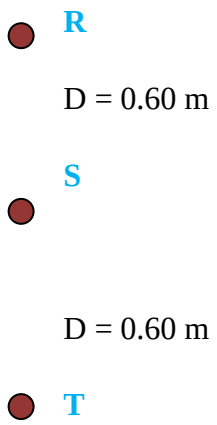


Figura 29. Disposición geométrica de los conductores

Se emplea conductor de tipo AAAC de 35 mm²

Distancia Media Geométrica

$$DMG = 0.756$$

Radio Medio Geométrico

$$RMG_{(35)} = 0.726 \times 7.56/2 = 2.42 \text{ mm}$$

Resistencia del Conductor a 40 ºC

$$R_{(40ºC)} = 1.03 \ \Omega/km$$

Reactancia Inductiva del Conductor

$$XL = 0.0028941 \times f \times \text{Log}\,(DMG/RMG)\ \Omega/km$$

$$f = 60\ Hz$$

$$XL = 0.43 \quad \Omega/Km$$

Impedancia de la Línea

$$Z = R_{40^o} \times \text{Cos}\alpha + XL \times \text{Sen}\alpha\ \Omega/Km$$

$$Z = 0.55\ \Omega/Km$$

Caída de Tensión

$$\%\Delta V_{3\phi} = 0.49(10\ kV)$$

$$\%\Delta V_{3\phi} = \frac{PL}{10V^2}Z$$

TRAMO		LONGITUD (metros)	CONDUCTOR	SECCION (mm2)	DMG (metros)	Numero de Hilos	RMG (mm)	Rca 40 ºC	XL Ω/km	ZL Ω/km
0–1	1	185	N2	70	0.756	19	3.58	0.57	0.40	0.21
	2	135	AL	120	0.756	19	4.68	0.30	0.38	0.00
	3	10.7	AAAC	95	0.756	19	4.17	0.38	0.39	0.06
	4	257.5	AAAC	95	0.756	19	4.17	0.38	0.39	0.06
1–2	5	799.1	AAAC	95	0.756	19	4.17	0.38	0.39	0.06
2–3	6	100	AAAC	95	0.756	19	4.17	0.38	0.39	0.06
	7	148.5	AAAC	85	0.756	19	3.94	0.44	0.40	0.11
3–4	8	674.7	AAAC	85	0.756	19	3.94	0.44	0.40	0.11
4–5	9	91.7	AAAC	85	0.756	19	3.94	0.44	0.40	0.11
5–6	10	422.6	AAAC	85	0.756	19	3.94	0.44	0.40	0.11
6–7	11	113.1	AAAC	85	0.756	19	3.94	0.44	0.40	0.11
7–8	12	301.7	AAAC	85	0.756	19	3.94	0.44	0.40	0.11
8–9	13	153	AAAC	120	0.756	19	4.68	0.30	0.38	0.00
	14	265.1	AAAC	35	0.756	7	2.42	1.03	0.43	0.55
9–10	15	186	AAAC	35	0.756	7	2.42	1.03	0.43	0.55
10–11	16	136.4	AAAC	85	0.756	19	3.94	0.44	0.40	0.11
	17	427.5	AAAC	85	0.756	19	3.94	0.44	0.40	0.11
11–12	18	115.5	AAAC	85	0.756	19	3.94	0.44	0.40	0.11
12–13	19	156.8	AAAC	85	0.756	19	3.94	0.44	0.40	0.11
13–14	20	436.9	AAAC	85	0.756	19	3.94	0.44	0.40	0.11
14–15	21	205.9	AAAC	85	0.756	19	3.94	0.44	0.40	0.11
15–16	22	91.8	AAAC	85	0.756	19	3.94	0.44	0.40	0.11
	23	710.8	AAAC	35	0.756	7	2.42	1.03	0.43	0.55
16–17	24	35.25	AAAC	35	0.756	7	2.42	1.03	0.43	0.55

Tabla 16. Características geométricas y eléctricas de conductores aéreos

TRAMO	ESTRUCTURAS		LONGITUD	CONDUCTOR	SECCION	Potencia	Potencia	Sum.Potenc.	FCT	Caida.Tens.	Sum. C.T.
	INICIO	FIN	(metros)		(mm2)	KVA	KW	KW.		%	%
0–1	SET SOCABAYA	19493	185	N2	70	100.00	47.50	47.50	0.000205	0.0018	0.00
	19493	19501	135	AL	120		0.00	47.50	0.000002	0.0000	0.00
	19501	2833	10.7	AAAC	95		0.00	47.50	0.000062	0.0000	0.00
	2833	2838	257.5	AAAC	95		0.00	47.50	0.000062	0.0008	0.00
1–2	2838	SE 4627	799.1	AAAC	95	30.00	14.25	61.75	0.000062	0.0031	0.01
2–3	SE 4627	2849	100	AAAC	95		0.00	61.75	0.000062	0.0004	0.01
	2849	2851	148.5	AAAC	85	1980.50	940.74	1002.49	0.000111	0.0165	0.02
3–4	2851	SE 3836	674.7	AAAC	85	1165.00	553.38	1555.86	0.000111	0.1160	0.14
4–5	SE 3836	13567	91.7	AAAC	85	37.50	17.81	1573.68	0.000111	0.0159	0.15
5–6	13567	2948	422.6	AAAC	85	100.00	47.50	1621.18	0.000111	0.0757	0.23
6–7	2948	2950	113.1	AAAC	85	315.00	149.63	1770.80	0.000111	0.0221	0.25
7–8	2950	17118	301.7	AAAC	85	62.50	29.69	1800.49	0.000111	0.0600	0.31
8–9	17118	25046	153	AAAC	120		0.00	1800.49	0.000002	0.0005	0.31
	25046	SE 1719	265.1	AAAC	35	50.00	23.75	1824.24	0.000554	0.2680	0.58
9–10	SE 1719	2962	186	AAAC	35	222.50	105.69	1929.93	0.000554	0.1989	0.78
10–11	2962	20250	136.4	AAAC	85		0.00	1929.93	0.000111	0.0291	0.81
	20250	2974	427.5	AAAC	85	355.00	168.63	2098.55	0.000111	0.0992	0.91
11–12	2974	16917	115.5	AAAC	85	50.00	23.75	2122.30	0.000111	0.0271	0.94
12–13	16917	SE 3942	156.8	AAAC	85	25.00	11.88	2134.18	0.000111	0.0370	0.97
13–14	SE 3942	SE 3717	436.9	AAAC	85	50.00	23.75	2157.93	0.000111	0.1042	1.08
14–15	SE 3717	SE 4359	205.9	AAAC	85	365.00	173.38	2331.30	0.000111	0.0531	1.13
15–16	SE 4359	25652	91.8	AAAC	85		0.00	2331.30	0.000111	0.0237	1.15
	25652	DS3	710.8	AAAC	35	50.00	10.00	2341.30	0.000554	0.9222	2.08
16–17	DS3	PMI	1955.4	AAAC	35	250	198	2539.3	0.000554143	2.75151	4.83
X–18	25652	3014	363.6	AAAC	85	50.00	23.75	2563.05	0.000111	0.1030	2.18
18–19	3014	SE 2843	279	AAAC	85	50.00	23.75	2586.80	0.000111	0.0798	2.26
19–20	SE 2843	3020	172.5	AAAC	85	25.00	11.88	2598.68	0.000111	0.0495	2.31
20–21	3020	25041	281.5	AAAC	85	275.00	130.63	2729.30	0.000111	0.0849	2.39
21–22	25041	2921	91.6	AAAC	85	25.00	11.88	2741.18	0.000111	0.0278	2.42
22–23	2921	23540	237.7	AAAC	85	100.00	47.50	2788.68	0.000111	0.0733	2.49
23–24	23540	S/E	38	AAAC	85		0.00	2788.68	0.000111	0.0117	2.51
	S/E	SE 3886	139	AAAC	95	30.00	14.25	2802.93	0.000062	0.0241	2.53
24–25	SE 3886	16328	242.3	AAAC	95		0.00	2802.93	0.000062	0.0421	2.57
	16328	SE 4161	679.9	AAAC	85	50.00	23.75	2826.68	0.000111	0.2124	2.78
25–26	SE 4161	SE 4259	663.8	AAAC	85	200.00	95.00	2921.68	0.000111	0.2143	3.00
26–27	SE 4259	3056	558.9	AAAC	85	500.00	237.50	3159.18	0.000111	0.1951	3.19
27–28	3056	SE 4322	331.1	AAAC	85	37.50	17.81	3176.99	0.000111	0.1163	3.31
28–29	SE 4322	3068	646.1	AAAC	85	100.00	47.50	3224.49	0.000111	0.2303	3.54
29–30	3068	SE 4323	77.8	AAAC	85	15.00	7.13	3231.61	0.000111	0.0278	3.57
30–31	SE 4323	SE 3246	742.1	AAAC	85	50.00	23.75	3255.36	0.000111	0.2670	3.83
31–32	SE 3246	3085	488.4	AAAC	35		0.00	3255.36	0.000554	0.8810	4.72
	3085	SE 3247	74.7	AAAC	35	100.00	47.50	3302.86	0.000554	0.1367	4.85

Tabla 17. Cálculo de caída de tensión desde SE Socabaya.

Se adjunta Diagrama Unifilar. (Ver Anexo A)

1.1.22 CORRIENTE NOMINAL

(Se toma en cuenta el valor de 10 KV., por ser el menor valor de Tensión (Crítico))

La corriente máxima a transportar está dada por la fórmula:

$$In = \frac{P}{\sqrt{3} * V}$$

Donde

In : Corriente Nominal

P : Potencia del transformador : 250 KVA

V : Tensión Nominal : 10 kV (Primario)

: 0.38 KV (Secundario)

Inp = 14.44 A

Ins = 379.84 A.

Corriente de diseño (Id)

Id = 1.25 x In

Idp = 18.05 A.

Ids = 474.80 A.

1.1.23 CALCULO DE PUESTA A TIERRA.

ρ : Resistividad eléctrica del terreno, Ohm-m

Tipo de Terreno	**Resistividades Típicas (Ohm-m)**		**Profundidad de Retorno (m)**	
	Mín.	**Máx.**	**Mín.**	**Máx.**
Arcilla, Limos	20	80	380	760
Tierras de cultivo	50	100	601	850
Arenas Arcillosas	80	200	760	1202
Tierra Aluvional	200	500	1202	1901
Pedregales y Dunas	300	3000	1472	4656

Tabla 18. Características resistivas del terreno

El proyecto presenta puesta a tierra: PAT-1.

Se selecciona las varillas de puesta a tierra de acuerdo al terreno. La naturaleza del terreno corresponde a un tipo de suelo de tierras arena arcillosa su resistividad será de 80 Ω-m.

a).- Puesta a nivel de tierra

$$Rt = \frac{\rho}{2\pi L} * Ln(\frac{4L}{D})$$

Donde:

Rt: Resistencia del terreno (Ω).

ρ: Resistividad del terreno (Ω-m).

L: Longitud de la varilla (m).

D: Diámetro de la varilla (m).

Cálculo de la resistencia del terreno:

ρ = 80 Ω-m.

L = 2.4 m.

D = 0.016 m.

Remplazando en la fórmula: Rt = 33.93

Para disminuir el valor de la resistencia se realizara un tratamiento al pozo mediante, tierra negra de cultivo, la puesta a tierra se hará con conductor desnudo de Cu. Cableado de 25 mm² de sección para media y baja tensión respectivamente.

1.26. DETERMINACION DEL NIVEL DE AISLAMIENTO DE LINEAS PRIMARIAS

La selección del nivel de aislamiento para la red primaria aérea para el Proyecto de Sistema de Utilización en Media Tensión para la Obra de "Ampliación de Red Primaria para los Servicios Auxiliares de la SE Yarabamba", se ha realizado de acuerdo a la Norma IEC Publicación 71, 1972

1.1.24 Criterios para la Selección del Nivel del Aislamiento

Los criterios que deberán tomarse en cuenta para la selección del aislamiento serán las siguientes:

- Sobretensiones atmosféricas
- Sobretensiones a frecuencia industrial en seco
- Contaminación ambiental

En la tabla No. 19 se muestran los niveles de aislamiento que se aplicarán a la línea, redes primarias en condiciones standard (Para el presente caso se ha de considerar el nivel de tensión 22.9 KV):

Tensión nominal entre fase (kV)	Tensión máxima entre fases (kV)	Tensión de sostenimiento a la onda 1.2/50 entre fases y fase a tierra (kVp)	Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase-tierra (kV)
22.9	36	160	70

Tabla 19. Niveles de aislamiento en la línea primaria

1.1.25 Factor de corrección por altitud

Los niveles de aislamiento consignado en el Cuadro anterior son válidos para condiciones atmosféricas estándares, es decir, para $1013x10^5$ N/m^2 y 20°C.

Según las recomendaciones de la Norma IEC 71-1, el nivel de aislamiento de las instalaciones situadas a altitudes superiores a 1000 m.s.n.m. y con temperaturas de operación superiores a 40°C, se incrementará en el valor de un factor de corrección Fc, definido como sigue:

$$Fc = Ft * Fh$$

a) Para una altitud H, en metros

$$Fh = 1 + 1.25\ (h - 1000) \times 10\text{-}4$$

b) Para una temperatura máxima t, en °C

$$Ft = \frac{273 + t}{313}$$

Donde:

h = Altitud sobre el nivel del mar, en m

Para la altura del área del proyecto y una temperatura de 40°C, se tiene:

Ft = 1 y Fh = 1.1638

1.1.26 Condiciones de diseño

- Tensión nominal de servicio : 22.9 KV
- Altura máxima del área del proyecto : 2,460 m.s.n.m.

- Nivel de contaminación ambiental área del proyecto : nula
- Factor de corrección : 1.1638
- Tipo de conexión del neutro : rígidamente puesto a tierra.

1.1.27 Contaminación Ambiental

Deberá verificarse el adecuado comportamiento del aislamiento frente a la contaminación ambiental. Para ello, se tomará como base las recomendaciones de la Norma IEC 815 "GUIDE FOR THE SELECTION OF INSULATORS IN RESPECT OF POLLUTED CONDITIONS"

Para propósitos de normalización, se han definido las siguientes cuatro (04) niveles de contaminación:

- Ligero
- medio
- pesado
- muy pesado

La tabla I de la Norma IEC 815, describe de forma aproximada los medios ambientes típicos de cada nivel de contaminación.

A cada nivel de contaminación descrito en la Tabla I, corresponde una línea de fuga específica mínima, en mm por kV (fase a fase), relativa a la máxima tensión de servicio.

La Tabla II de la Norma IEC 815 muestra los niveles de contaminación y las distancias de fuga específica que deben aplicarse.

La mínima longitud de fuga de un aislador rígido (tipo polimérico pin) o polimérico suspensión conectado entre fase y tierra, se determinará de acuerdo al nivel de contaminación del lugar, usando la siguiente relación:

Mínima longitud de fuga = mínima longitud de fuga específica (Tabla II) x máxima tensión de servicios entre fases.

La verificación de la longitud de la línea de fuga se hará en todos los casos. En ambientes limpios deberá considerarse, al menos, la contaminación correspondiente al grado pesado.

1.1.28 Tensiones de Sostenimiento y Líneas de Fuga de los Aisladores de uso normalizado en Líneas y Redes Primarias

En la tabla Nro. 15 se consignan las tensiones de sostenimiento a frecuencia industrial y a impulso atmosférico, así como las líneas de fuga de los aisladores tipo PIN y suspensión cuyo uso está normalizado.

En el caso que los cálculos llevados a cabo siguiendo el procedimiento establecido en este documento, determinarán aisladores de características eléctricas superiores a los consignados en el Cuadro Nro. 20 los Consultores especificarán sus correspondientes características.

NIVELES DE AISLAMIENTO	AISLADOR TIPO PIN 35 KV	AISLADOR TIPO SUSPENSIÓN POLIMÉRICO 36 KV
- Tensión de sostenimiento a la orden de impulso 1.2/50 kVp	160	170
- Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial (kV)	105	105
- Línea de fuga total (mm)	875	900

Tabla 20. Niveles de aislamiento para aislador de tipo PIN y de suspensión

5. CONCLUSIONES

- Se mejoro la confiabilidad de la alimentación de los servicios auxiliares, al tener un nuevo punto de alimentación (SEAL).
- Económicamente se ve una mejora debido a que ya no es tan primordial el uso del grupo electrógeno, debido al nuevo sistema de alimentación de SEAL.
- En base a los cuadros de carga se dimensiono el transformador para el refuerzo de alimentación de los Servicios Auxiliares de la subestación de Yarabamba.
- El informe presenta los cálculos justificativos para el correcto dimensionamiento de conductores, aisladores y protecciones.
- El cálculo de la máxima demanda, previo a la implementación del sistema de utilización, permite que no existan caídas de tensión, ni sobrecargas en la línea de transmisión.
- El nuevo sistema de utilización aumenta la garantía y autonomía sobre el funcionamiento de la subestación de potencia Yarabamba 500/220 kV, al no depender únicamente del grupo electrógeno y energía eléctrica de la propia subestación.
- Se recomienda siempre considerar las normas vigentes y demás regulaciones necesarias para poder tener la instalación en buenas condiciones, además de normas internacionales.

6. BIBLIOGRAFIA

- Juárez Cervantes, J. D. (1995). Sistemas de Distribución de energía eléctrica.
- Normas 018-2002-EM/DGE. Norma de procedimientos para la elaboración de proyectos
- Código Nacional de Electricidad -Suministro 2011
- Código Nacional de Electricidad -Utilización
- Decreto Ley No 25844, Ley de concesiones Eléctricas
- Decreto Supremo Nº 009-93 EM, Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas.
- Reglamento Nacional de Construcciones.
- Resoluciones Ministeriales (relativo a Sistemas Eléctricos para tensiones entre 1 y 36 kV-Media Tensión), vigentes.
- Reglamento, ITINTEC, ANSI, IEC.
- Ley de Protección del Medio Ambiente y Protección del Patrimonio Cultural de la Nación según corresponda.

ANEXO 1

DIAGRAMAS UNIFILARES DE SERVICIOS AUXILIARES

Cliente:	ISA TRANSMANTARO
Nombre del proyecto:	Línea de trarsmisión 500 kV Mantaro–Marcona–Socabaya–Montalvo
Orden:	AS5004
Subestación:	S.E. Yarabamba 500/220/33 kV
Equipamento:	Bahías en el alcance de proyecto
Título:	Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares
Código **de planos:**	PE–MAMO–21Z01–S–04–K7401

Símbolo	Descripción	Fecha	Descripción
A1	As Built	25–05–18	R. Tafur
E	Emitido para aprobación	04–10–16	R. Tafur
D	Emitido para aprobación	03–06–16	R. Tafur
C	Emitido para aprobación	02–02–16	R. Tafur
B	Emitido para aprobación	12–05–15	R. Tafur
A	Revisión Interna	06–05–15	R. Tafur

CONFORME A OBRA

Revisión	Descripción	Fecha	Nombre		
A1	As Built	25–05–18	R.I.	Fecha	25–05–18
E	Emitido para Aprobación	04–10–16	R.I.	Proyectado	C. Morales
D	Emitido para Aprobación	03–06–16	R.T.	Revisado	G. Moscoso
				Aprobado	R. Tafur

TRANSMANTARO

DPTO RESPONSABLE PSAC

S.E. Yarabamba 500/220/33 kV
Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares
Servicios Auxiliares
Portada

PE-MAMO-21Z01-S-04-K7401

PEABB-PSAC15-AS5004-DU-YAR-02

Hj.No. 1
15 Hojas

Hoja	Descripción	Hoja	Descripción	Hoja	Descripción
1	Portada				
2	Índice				
3	Nomenclatura				
4	Diagrama Unifilar servicios auxiliares 380/220 Vac – Edificio de Control				
5	Diagrama Unifilar servicios auxiliares 380/220 Vac – Caseta 51				
6	Diagrama Unifilar servicios auxiliares 380/220 Vac – Caseta 52				
7	Diagrama Unifilar servicios auxiliares 380/220 Vac – Caseta 53				
8	Diagrama Unifilar servicios auxiliares 380/220 Vac – Caseta 21				
9	Diagrama Unifilar servicios auxiliares 380/220 Vac – Caseta 22				
10	Diagrama Unifilar servicios auxiliares 125 Vdc – Edificio de Control				
11	Diagrama Unifilar servicios auxiliares 125 Vdc – Caseta 51				
12	Diagrama Unifilar servicios auxiliares 125 Vdc – Caseta 52				
13	Diagrama Unifilar servicios auxiliares 125 Vdc – Caseta 53				
14	Diagrama Unifilar servicios auxiliares 125 Vdc – Caseta 21				
15	Diagrama Unifilar servicios auxiliares 125 Vdc – Caseta 22				

CONFORME A OBRA

Revisión	Descripción	Fecha	Nombre		
A´	As Built	25-05-18	R.I.	Fecha	25-05-18
E	Emitido para Aprobación	04-10-16	K.I.	Proyectado	C. Morales
D	Emitido para Aprobación	03-06-16	R.T.	Revisado	G. Moscoso
				Aprobado	R. Tafur

TRANSMANTARO

DPTO RESPONSABLE PSAC

S.E. Yarabamba 500/220/33 kV
Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares
Servicios Auxiliares
Índice

PE-MAMO-21Z01-S-04-K7401

PEABB-PSAC15-AS5004-DU-YAR-02

Hj.No. 2
15 Hojas

Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
	Conexión a Tierra	Wr varh W.var A.V. n/# C.L.	Analizador de redes		
	Diodo de Bloqueo	I>/t	Interruptor Termomágneticco de Acople		
3N	Grupo Electrógeno		Interruptor Termomágneticco		
	Fusible		Transformador de Corriente		
	Rectificador		Descargador de sobretensión		
V	Voltímetro		Interruptor de Potencia		
A	Amperímetro con shunt de corriente		Indicación luminosa por fase		
3U<	Relé de bajc tensión Trifásico				
< U	Relé de bajc tensión Monofásico				
	Transformador de Potencia Zig-Zag				
	Banco de Baterías				

CONFORME A OBRA

Revisión	Descripción	Fecha	Nombre
A´	As Built	25-05-18	R.I.
E	Emitido para Aprobación	04-10-16	R.I.
D	Revisión Interna	03-06-16	R.T.

Fecha	25-05-18		
Proyectado	C. Morales		
Revisado	G. Moscoso		
Aprobado	R. Tafur		

TRANSMANTARO

DPTO RESPONSABLE
PSAC

S.E. Yarabamba 500/220/33 kV
Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares
Servicios Auxiliares
Nomenclatura

PE-MAMO-21Z01-S-04-K7401

PEABB-PSAC15-AS5004-DU-YAR-02

Hj.No. 3
15 Hojas

Leyenda de Tablero Proyectado

Símbolo	Descripción		Cantidad
	Interruptor termomagnético de Caja Moldeada	380–220 Vac	
		3x16 A, 3ø, 25 kA	4 u
		3x25 A, 3ø, 25 kA	2 u
		3x32 A, 3ø, 25 kA	4 u
		3x40 A, 3ø, 25 kA	2 u
		3x100 A, 3ø, 25 kA	4 u
		3x250 A, 3ø, 25 kA	1 u
		3x1200 A, 3ø, 25 kA	5 u
	Interruptor termomagnético de tipo RIEL DIN	380–220 Vac	
		2x10 A, 2ø, 25 kA	2 u
		2x40 A, 2ø, 25 kA	1 u
		2x63 A, 2ø, 25 kA	1 u
		3x10 A, 3ø, 25 kA	8 u
		3x16 A, 3ø, 25 kA	3 u
		3x20 A, 3ø, 25 kA	2 u
		3x40 A, 3ø, 25 kA	3 u

Alimentador 33 kV desde Delta Terciario de Autotransformador

Grupo Electrógeno 380/220 Vac 60 Hz 400 kW / 500 kVA (0 m.s.n.m) 372 kW / 465 kVA (2500 m.s.n.m)

-G01 (3N)

-T01 Transformador de SS.AA. Zig Zag 33 kV/ 0,380-0,220 kV 500 kVA

Alimentación Electrificación Rural

-QG1 3x1250A 25kA

-QT1 3x1250A 25kA

4x(4-1x120mm²) - N2XY

=NF01+NF1, +NF2, +NF3

Edificio de Control:
Panel de Servicios Auxiliares
=NF01+NF1, +NF2, +NF3
Circuitos de Distribución 380/220 Vac

-1H(R,S,T) -QU1 3x2A -F27.1 3U< -QF01 3x2A -QU2 3x2A -XU01 3x125A -V10 Vp: 400/230 V MCOV: 440 V 40 kA Tipo 2 -IGA1 3x1250A 25kA -TC1 1500/5 A Wh varh W,var A,V, n/# C.L. SAS

-2H(R,S,T) -QU5 3x2A -F27.2 3U< -QF02 3x2A -QU4 3x2A -XU02 3x125A -V20 Vp: 400/230 V MCOV: 440 V 40 kA Tipo 2 -IGA2 3x1250A 25kA -TC2 1500/5 A Wh varh W,var A,V, n/# C.L. SAS

REC 670

-3H(R,S,T) -QU6 3x2A -F27.3 3U< -QF03 3x2A -QU6 3x2A -XU03 3x125A -V30 Vp: 400/230 V MCOV: 440 V 40 kA Tipo 2 -IGE1 3x1250A 25kA -TC3 1500/5 A Wh varh W,var A,V, n/# C.L. SAS

Barra de Cu: 80x10mm 380/220Vac; 1500A; 3ø+N+T; 60 Hz; 25 kA

Empalme

-Q101 3x25A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Cargador/ Rectificador N° 1 Edificio de Control — Ver Hoja 10/15

-Q102 3x25A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Cargador/ Rectificador N° 2 Edificio de Control — Ver Hoja 10/15

-Q103 3x40A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Cargador/ Rectificador N° 1 Caseta de Control C51 — Ver Hoja 11/15

-Q104 3x40A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Cargador/ Rectificador N° 2 Caseta de Control C51 — Ver Hoja 11/15

-Q105 3x32A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Cargador/ Rectificador N° 1 Caseta de Control C52 — Ver Hoja 12/15

-Q106 3x32A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Cargador/ Rectificador N° 2 Caseta de Control C52 — Ver Hoja 12/15

-Q107 3x32A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Cargador/ Rectificador N° 1 Caseta de Control C53 — Ver Hoja 13/15

-Q108 3x32A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Cargador/ Rectificador N° 2 Caseta de Control C53 — Ver Hoja 13/15

-Q109 Reserva futura C.R 1- C54

-Q110 Reserva futura C.R 2- C54

-Q111 Reserva futura C.R 1- C55

-Q112 Reserva futura C.R 2- C55

-Q113 Reserva futura C.R 1- C56

-Q114 Reserva futura C.R 1- C56

-Q115 3x16A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Cargador/ Rectificador N° 1 Caseta de Control C21 — Ver Hoja 14/15

-Q116 3x16A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Cargador/ Rectificador N° 2 Caseta de Control C21 — Ver Hoja 14/15

-Q117 3x16A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Cargador/ Rectificador N° 1 Caseta de Control C22 — Ver Hoja 15/15

-Q118 3x16A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Cargador/ Rectificador N° 2 Caseta de Control C22 — Ver Hoja 15/15

-Q119 Reserva futura C.R 1- C23

-Q120 Reserva futura C.R 2- C23

-Q121 Reserva futura C.R 1- C24

-Q122 Reserva futura C.R 2- C24

-Q123 Reserva futura C.R 1- C25

-Q124 Reserva futura C.R 2- C25

-Q125 Reserva futura C.R 1- C26

-Q126 Reserva futura C.R 2- C26

-Q127 3x250A 25kA N2XY 1x(4-1x95mm²)-N2XY Alim. Panel de distribución 380/220 Vac Caseta de Control C51 — Ver Hoja 5/15

-Q128 3x100A 25kA N2XY 1x(4-1x50mm²)-N2XY Alim. Panel de distribución 380/220 Vac Caseta de Control C52 — Ver Hoja 6/15

-Q129 3x100A 25kA N2XY 1x(4-1x50mm²)-N2XY Alim. Panel de distribución 380/220 Vac Caseta de Control C53 — Ver Hoja 7/15

A

Empalme

380/220Vac; 3ø+N+T; 60 Hz; 25 kA

-Q130 Reserva futura TD - C54

-Q131 Reserva futura TD - C55

-Q132 Reserva Futura TD - C56

-Q133 3x100A 25kA N2XY 1x(4x25mm²) Alim. Panel de distribución 380/220 Vac Caseta de Control C21 — Ver Hoja 8/15

-Q134 3x100A 25kA N2XY 1x(4x35mm²) Alim. Panel de distribución 380/220 Vac Caseta de Control C22 — Ver Hoja 9/15

-Q135 Reserva Futura TD - C23

-Q136 Reserva Futura TD - C24

-Q137 Reserva Futura TD - C25

-Q138 Reserva Futura TD - C26

-Q139 3x16A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Grupo Electrógeno - Calefactor / deshumedecedor

-Q140 3x16A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Grupo Electrógeno - Rectificador 24 Vdc

-Q141 2x63A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Tablero General de Distribución - Edificio de Control

-Q142 3x10A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Iluminación, Calefacción y Tomacorriente - Paneles de Edificio de Control

-Q143 2x40A 25kA N2XY 1x(4x25mm²) Alim. Tablero de Distribución Portería

-Q144 3x40A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Aire Acondicionado 1

-Q145 3x40A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Aire Acondicionado 2

-Q146 3x10A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Aire acondicionado Sala de Baterías

-Q147 3x10A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Tablero de distribución Cuarto del Ministerio

-Q148 2x10A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Consola de Operación

-Q149 3x10A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Iluminación perimetral 1

-Q150 3x10A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Iluminación perimetral 2

-Q151 3x10A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Iluminación perimetral 3

-Q152 2x10A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Tablero de Control de Alumbrado Perimetral

-Q153 3x20A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Iluminación Exterior Ingreso

-Q154 3x10A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Alim. Camaras perimetrales

-Q155 Reserva futura Iluminación, Calefacción y Tomacorriente - Paneles nuevos

-Q156 3x10A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Reserva Equipada 1

-Q157 3x16A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Reserva Equipada 2

-Q158 3x20A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Reserva Equipada 3

-Q159 3x40A 25kA N2XY 1x(4x10mm²) Reserva Equipada 4

CONFORME A OBRA

Leyenda :

- Instalaciones Proyectadas
- Instalaciones Futuras no equipadas
- Instalaciones Futuras no equipadas

Nota:

1.- Los interruptores termomagnéticos de los alimentadores principales serán implementados con mando motorizado para la apertura y cierre del circuito.

Planos de Referencia :

PE-MAMO-21Z01-S-04-K7401 Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares Hoja 10

Documentos de Referencia :

PE-MAMO-21Z01-S-04-MC7401 Memoria de Cálculo de Servicios Auxiliares

A´	As Built	25-05-18	R.I.	Fecha	25-05-18
E	Emitido para Aprobación	04-10-16	R.I.	Proyectado	C. Morales
D	Emitido para Aprobación	03-06-16	R.T.	Revisado	G. Moscoso
Revisión	Descripción	Fecha	Nombre	Aprobado	R. Tafur

TRANSMANTARO

ABB DPTO RESPONSABLE PSAC

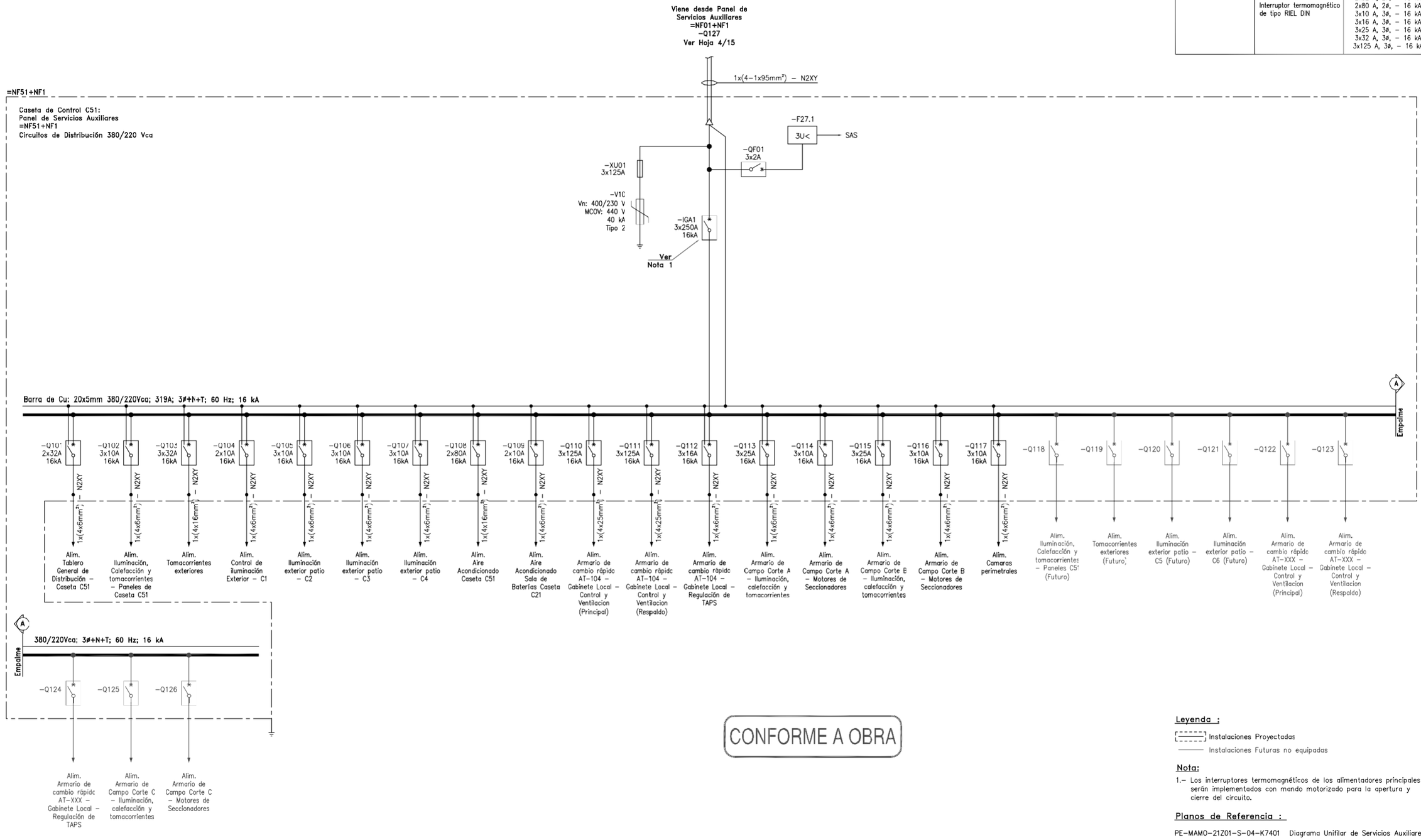
S.E. Yarabamba 500/220/33 kV
Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares
Panel de Servicios Auxiliares 380/220 Vac
Edificio de Control =NF01+NF1, +NF2, +NF3

PE-MAMO-21Z01-S-04-K7401

PEABB-PSAC15-AS5004-DU-YAR-02

Hj.No. 4
15 Hojas

Leyenda de Tablero Proyectado			
Símbolo	Descripción		Cantidad
	Interruptor termomagnético de Caja Moldeada	380–220 Vca 3x250 A, 3ø, – 16 kA	1 u
	Interruptor termomagnético de tipo RIEL DIN	380–220 Vca 2x10 A, 2ø, – 16 kA 2x32 A, 2ø, – 16 kA 2x80 A, 2ø, – 16 kA 3x10 A, 3ø, – 16 kA 3x16 A, 3ø, – 16 kA 3x25 A, 3ø, – 16 kA 3x32 A, 3ø, – 16 kA 3x125 A, 3ø, – 16 kA	2 u 1 u 1 u 7 u 1 u 2 u 1 u 2 u



CONFORME A OBRA

Leyenda :

Instalaciones Proyectadas

Instalaciones Futuras no equipadas

Nota:

1.– Los interruptores termomagnéticos de los alimentadores principales serán implementados con mando motorizado para la apertura y cierre del circuito.

Planos de Referencia :

PE–MAMO–21Z01–S–04–K7401 Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares Hoja 11

Documentos de Referencia :

PE–MAMO–21Z01–S–04–MC7401 Memoria de Cálculo de Servicios Auxiliares

F	As Built	25–05–18	R.T.	Fecha	25–05–18
E	Emitido para Aprobación	04–10–16	R.I.	Proyectado	C. Morales
D	Emitido para Aprobación	05–06–16	R.I.	Revisado	G. Moscoso
Revisión	Descripción	Fecha	Nombre	Aprobado	R. Tafur

TRANSMANTARO

DPTO. RESPONSABLE PSAC

S.E. Yarabamba 500/220/33 kV
Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares
Panel de Servicios Auxiliares 380/220 Vca
Caseta de Control =NF51+NF1

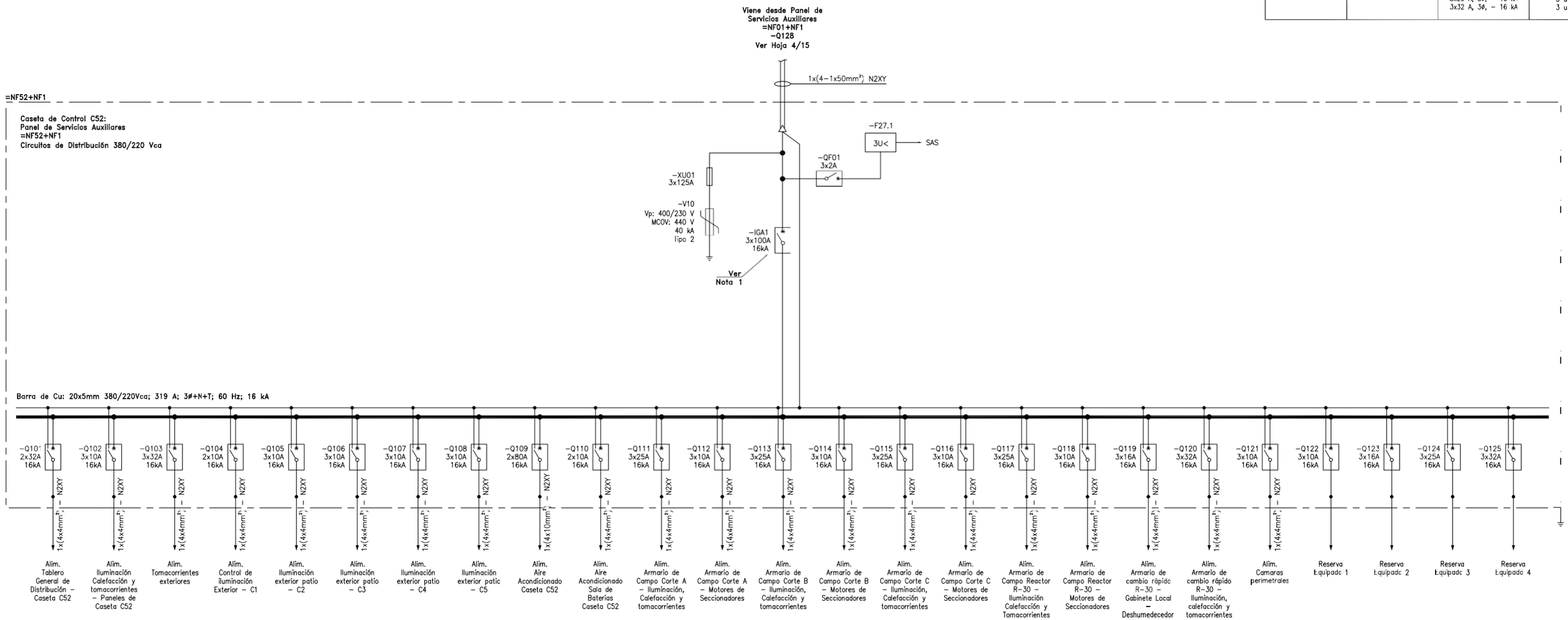
PE-MAMO-21Z01-S-04-K7401

PEABB-PSAC15-AS5004-DU-YAR-02

Hj.No. 5
15 Hojas

Leyenda de Tablero Proyectado

Símbolo	Descripción		Cantidad
	Interruptor termomagnético de Caja Moldeada	380–220 Vca 3x100 A, 3ø, – 16 kA	1 u
	Interruptor termomagnético de tipo RIEL DIN	380–220 Vca 2x10 A, 2ø, – 16 kA 2x32 A, 2ø, – 16 kA 2x80 A, 2ø, – 16 kA 3x10 A, 3ø, – 16 kA 3x16 A, 3ø, – 16 kA 3x25 A, 3ø, – 16 kA 3x32 A, 3ø, – 16 kA	 2 u 1 u 1 u 11u 2 u 5 u 3 u



CONFORME A OBRA

Leyenda :

Instalaciones Proyectadas

Nota:

1.– Los interruptores termomagnéticos de los alimentadores principales serán implementados con mando motorizado para la apertura y cierre del circuito.

Planos de Referencia :

PE–MAMO–21Z01–S–04–K7401 Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares Hoja 12

Documentos de Referencia :

PE–MAMO–21Z01–S–04–MC7401 Memoria de Cálculo de Servicios Auxiliares

A´	As Built	25–05–18	R.I.	Fecha	25–05–18
E	Emitido para Aprobación	04–´0–16	R.I.	Proyectado	C. Morales
D	Emitido para Aprobación	03–06–16	R.T.	Revisado	G. Moscoso
Revisión	Descripción	Fecha	Nombre	Aprobado	R. Tafur

TRANSMANTARO

ABB DPTO RESPONSABLE PSAC

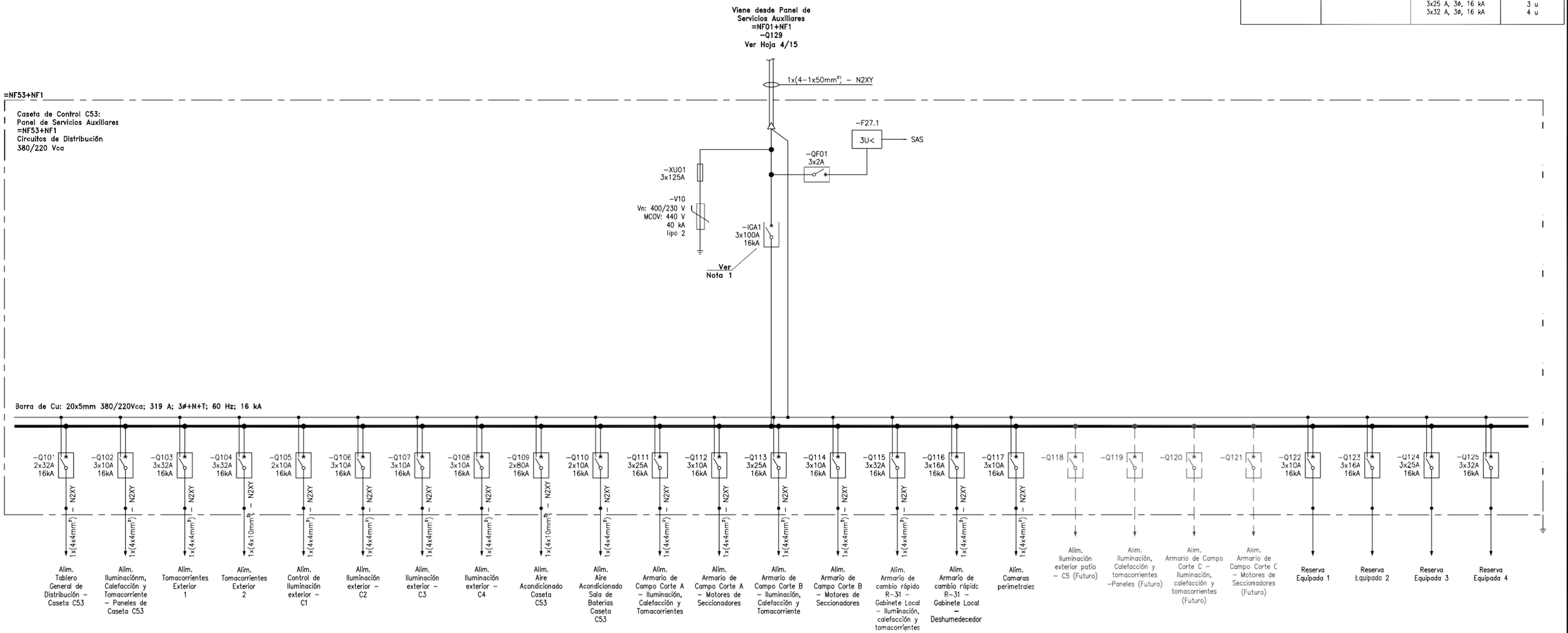
S.E. Yarabamba 500/220/33 kV
Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares
Panel de Servicios Auxiliares 380/220 Vca
Caseta de Control =NF52+NF1

PE-MAMO-21Z01-S-04-K7401

PEABB-PSAC15-AS5004-DU-YAR-02

Hj.No. 6
15 Hojas

Leyenda de Tablero Proyectado			
Símbolo	Descripción		Cantidad
	Interruptor termomagnético de Caja Moldeada	380–220 Vca 3x100 A, 3ø, 16 kA	1 u
	Interruptor termomagnético de tipo RIEL DIN	380–220 Vca 2x10 A, 2ø, 16 kA 2x32 A, 2ø, 16 kA 2x80 A, 2ø, 16 kA 3x10 A, 3ø, 16 kA 3x16 A, 3ø, 16 kA 3x25 A, 3ø, 16 kA 3x32 A, 3ø, 16 kA	2 u 1 u 1 u 8 u 2 u 3 u 4 u



CONFORME A OBRA

Leyenda :

Instalaciones Proyectadas

----- Instalaciones Futuras no equipadas

Nota:

1.– Los interruptores termomagnéticos de los alimentadores principales serán implementados con mando motorizado para la apertura y cierre del circuito.

Planos de Referencia :

PE–MAMO–21Z01–S–04–K7401 Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares Hoja 13

Documentos de Referencia :

PE–MAMO–21Z01–S–04–MC7401 Memoria de Cálculo de Servicios Auxiliares

Revisión	Descripción	Fecha	Nombre		
A´	As Built	25–05–18	R.I.	Fecha	25–05–18
E	Emitido para Aprobación	04–10–16	R.I.	Proyectado	C. Morales
D	Emitido para Aprobación	03–06–16	R.T.	Revisado	G. Moscoso
				Aprobado	R. Tafur

TRANSMANTARO

ABB DPTO RESPONSABLE PSAC

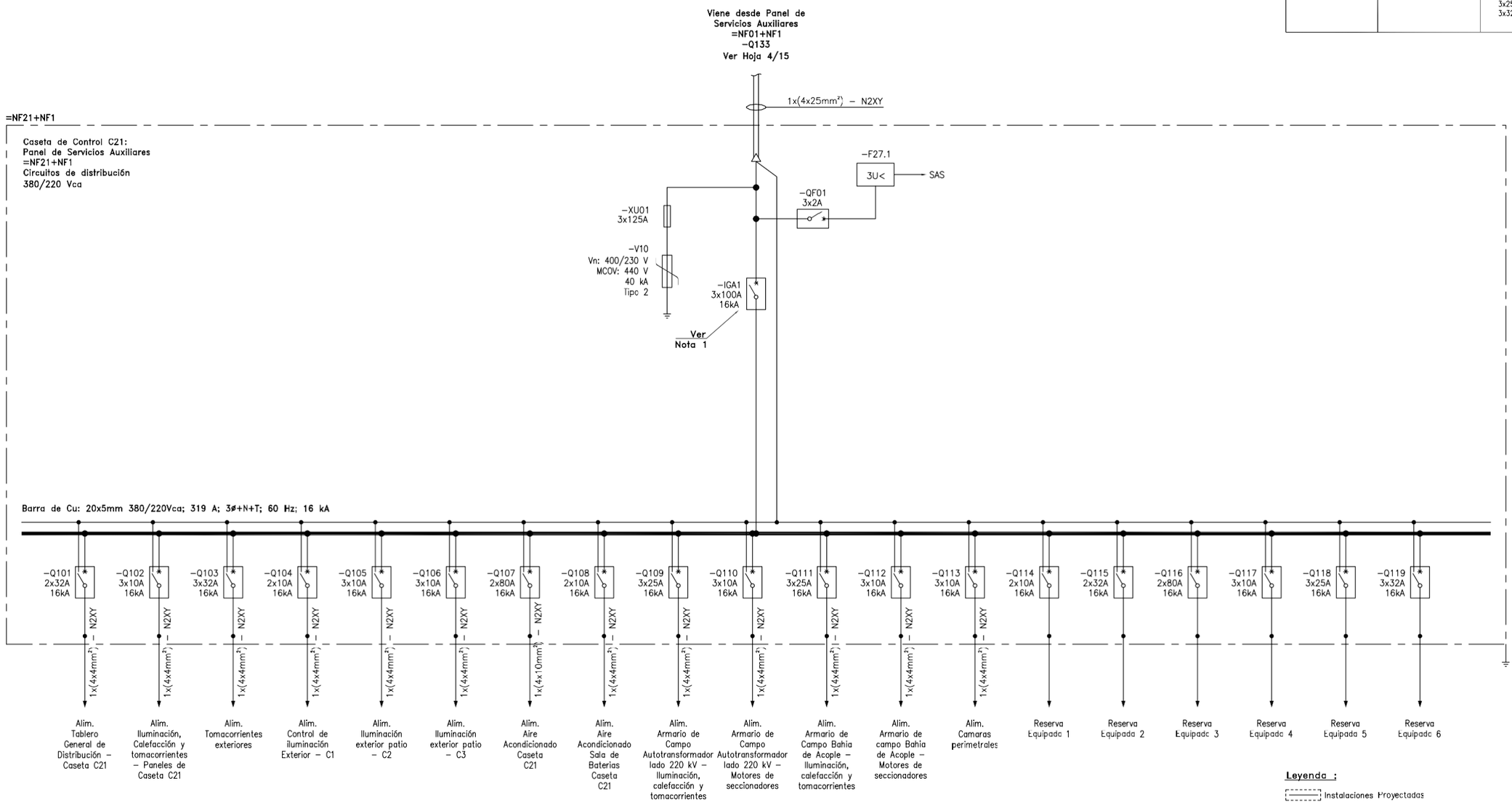
S.E. Yarabamba 500/220/33 kV
Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares
Panel de Servicios Auxiliares 380/220 Vca
Caseta de Control =NF53+NF1

PE-MAMO-21Z01-S-04-K7401

PEABB-PSAC15-AS5004-DU-YAR-02

Hj.No. 7
15 Hojas

Leyenda de Tablero Proyectado			
Símbolo	Descripción		Cantidad
	Interruptor termomagnético de Caja Moldeada	380–220 Vca 3x100 A, 3ø, 16 kA	1 u
	Interruptor termomagnético de tipo RIEL DIN	380–220 Vca 2x10 A, 2ø, 16 kA 2x32 A, 2ø, 16 kA 2x80 A, 2ø, 16 kA 3x10 A, 3ø, 16 kA 3x25 A, 3ø, 16 kA 3x32 A, 3ø, 16 kA	3 u 2 u 2 u 7 u 3 u 2 u



Leyenda :

Instalaciones Proyectadas

Nota:

1.– Los interruptores termomagnéticos de los alimentadores principales serán implementados con mando motorizado para la apertura y cierre del circuito.

CONFORME A OBRA

Planos de Referencia :

PE–MAMO–21Z01–S–04–K7401 Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares Hoja 14

Documentos de Referencia :

PE–MAMO–21Z01–S–04–MC7401 Memoria de Cálculo de Servicios Auxiliares

Revisión	Descripción	Fecha	Nombre		
A´	As Built	25–05–18	R.I.	Fecha	25–05–18
E	Emitido para Aprobación	04–10–16	R.I.	Proyectado	C. Morales
D	Emitido para Aprobación	03–06–16	R.T.	Revisado	G. Moscoso
				Aprobado	R. Tafur

TRANSMANTARO

ABB DPTO RESPONSABLE PSAC

S.E. Yarabamba 500/220/33 kV
Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares
Panel de Servicios Auxiliares 380/220 Vca
Caseta de Control =NF21+NF1

PE-MAMO-21Z01-S-04-K7401

PEABB-PSAC15-AS5004-DU-YAR-02

Hj.No. 8
15 Hojas

Leyenda de Tablero Proyectado			
Símbolo	Descripción		Cantidad
	Interruptor termomagnético de Caja Moldeada	380–220 Vca 3x100 A, 3ø, – 16 kA	1 u
	Interruptor termomagnético de tipo RIEL DIN	380–220 Vca 2x10 A, 2ø, – 16 kA 2x32 A, 2ø, – 16 kA 2x80 A, 2ø, – 16 kA 3x10 A, 3ø, – 16 kA 3x25 A, 3ø, – 16 kA 3x32 A, 3ø, – 16 kA	3 u 2 u 2 u 7 u 3 u 2 u

Viene desde Panel de Servicios Auxiliares
=NF01+NF1
–Q134
Ver Hoja 4/15

1x(4x35mm²) – N2XY

=NF22+NF1

Caseta de Control C22:
Panel de Servicios Auxiliares
=NF22+NF1
Circuitos de distribución
380/220 Vca

–F27.1
3U<
SAS

–QF01
3x2A

–XU01
3x125A

–V10
Vn: 400/230 V
MCOV: 440 V
40 kA
Tipo 2

–IGA1
3x100A
16kA

Ver Nota 1

Barra de Cu: 20x5mm 380/220Vca; 319 A; 3ø+N+T; 60 Hz; 16 kA

–Q101 2x32A 16kA	–Q102 3x10A 16kA	–Q103 3x32A 16kA	–Q104 2x10A 16kA	–Q105 3x10A 16kA	–Q106 3x10A 16kA	–Q107 2x80A 16kA	–Q108 2x10A 16kA	–Q109 3x25A 16kA	–Q110 3x10 16kA	–Q111 3x25A 16kA	–Q112 3x10A 16kA	–Q113 3x10A 16kA	–Q114 2x10A 16kA	–Q115 2x32A 16kA	–Q116 2x80A 16kA	–Q117 3x10A 16kA	–Q118 3x25A 16kA	–Q119 3x32A 16kA		
N2XY	N2XY	N2XY	N2XY	N2XY	N2XY	N2XY	N2XY	N2XY	N2XY	N2XY	N2XY	N2XY									
1x(4x4mm²)	1x(4x4mm²)	1x(4x4mm²)	1x(4x4mm²)	1x(4x4mm²)	1x(4x4mm²)	1x(4x6mm²)	1x(4x4mm²)	1x(4x4mm²)	1x(4x4mm²)	1x(4x4mm²)	1x(4x4mm²)	1x(4x4mm²)									
Alim. Tablero General de Distribución – Caseta C22	Alim. Iluminación, Calefacción y tomacorrientes – Paneles de Caseta C22	Alim. Tomacorrientes exteriores	Alim. Control de iluminación Exterior – C1	Alim. Iluminación exterior patio – C2	Alim. Iluminación exterior patio – C3	Alim. Aire Acondicionado Caseta C22	Alim. Aire Acondicionado Sala de Baterías Caseta C22	Alim. Armario de Campo L–2065 – Iluminación, Calefacción y tomacorrientes	Alim. Armario de Campo L–2065 – Motores de Seccionadores	Alim. Armario de Campo L–2066 – Iluminación, Calefacción y tomacorrientes	Alim. Armario de Campo L–2066 – Motores de Seccionadores	Alim. Camaras perimetrales	Reserva Equipada 1	Reserva Equipada 2	Reserva Equipada 3	Reserva Equipada 4	Reserva Equipada 5	Reserva Equipada 6			

CONFORME A OBRA

Leyenda :

[- - -] Instalaciones Proyectadas

Notas:

1.– Los interruptores termomagnéticos de los alimentadores principales serán implementados con mando motorizado para la apertura y cierre del circuito.

Planos de Referencia :

PE–MAMO–21Z01–S–04–K7401 Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares Hoja 15

Documentos de Referencia :

PE–MAMO–21Z01–S–04–MC7401 Memoria de Cálculo de Servicios Auxiliares

Revisión	Descripción	Fecha	Nombre		
A1	As Built	25–05–18	R.T.	Fecha	25–05–18
E	Emitido para Aprobación	04–10–16	R.T.	Proyectado	C. Morales
D	Emitido para Aprobación	03–06–16	R.T.	Revisado	G. Moscoso
				Aprobado	R. Tafur

TRANSMANTARO

ABB DPTO. RESPONSABLE PSAC

S.E. Yarabamba 500/220/33 kV
Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares
Panel de Servicios Auxiliares 380/220 Vca
Caseta de Control =NF22+NF1

PE-MAMO-21Z01-S-04-K7401

PEABB-PSAC15-AS5004-DU-YAR-02

Hj.No. 9
15 Hojas

Leyenda de Tablero Proyectado			
Símbolo	Descripción		Cantidad
	Interruptor termomagnético de Caja Moldeada	125 Vdc 2x100 A, 2ø, 10 kA	3 u
	Interruptor termomagnético de tipo RIEL DIN	125 Vdc 2x10 A, 2ø, 10 kA	29 u

Leyenda :

Instalaciones Proyectadas

Instalaciones Futuras no equipadas

Notas:

1.- Los interruptores termomagnéticos de los alimentadores de las barras en continua NO serán implementados con mando motorizado.
2.- El Interruptor Termomagnético de Acople NO será implementado con mando motorizado.

Planos de Referencia :

PE-MAMO-21Z01-S-04-K7401 Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares Hoja 4

Documentos de Referencia :

PE-MAMO-21Z01-S-04-MC7401 Memoria de Cálculo de Servicios Auxiliares

Viene desde Panel de Servicios Auxiliares =NF01+NF1 -Q101 Ver Hoja 4/15

Viene desde Panel de Servicios Auxiliares =NF01+NF1 -Q102 Ver Hoja 4/15

1x(4x10mm²) N2XY

=NK01+NK2 Cargador Modular de Baterías 1 125 Vdc

=NK01+BAT1 Banco de Baterías 1 300 A-h, 10h, 125 Vdc

=NK01+BAT2 Banco de Baterías 2 300 A-h, 10h, 125 Vdc

=NK01+NK3 Cargador Modular de Baterías 2 125 Vdc

-S1 3x160A

-F61 3x2A

-TI 60/5 A

V A F n/# C.L.

Rectificador 125 Vdc 160 A

Diodo de Bloqueo -V21

0-160 A -R1

-Q21 2x160A

-Q9 2x160A

-S10 2x160A

1x(2-1x6 AWG)

1x(4x'6mm²)-N2XY

=NK01+NK1

Edificio de Control: Panel de Servicios Auxiliares =NK01+NK1 Circuitos de Distribución 125 Vdc

0-150 Vdc -P1

-F27.1 < U

-QF11 2x2A

-IGC1 2x100A 10kA

-IGC2 2x100A 10kA

-IGC3 2x100 A 10 kA

Ver Nota 1

Ver Nota 2

Barra de Cu: 20x5mm 125 Vdc, 319 A, 10 kA

Barra W1

Barra W2

Empalme

-QD101 2x10A 10kA — Alim. Servidor Principa SYS1

-QD102 2x10A 10kA — Alim. Switch 1

-QD103 2x10A 10kA — Alim. Firewall 1

-QD104 2x10A 10kA — Alim. HMI Principal – KVM1

-QD105 2x10A 10kA — Alim. Servidor SNPT-GPS (principal)

-QD106 2x10A 10kA — Alim. Sistema de Transferencia Automática (Principal)

-QD107 2x10A 10kA — Alim. Multiplexores y Amplificador Optico IPG 1UR hacia Ocoña y Montalvo (Principal)

-QD108 2x10A 10kA — Alim. Multiplexores hacia Poroma y Socabaya (Principal)

-QD109 2x10A 10kA — Alim. Teleprotecc. 1 de L-2065

-QD110 2x10A 10kA — Alim. Teleprotecc. 1 de L-2066

-QD111 2x10A 10kA — Alim. Teleprotecc. 1 de L-5033

-QD112 2x10A 10kA — Alim. Teleprotecc 1 de L-5035

-QD113 2x10A 10kA — Alim. Panel de Conectividad y Red de Datos (Principal)

-QD114 — Alim. Multiplexores y Amplificador Optico IPG 1UR hacia Lineas futura 500 kV (Principal)

-QD115 — Alim. Multiplexores hacia Líneas Futuras – 500 kV (Principal)

-QD116 — Alim. Multiplexores hacia Líneas futuras 1 – 220 kV (Principal)

-QD117 — Alim. Multiplexores hacia Líneas futuras 2 – 220 kV (Principal)

-QD118 2x10A 10kA — Reserva Equipada 1

-QD201 2x10A 10kA — Alim. Servidor Principa SYS2

-QD202 2x10A 10kA — Alim. Switch 2

-QD203 2x10A 10kA — Alim. Firewall 2

-QD204 2x10A 10kA — Alim. HMI Principal – KVM2

-QD205 2x10A 10kA — Alim. Servidor SNPT-GPS (Respaldo)

-QD206 2x10A 10kA — Alim. Sistema de Transferencia Automática (Respaldo)

-QD207 2x10A 10kA — Alim. Concentrador de Datos Fasoriales (PDC)

-QD208 2x10A 10kA — Alim. Multiplexores y Amplificador Óptico IPG 1UR hacia Ocoña y Montalvo (Respaldo)

-QD209 2x10A 10kA — Alim. Multiplexores hacia Poroma y Socabaya (Respaldo)

-F27.2 < U

-P2 V 0-150 Vdc

-QF12 2x2A

125 Vdc, 319 A, 10 kA

Barra W2

-QD210 2x10A 10kA — Alim. Teleprotección 2 de L-2065

-QD211 2x10A 10kA — Alim. Teleprotección 2 de L-2066

-QD212 2x10A 10kA — Alim. Panel de Conectividad y Red de Datos (Respaldo)

-QD213 2x10A 10kA — Alim. Panel CCTV

-QD214 2x10A 10kA — Alim. PC de gestión

-QD215 — Alim. Multiplexores y Amplificador Optico IPG 1UR hacia Lineas futura 500 kV (Respaldo)

-QD216 — Alim. Multiplexores hacia Líneas Futuras – 500 kV (Respaldo)

-QD217 — Alim. Multiplexores hacia Líneas futuras 1 – 220 kV (Respaldo)

-QD218 — Alim. Multiplexores hacia Líneas futuras 2 – 220 kV (Respaldo)

-QD219 2x10A — Reserva Equipada 1

N2XSY 1x(4x6mm²)

CONFORME A OBRA

Revisión	Descripción	Fecha	Nombre		
A´	As Built	25-05-18	R.I.	Fecha	25-05-18
E	Emitido para Aprobación	04-10-16	R.I.	Proyectado	C. Morales
D	Emitido para Aprobación	03-06-16	R.T.	Revisado	G. Moscoso
				Aprobado	R. Tafur

TRANSMANTARO

ABB DPTO RESPONSABLE PSAC

S.E. Yarabamba 500/220/33 kV
Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares
Panel de Servicios Auxiliares 125 Vdc
Edificio de Control =NK01+NK1

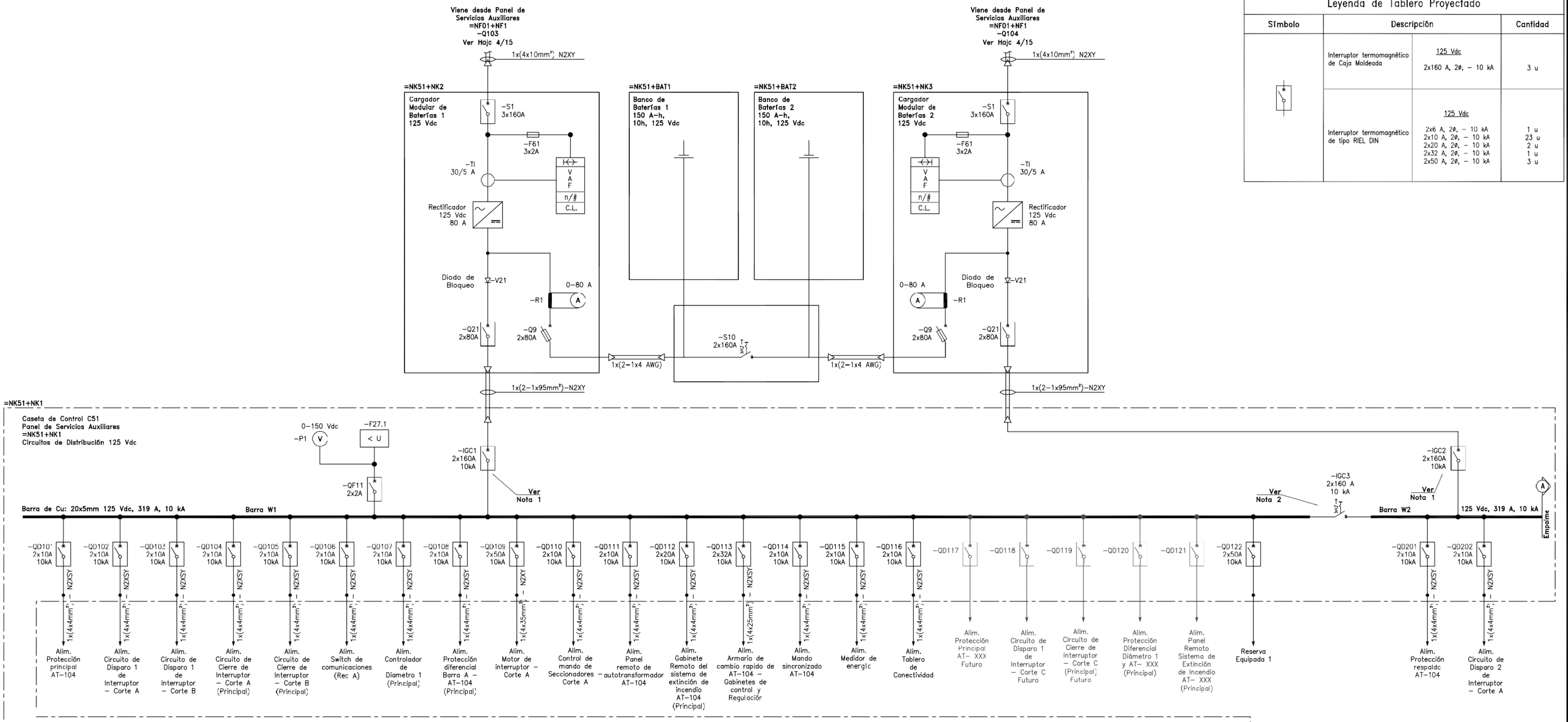
PE-MAMO-21Z01-S-04-K7401

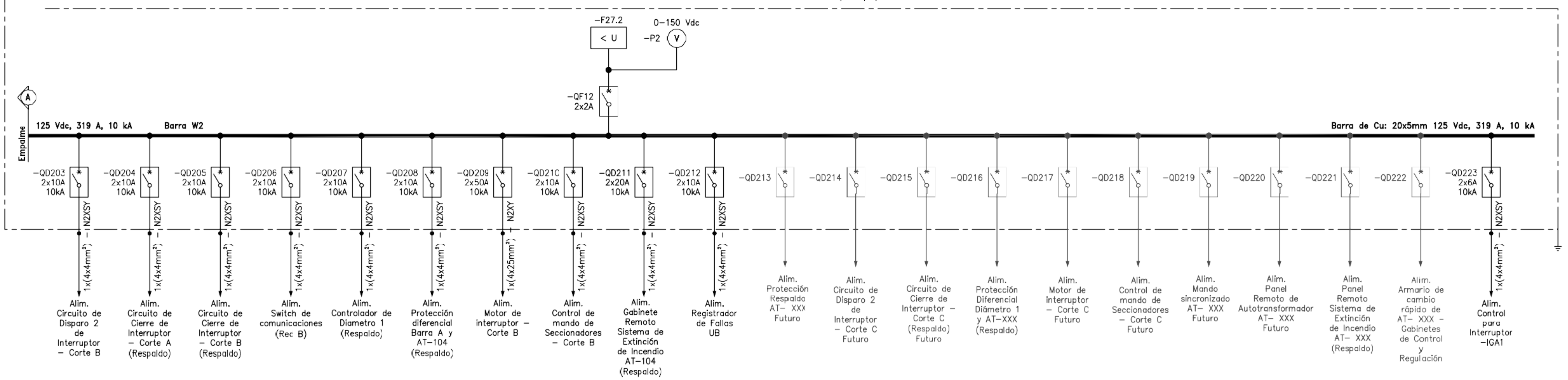
PEABB-PSAC15-AS5004-DU-YAR-02

Hj.No. 10
15 Hojas

Leyenda de Tablero Proyectado

Símbolo	Descripción		Cantidad
(interruptor)	Interruptor termomagnético de Caja Moldeada	125 Vdc 2x160 A, 2ø, – 10 kA	3 u
	Interruptor termomagnético de tipo RIEL DIN	125 Vdc 2x6 A, 2ø, – 10 kA 2x10 A, 2ø, – 10 kA 2x20 A, 2ø, – 10 kA 2x32 A, 2ø, – 10 kA 2x50 A, 2ø, – 10 kA	1 u 23 u 2 u 1 u 3 u





CONFORME A OBRA

Leyenda :

[- - -] Instalaciones Proyectadas

Instalaciones Futuras no equipadas

Notas:

1.– Los interruptores termomagnéticos de los alimentadores de las barras en continua NO serán implementados con mando motorizado.

2.– El Interruptor Termomagnético de Acople NO será implementado con mando motorizado.

Planos de Referencia :

PE–MAMO–21Z01–S–04–K7401 Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares Hoja 5

Documentos de Referencia :

PE–MAMO–21Z01–S–04–MC7401 Memoria de Cálculo de Servicios Auxiliares

Revisión	Descripción	Fecha	Nombre		
A1	As Built	25–05–18	R.T.	Fecha	25–05–18
E	Emitido para Aprobación	04–10–16	R.T.	Proyectado	C. Morales
D	Emitido para Aprobación	03–06–16	R.T.	Revisado	G. Moscoso
				Aprobado	R. Iatur

TRANSMANTARO

ABB DPTO. RESPONSABLE PSAC

S.E. Yarabamba 500/220/33 kV

Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares

Panel de Servicios Auxiliares 125 Vdc

Caseta de Control =NK51+NK1

PE-MAMO-21Z01-S-04-K7401

PEABB-PSAC15-AS5004-DU-YAR-02

Hj.No. 11

15 Hojas

Leyenda de Tablero Proyectado			
Símbolo	Descripción		Cantidad
	Interruptor termomagnético de Caja Moldeada	125 Vdc 2x160 A, 2ø, – 10 kA	3 u
	Interruptor termomagnético de tipo RIEL DIN	125 Vdc 2x6 A, 2ø, – 10 kA 2x10 A, 2ø, – 10 kA 2x20 A, 2ø, – 10 kA 2x50 A, 2ø, – 10 kA	1 u 53 u 4 u 6 u

Leyenda :

Instalaciones Proyectadas

Notas:

1.– Los interruptores termomagnéticos de los alimentadores de las barras en continua NO serán implementados con mando motorizado.

2.– El Interruptor Termomagnético de Acople NO será implementado con mando motorizado.

Planos de Referencia :

PE–MAMO–21Z01–S–04–K7401 Diagramc Unifilar de Servicios Auxiliares Hojc 6

Documentos de Referencia :

PE–MAMO–21Z01–S–04–MC7401 Memoria de Cálculo de Servicios Auxiliares

Viene desde Panel de Servicios Auxiliares =NF01+NF1 –Q105 Ver Hoja 4/15

Viene desde Panel de Servicios Auxiliares =NF01+NF1 –Q106 Ver Hoja 4/15

=NK52+NK2 Cargador Modular de Baterías 1 125 Vdc

=NK52+BAT1 Banco de Baterías 1 150 A–h, 10h, 125 Vdc

=NK52+BAT2 Banco de Baterías 2 150 A–h, 10h, 125 Vdc

=NK52+NK3 Cargador Modular de Baterías 2 125 Vdc

=NK52+NK1
Caseta de control C52
Panel de Servicios Auxiliares
=NK52+NK1
Circuitos de distribución 125 Vdc

Barra de Cu: 20x5mm 125 Vdc, 319 A, 10 kA — Barra W1

Barra de Cu: 20x5mm 125 Vdc, 319 A, 10 kA — Barra W2

Empalme

Ver Nota 1

Ver Nota 2

CONFORME A OBRA

A1	As Built	25–05–18	R.T.	Fecha	25–05–18
E	Emitido para Aprobación	04–10–16	R.I.	Proyectado	C. Morales
D	Emitido para Aprobación	05–06–16	R.I.	Revisado	G. Moscoso
Revisión	Descripción	Fecha	Nombre	Aprobado	R. Tatur

TRANSMANTARO

ABB DPTO. RESPONSABLE PSAC

S.E. Yarabamba 500/220/33 kV
Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares
Panel de Servicios Auxiliares 125 Vdc
Caseta de Control =NK52+NK1

PE–MAMO–21Z01–S–04–K7401

PEABB–PSAC15–AS5004–DU–YAR–02

Hj.No. 12
15 Hojas

Leyenda de Tablero Proyectado			
Símbolo	Descripción		Cantidad
	Interruptor termomagnético de Caja Moldeada	125 Vdc 2x160 A, 1ø, 10 kA	3 u
	Interruptor termomagnético de tipo RIEL DIN	125 Vdc 2x6 A, 1ø, 10 kA 2x10 A, 1ø, 10 kA 2x20 A, 1ø, 10 kA 2x50 A, 1ø, 10 kA	1 u 25 u 2 u 4 u

Leyenda :

Instalaciones Proyectadas

Instalaciones Futuras no equipadas

Notas:

1.- Los interruptores termomagnéticos de los alimentadores de las barras en continua NO serán implementados con mando motorizado.

2.- El Interruptor Termomagnético de Acople NO será implementado con mando motorizado.

Planos de Referencia :

PE-MAMO-21Z01-S-04-K7401 Diagramc Unifilar de Servicios Auxiliares Hojc 7

Documentos de Referencia :

PE-MAMO-21Z01-S-04-MC7401 Memoria de Cálculo de Servicios Auxiliares

Viene desde Panel de Servicios Auxiliares =NF01+NF1 -Q107 Ver Hojc 4/15

Viene desde Panel de Servicios Auxiliares =NF01+NF1 -Q108 Ver Hoja 4/15

1x(4x10mm²) N2XY

=NK53+NK2 Cargador Modular de Baterías 1 125 Vdc

=NK53+BAT1 Banco de Baterías 1 150 A-h, 10h, 125 Vdc

=NK53+BAT2 Banco de Baterías 2 150 A-h, 10h, 125 Vdc

=NK53+NK3 Cargador Modular de Baterías 2 125 Vdc

-S1 3x160 A

-F61 3x2A

-TI 30/5 A

V A F n/# C.L.

Rectificador 125 Vdc 80 A

Diodo de Bloqueo -V21

-R1 0-80 A

-Q21 2x80A

-Q9 2x80A

-S10 2x160A

1x(2-1x4 AWG)

1x(2-1x120mm²)-N2XY

=NK53+NK1

Caseta de Control C53
Panel de Servicios Auxiliares
=NK53+NK1
Circuitos de Distribución 125 Vdc

-P1 0-150 Vdc

-F27.1 < U

-QF11 2x2 A

-IGC1 2x160A 10kA

Ver Nota 1

-IGC2 2x160A 10kA

-IGC3 2x160A 10kA

Ver Nota 2

Barra de Cu: 20x5mm 125 Vdc, 319 A, 10 kA

Barra W1

Barra W2

Empalme

-QD101 2x10A 10kA — Alim. Protección principal R-31

-QD102 2x10A 10kA — Alim. Circuito de Disparo 1 Interruptor – Corte A

-QD103 2x10A 10kA — Alim. Circuito de Disparo 1 Interruptor – Corte B

-QD104 2x10A 10kA — Alim. Circuito de Cierre Interruptor – Corte A (Principal)

-QD105 2x10A 10kA — Alim. Circuito de Cierre Interruptor – Corte B (Principal)

-QD106 2x10A 10kA — Alim. Switch de Comunicaciones (Rec A)

-QD107 2x10A 10kA — Alim. Controlador de Diámetro 3 (Principal)

-QD108 2x10A 10kA — Alim. Controlador de R-31 (Principal)

-QD109 2x10A 10kA — Alim. Protección Diferencial de Barras Diámetro 3 y R-31 (Principal)

-QD110 2x50A 10kA — Alim. Motor de Interruptor – Corte A

-QD111 2x10A 10kA — Alim. Control de mando de Seccionadores – Corte A y DeriVcaiór

-QD112 2x20A 10kA — Alim. Gabinete Remoto Sistema de Extinción de Incendio R-31 (Principal)

-QD113 2x10A 10kA — Alim. Armario de cambio rápido de R-31 – Control del Reactor

-QD114 2x10A 10kA — Alim. Mando sincronizado R-31

-QD115 2x10A 10kA — Alim. Registrador de Fallas de UC y UB

-QD116 2x10A 10kA — Alim. Gabinete de conectividad

-QD117 — Alim. Protección principal Bahía de Línea (Futuro)

-QD118 — Alim. Protección Terciaria Línea Futura (Principal)

-QD119 — Alim. Circuito de Disparo 1 de Interruptor – Corte C (Futuro)

-QD120 — Alim. Circuito de Cierre de Interruptor – Corte C (Principal) Futuro

-QD121 2x50A 10kA — Reserva Equipada 1

-QD122 2x6A 10kA — Alim. Control para Interruptor -IGA1

-QD201 2x10A 10kA — Alim. Protección Respaldo R-31

-QD202 2x10A 10kA — Alim. Circuito de Disparo 2 Interruptor – Corte A

-F27.2 < U

-P2 0-150 Vdc

-QF12 2x2A

Barra de Cu: 20x5mm 125 Vdc, 319 A, 10 kA

-QD203 2x10A 10kA — Alim. Circuito de Disparo 2 Interruptor – Corte B

-QD204 2x10A 10kA — Alim. Circuito de Cierre Interruptor – Corte A (Respaldo)

-QD205 2x10A 10kA — Alim. Circuito de Cierre Interruptor – Corte B (Respaldo)

-QD206 2x10A 10kA — Alim. Switch de Comunicaciones (Red B)

-QD207 2x10A 10kA — Alim. Controlador de Diámetro 3 (Respaldo)

-QD208 2x10A 10kA — Alim. Controlador de: R-31 (Respaldo)

-QD209 2x10A 10kA — Alim. Protección Diferencial de Barras Diámetro 3 y R-31 (Respaldo)

-QD210 2x50A 10kA — Alim. Motor de Interruptor – Corte B

-QD211 2x10A 10kA — Alim. Control de mando de Seccionadores – Corte B

-QD212 2x20A 10kA — Alim. Gabinete Remoto Sistema de Extinción de Incendio R-31 (Respaldo)

-QD213 2x10A 10kA — Alim. Medidor de Energic

-QD214 — Alim. Protección Respaldo Línea Futura

-QD215 — Alim. Protección Terciaria Línea Futura (Respaldo)

-QD216 — Alim. Circuito de Disparo 2 de Interruptor – Corte C (Futuro)

-QD217 — Alim. Circuito de Cierre de Interruptor – Corte C (Respaldo) Futuro

-QD218 — Alim. Motor de Interruptor – Corte C (Futuro)

-QD219 — Alim. Control de mando de Seccionadores – Corte C y deriVcaión (Futuro)

-QD220 — Alim. Teleprotecciór Línea (Futuro)

-QD221 — Alim. Onda Portadora Línea (Futuro)

-QD222 2x50A 10kA — Reserva Equipada 1

N2XSY — 1x(4x4mm²)

N2XY — 1x(4x25mm²)

N2XY — 1x(4x16mm²)

CONFORME A OBRA

Revisión	Descripción	Fecha	Nombre		
A1	As Built	25-05-18	R.T.	Fecha	25-05-18
E	Emitido para Aprobación	04-10-16	R.I.	Proyectadc	C. Morales
D	Emitido para Aprobación	03-06-16	R.I.	Revisado	G. Moscoso
				Aprobadc	R. Tafur

TRANSMANTARO

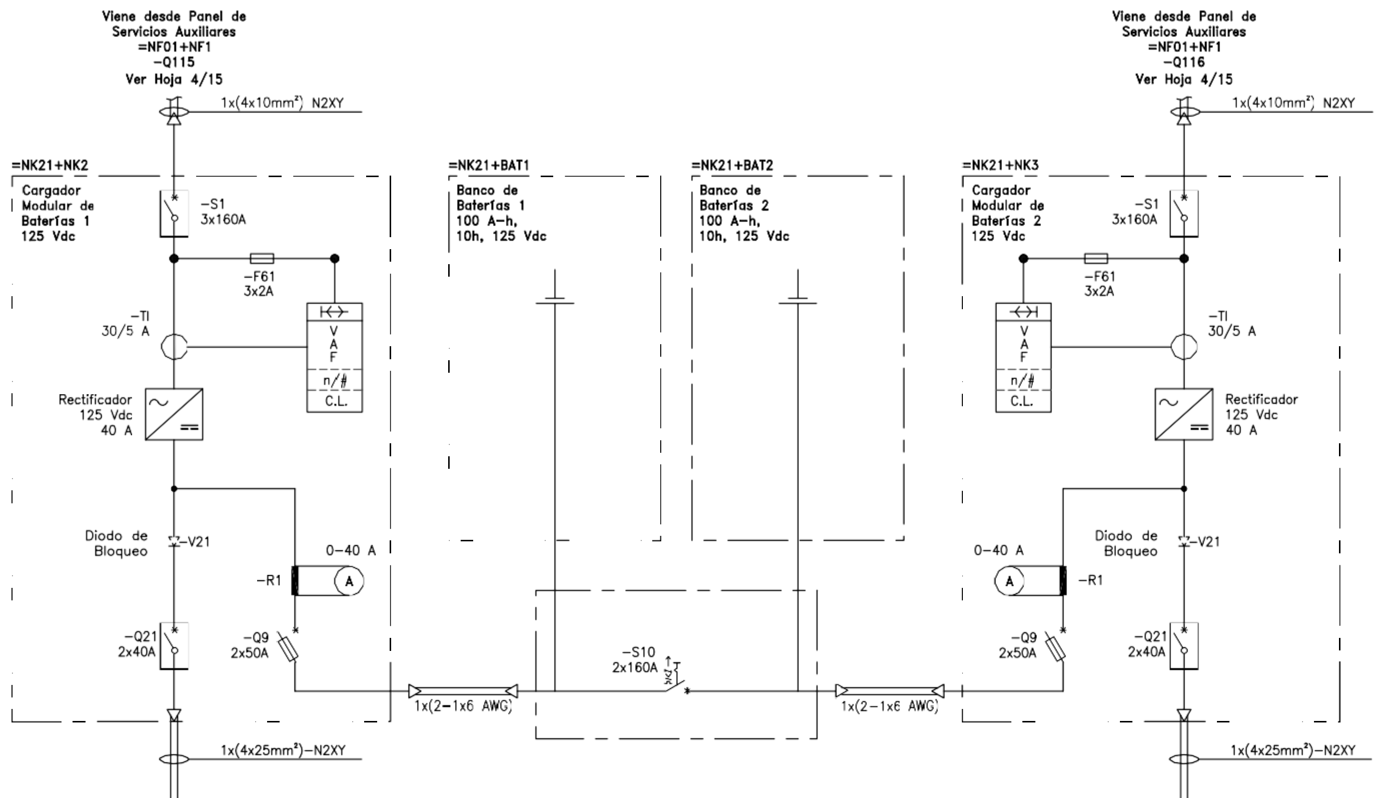
ABB DPTO. RESPONSABLE PSAC

S.E. Yarabamba 500/220/33 kV
Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares
Panel de Servicios Auxiliares 125 Vdc
Caseta de Control =NK53+NK1

PE-MAMO-21Z01-S-04-K7401

PEABB-PSAC15-AS5004-DU-YAR-02

Hj.No. 13
15 Hojas



Leyenda de Tablero Proyectado

Símbolo	Descripción		Cantidad
	Interruptor termomagnético de Caja Moldeada	125 Vdc 2x63 A, 2ø, 10 kA	3 u
	Interruptor termomagnético de tipo RIEL DIN	125 Vdc 2x6 A, 2ø, 10 kA 2x10 A, 2ø, 10 kA 2x20 A, 2ø, 10 kA	1 u 28 u 4 u

Leyenda :

Instalaciones Proyectadas

Notas:

1.– Los interruptores termomagnéticos de los alimentadores de las barras en continua NO serán implementados con mando motorizado.

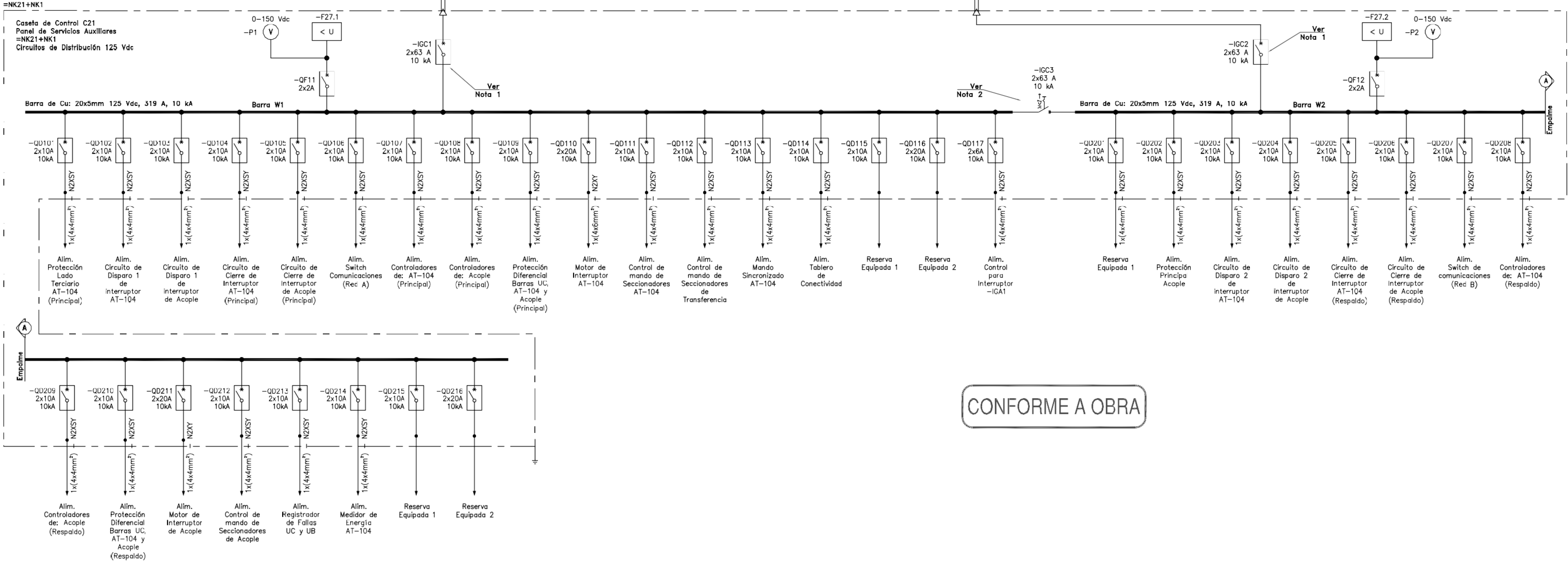
2.– El Interruptor Termomagnético de Acople NO será implementado con mando motorizado.

Planos de Referencia :

PE–MAMO–21Z01–S–04–K7401 Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares Hoja 8

Documentos de Referencia :

PE–MAMO–21Z01–S–04–MC7401 Memoria de Cálculo de Servicios Auxiliares



CONFORME A OBRA

Revisión	Descripción	Fecha	Nombre
A1	As Built	25-05-18	R.T.
E	Emitido para Aprobación	04-10-16	R.T.
D	Emitido para Aprobación	03-06-16	R.T.

Fecha	25-05-18
Proyectado	C. Morales
Revisado	G. Moscoso
Aprobado	R. Iatur

TRANSMANTARO

ABB DPTO. RESPONSABLE PSAC

S.E. Yarabamba 500/220/33 kV
Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares
Panel de Servicios Auxiliares 125 Vdc
Caseta de Control =NK21+NK1

PE-MAMO-21Z01-S-04-K7401

PEABB-PSAC15-AS5004-DU-YAR-02

Hj.No. 14
15 Hojas

Servicios Auxiliares
=NF01+NF1
-Q117
Ver Hoja 4/15

1x(4x10mm²) N2XY

=NK22+NK2
Cargador Modular de Baterías 1 125 Vdc

-S1 3x160A
-F61 3x2A
-TI 30/5 A
V A F n/# C.L.
Rectificador 125 Vdc 40 A
Diodo de Bloquec -V21
0-40 A -R1
-Q21 2x40A
-Q9 2x50A

=NK22+BAT1
Banco de Baterías 1 100 A-h, 10h, 125 Vdc

=NK22+BAT2
Banco de Baterías 2 100 A-h, 10h, 125 Vdc

-S10 2x160A

1x(2-1x6 AWG)

Servicios Auxiliares
=NF01+NF1
-Q118
Ver Hoja 4/15

1x(4x10mm²) N2XY

=NK22+NK3
Cargador Modular de Baterías 2 125 Vdc

-S1 3x160A
-F61 3x2A
-TI 30/5 A
V A F n/# C.L.
Rectificador 125 Vdc 40 A
0-40 A -R1
Diodo de Bloquec -V21
-Q9 2x50A
-Q21 2x40A

1x(4x25mm²)-N2XY

Leyenda de Tablero Proyectado			
Símbolo	Descripción		Cantidad
	Interruptor termomagnético de Caja Moldeada	125 Vdc 2x63 A, 2Ø, – 10 kA	3 u
	Interruptor termomagnético de tipo RIEL DIN	125 Vdc 2x6 A, 2Ø, – 10 kA 2x10 A, 2Ø, – 10 kA 2x20 A, 2Ø, – 10 kA	1 u 31 u 4 u

Leyenda :

Instalaciones Proyectadas

Notas:

1.– Los interruptores termomagnéticos de los alimentadores de las barras en continua NO serán implementados con mando motorizado.

2.– El interruptor Termomagnético de Acople NO será implementado con mando motorizado.

Planos de Referencia :

PE-MAMO-21Z01-S-04-K7401 Diagramc Unifilar de Servicios Auxiliares Hojc 9

Documentos de Referencia :

PE-MAMO-21Z01-S-04-MC7401 Memoria de Cálculo de Servicios Auxiliares

=NK22+NK1
Caseta de Control C22
Panel de Servicios Auxiliares
=NK22+NK1
Circuitos de Distribución 125 Vdc

0-150 Vdc -P1 V
-F27.1 < U
-QF11 2x2A
-IGC1 2x63A 10kA
Ver Nota 1

Barra de Cu: 20x5mm 125 Vdc, 319 A, 10 kA
Barra W1

-IGC3 2x63A 10kA
Ver Nota 2

-IGC2 2x63A 10kA
Ver Nota 1

Barra W2

Empalme

-QD101 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Protección Principal L-2065
-QD102 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Protección Principal L-2066
-QD103 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Protección Terciaria L-2065 (Principal)
-QD104 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Protección Terciaria L-2066 (Principal)
-QD105 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Circuito de Disparo 1 de Interruptor L-2065
-QD106 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Circuito de Disparo 1 de Interruptor L-2066
-QD107 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Circuito de Cierre de Interruptor L-2065 (Principal)
-QD108 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Circuito de Cierre de Interruptor L-2066 (Principal)
-QD109 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Switch Comunicaciones (Red A)
-QD110 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Controladores de: L-2065 (Principal)
-QD111 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Controladores de: L-2066 (Principal)
-QD112 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Protección Diferencial Barras L-2065 y L-2066 (Principal)
-QD113 2x20A 10kA N2XY 1x(4x6mm²) Alim. Motor de Interruptor L-2065
-QD114 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Control de mando de seccionadores L-2065
-QD115 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Registrador Fallas UB
-QD116 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Medidor de energía
-QD117 2x10A 10kA 1x(4x4mm²) Reserva Equipado 1
-QD118 2x20A 10kA 1x(4x4mm²) Reserva Equipado 2
-QD119 2x6A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Control para interruptor -IGA1

-QD201 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Protección Respaldo L-2065
-QD202 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Protección Respaldo L-2066
-QD203 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Protección Terciaria L-2065 (Respaldo)

-F27.2 < U
0-150 Vdc -P2 V
-QF12 2x2A

Empalme

Barra de Cu: 20x5mm 125 Vdc, 319 A, 10 kA

-QD204 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Protección Terciaria L-2066 (Respaldo)
-QD205 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Circuito de Disparo 2 de Interruptor
-QD206 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Circuito de Disparo 2 de Interruptor
-QD207 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Circuito de Cierre de Interruptor L-2065
-QD208 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Circuito de Cierre de Interruptor L-2066
-QD209 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Switch Comunicaciones (Red B)
-QD210 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Controladores de: L-2065 (Respaldo)
-QD211 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Controladores de: L-2066 (Respaldo)
-QD212 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Protección Diferencial Barras L-2065 y
-QD213 2x20A 10kA N2XY 1x(4x4mm²) Alim. Motor de Interruptor L-2066
-QD214 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Control de mando de seccionadores L-2066
-QD215 2x10A 10kA N2XSY 1x(4x4mm²) Alim. Tablero de Conectividad
-QD216 2x10A 10kA 1x(4x4mm²) Reserva Equipado 1
-QD217 2x20A 10kA 1x(4x4mm²) Reserva Equipado 2

CONFORME A OBRA

Revisión	Descripción	Fecha	Nombre		
A1	As Built	25-05-18	R.T.	Fecha	25-05-18
E	Emitido para Aprobación	04-10-16	R.I.	Proyectado	C. Morales
D	Emitido para Aprobación	03-06-16	R.I.	Revisado	G. Moscoso
				Aprobado	R. Tatur

TRANSMANTARO

ABB DPTO. RESPONSABLE PSAC

S.E. Yarabamba 500/220/33 kV
Diagrama Unifilar de Servicios Auxiliares
Panel de Servicios Auxiliares 125 Vdc
Caseta de Control =NK22+NK1

PE-MAMO-21Z01-S-04-K7401

PEABB-PSAC15-AS5004-DU-YAR-02

Hj.No. 15
15 Hojas

ANEXO 2
TABLA DE CARGAS DE CASETAS 380/220 VAC

TABLA DE CARGAS DE CASETA 380/220 VAC

1.27. 1.1 CARGAS DE SERVICIOS GENERALES CONECTADOS AL SISTEMA DE DISTRIBUCION 380/220 VAC

Las cargas del diagrama unifilar general en la tabla 5, de las casetas de control C51, C52, C53, C21 y C23, se especifican en las tablas 6, Tabla 7, Tabla8, Tabla 9 y Tabla10 y en las figuras de los diagramas unifilares respectivamente, las cargas sombreadas indican las cargas que se proyectaron como futuras.

1.1.29 Caseta de control C51

Tabla 1. Circuito de Distribución 380/220 Vac – Caseta de control C51Caseta de control C52

CASETA DE CONTROL C51-PANEL DE S.S.A.A – CIRCUITOS DE DISTRIBUCION 380/220					
Descripción De La Carga	Esencial [w]	Factor de potencia	Factor de demanda	Demanda esencial [W]	Demanda esencial [Var]
Alim. Tablero General de distribución caseta C51	8000	0.90	0.50	4000	1937.29
Alim. Iluminación, Calefacción y tomacorrientes-paneles de caseta C51	3920	0.85	0.25	980	607.35
Alim. Tomacorrientes exteriores	12000	0.90	0.30	3600	5811.87
Alim. Control de iluminación exterior -C1	6000	0.90	0.75	450	5598.28
Alim. Control de iluminación exterior -C2	6000	0.90	0.75	4500	5598.28
Alim. Control de iluminación exterior -C3	6000	0.90	0.75	4500	5598.28
Alim. Control de iluminación exterior -C4	6000	0.90	0.75	4500	5598.28
Alim. Aire acondicionado caseta C51	1660	0.90	1.00	1660	3254.64
Alim. Aire acondicionado sala de baterías caseta C21	1660	0.90	1.00	1660	803.97

Alim. Armario de cambio rápido AT-104- gabinete local- control y ventilación (principal)	372	0.90	1.00	372	2470.04
Alim. Armario de cambio rápido AT-104- gabinete local- control y ventilación (respaldo)	372	0.90	1.00	372	2470.04
Alim. Armario de cambio rápido AT-104- gabinete local- regulación de TAPS	3039	0.90	0.50	2832	1371.60
Alim. Armario de campo corte A- iluminación, calefacción y tomacorrientes	3299	0.90	0.50	1650	798.89
Alim. Armario de campo corte A- motores de seccionadores	940	0.90	0.50	470	
Alim. Armario de campo corte B- iluminación, calefacción y tomacorrientes	3299	0.90	0.50	1650	798.89
Alim. Armario de campo corte B- motores de seccionadores	940	0.90	0.50	470	
Alim. Cámaras perimetrales	2920	0.90	0.50	1460	707.11
Alim. Iluminación, calefacción y tomacorrientes-paneles C51 (futuro)	3920	0.85	0.25	980	607.35
Alim. Tomacorrientes exteriores (futuro)	12000	0.90	1.00	12000	5811.87
Alim. Iluminación exterior patio C5 (futuro)	15412	0.90	0.75	11559	5598.28
Alim. Iluminación exterior patio C6 (futuro)	15412	0.90	0.75	11559	5598.28
Alim. Armario de cambio rápido AT-XXX- gabinete local- control y ventilación	5100	0.90	1.00	5100	2470.04

(principal)					
Alim. Armario de cambio rápido AT-xxx- gabinete local- control y ventilación (respaldo)	5100	0.90	1.00	5100	2470.04
Alim. Armario de cambio rápido AT-xxx- gabinete local- regulación de TAPS	5664	0.90	0.50	2832	1371.60
Alim. Armario de campo corte C- iluminación, calefacción y tomacorrientes	3299	0.90	0.50	1650	798.89
Alim. Armario de campo corte C- motores de seccionadores	940	0.90	0.50		

1.1.2 Caseta de control C52

Tabla 2. Circuito de Distribución 380/220 Vac – caseta de control C52

CASETA DE CONTROL C52-PANEL DE S.S.A.A – CIRCUITOS DE DISTRIBUCION 380/220					
Descripción De La Carga	Esencial [W]	Factor de potencia	Factor de demanda	Demanda esencial [W]	Demanda esencial [Var]
Alim. Tablero General de distribución caseta C52	8000	0.90	0.50	4000	1937.29
Alim. Iluminación, Calefacción y tomacorrientes-paneles de caseta C52	3920	0.85	0.25	980	607.35
Alim. Tomacorrientes exteriores	12000	0.90	0.30	3600	5811.87
Alim. Control de iluminación exterior -C1	6000	0.90	0.75	450	5598.28
Alim. Control de iluminación exterior -C2	6000	0.90	0.75	4500	5598.28
Alim. Control de iluminación exterior -C3	6000	0.90	0.75	4500	5598.28
Alim. Control de iluminación	6000	0.90	0.75	4500	5598.28

exterior -C4					
Alim. Control de iluminación exterior -C5	6000	0.90	0.75	4500	5598.28
Alim. Aire acondicionado caseta C52	1660	0.90	1.00	1660	3254.64
Alim. Aire acondicionado sala de baterías caseta C52	1660	0.90	1.00	1660	803.97
Alim. Armario de campo corte A-iluminación, calefacción y tomacorrientes	3299	0.90	0.50	1650	798.89
Alim. Armario de campo corte A- motores de seccionadores	940	0.90	0.50		
Alim. Armario de campo corte B-iluminación, calefacción y tomacorrientes	3299	0.90	0.50	1650	798.89
Alim. Armario de campo corte B- motores de seccionadores	940	0.90	0.50		
Alim. Armario de campo corte C-iluminación, calefacción y tomacorrientes	3299	0.90	0.50	1650	798.89
Alim. Armario de campo corte C- motores de seccionadores	940	0.90	0.50		
Alim. Armario de campo reactor R-30- iluminación, calefacción y tomacorrientes	3299	0.90	0.50	1650	798.89
Alim. Armario de campo reactor R-30- motores de seccionadores	940	0.90	0.50	470	
Alim. Armario de campo rápido R-30 gabinete local-deshumedecedor				235	
Alim. Armario cambio rápido R-30 iluminación, calefacción y tomacorrientes	3299	0.90	0.50	1650	798.89
Alim. Cámaras perimetrales	2920	0.90	0.50	1460	707.11
Reserva equipada 1					
Reserva equipada 2					
Reserva equipada 3					
Reserva equipada 4					

1.1.3 Caseta de control C53

Tabla 21. Circuito de Distribución 380/220 Vac – Caseta de Control C53

CASETA DE CONTROL C53-PANEL DE S.S.A.A – CIRCUITOS DE DISTRIBUCION 380/220					
Descripción De La Carga	Esencial [w]	Factor de potencia	Factor de demanda	Demanda esencial [W]	Demanda esencial [Var]
Alim. Tablero General de distribución caseta C53	8000	0.90	0.50	4000	1937.29
Alim. Iluminación, Calefacción y tomacorrientes-paneles de caseta C53	3920	0.85	0.25	980	607.35
Alim. Tomacorrientes exteriores 1	12000	0.90	0.30	12000	5811.87
Alim. Tomacorrientes exteriores 2	12000	0.90	1.00	12000	5811.87
Alim. Control de iluminación exterior -C1	15412	0.90	0.75	450	5598.28
Alim. iluminación exterior -C2	15412	0.90	0.75	4500	5598.28
Alim. iluminación exterior -C3	15412	0.90	0.75	4500	5598.28
Alim. iluminación exterior -C4	15412	0.90	0.75	4500	5598.28
Alim. Aire acondicionado caseta C53	1660	0.90	1.00	1660	3254.64
Alim. Aire acondicionado sala de baterías caseta C53	1660	0.90	1.00	1660	803.97
Alim. Armario de campo corte A-iluminación, calefacción y tomacorrientes	3299	0.90	0.50	1650	798.89
Alim. Armario de campo corte A- motores de seccionadores	940	0.90	0.50		
Alim. Armario de campo corte B-iluminación, calefacción y	3299	0.90	0.50	1650	798.89

tomacorrientes					
Alim. Armario de campo corte B- motores de seccionadores	940	0.90	0.50		
Alim. Armario de campo rápido R-31- gabinete local -iluminación, calefacción y tomacorrientes	3299	0.90	0.50	1650	798.89
Alim. Armario de cambio rápido R-31- gabinete local -deshumedecedor				235	
Alim. Cámaras perimetrales	2920	0.90	0.50	1460	707.11
Alim. iluminación exterior - C5 (futuro)	15412	0.90	0.75	11559	5598.28
Alim. Iluminación, Calefacción y tomacorrientes-paneles de caseta (futuro)	3920	0.85	0.25	980	607.35
Alim. Armario de campo corte C-iluminación, calefacción y tomacorrientes (futuro)	3920	0.85	0.25	980	607.35
Alim. Armario de campo corte C- motores de seccionadores (armario)	940				
Reserva equipada 1					
Reserva equipada 2					
Reserva equipada 3					
Reserva equipada 4					

1.1.4 Caseta de control C21

Tabla 22. Circuito de Distribución 380/220 Vac – Caseta de Control C21

CASETA DE CONTROL C21-PANEL DE S.S.A.A – CIRCUITOS DE DISTRIBUCION 380/220					
Descripción De La Carga	Esencial [w]	Factor de potencia	Factor de demanda	Demanda esencial [W]	Demanda esencial [Var]
Alim. Tablero General de distribución caseta C21	8000	0.90	0.50	4000	1937.29

Alim. Iluminación, Calefacción y tomacorrientes-paneles de caseta C21	3920	0.85	0.25	980	607.35
Alim. Tomacorrientes exteriores	12000	0.90	0.30	3600	5811.87
Alim. Control de iluminación exterior -C1	15412	0.90	0.75	450	5598.28
Alim. iluminación exterior -C2	15412	0.90	0.75	4500	5598.28
Alim. iluminación exterior -C3	15412	0.90	0.75	4500	5598.28
Alim. Aire acondicionado caseta C21	1660	0.90	1.00	1660	3254.64
Alim. Aire acondicionado sala de baterías caseta C21	1660	0.90	1.00	1660	803.97
Alim. Armario de campo autotransformador lado 220 kV - iluminación, calefacción y tomacorrientes	3299	0.90	0.50	1650	798.89
Alim. Armario de campo autotransformador lado 220 kV - motores de seccionadores	940	0.90	0.50		
Alim. Armario de campo bahía de acople - iluminación, calefacción y tomacorrientes	3299	0.90	0.50	1650	798.89
Alim. Armario de bahía de acople - motores de seccionadores	940	0.90	0.50		
Alim. Cámaras perimetrales	2920	0.90	0.50	1460	707.11
Reserva equipada 1					
Reserva equipada 2					
Reserva equipada 3					
Reserva equipada 4					
Reserva equipada 5					
Reserva equipada 6					

1.1.5 Caseta de control C22

Tabla 23. Circuito de Distribución 380/220 Vac – caseta de control C22

CASETA DE CONTROL C22-PANEL DE S.S.A.A – CIRCUITOS DE DISTRIBUCION 380/220					
Descripción De La Carga	Esencial [w]	Factor de potencia	Factor de demanda	Demanda esencial [W]	Demanda esencial [Var]
Alim. Tablero General de distribución caseta C22	8000	0.90	0.50	4000	1937.29
Alim. Iluminación, Calefacción y tomacorrientes-paneles de caseta C22	3920	0.85	0.25	980	607.35
Alim. Tomacorrientes exteriores	12000	0.90	1.00	3600	5811.87
Alim. Control de iluminación exterior -C1	15412	0.90	0.75	450	5598.28
Alim. iluminación exterior -C2	15412	0.90	0.75	4500	5598.28
Alim. iluminación exterior -C3	15412	0.90	0.75	4500	5598.28
Alim. Aire acondicionado caseta C22	6720	0.90	1.00	1660	3254.64
Alim. Aire acondicionado sala de baterías caseta C22	1660	0.90	1.00	1660	803.97
Alim. Armario de campo L-2065 - iluminación, calefacción y tomacorrientes	3299	0.90	0.50	1650	798.89
Alim. Armario de campo L-2065 - motores de seccionadores	940	0.90	0.50	470	
Alim. Armario de campo L-2066 - iluminación, calefacción y tomacorrientes	3299	0.90	0.50	1650	798.89
Alim. Armario de campo L2066- motores de seccionadores	940	0.90	0.50	470	

Alim. Cámaras perimetrales	2920	0.90	0.50	1460	707.11
Reserva equipada 1					
Reserva equipada 2					
Reserva equipada 3					
Reserva equipada 4					
Reserva equipada 5					
Reserva equipada 6					

ANEXO 3

CÁLCULOS MECÁNICOS

1.28.

1.1. CÁLCULOS MECÁNICOS

1.1.1. CÁLCULOS MECÁNICOS DEL CONDUCTOR

Estos cálculos tienen el objetivo de determinar las siguientes magnitudes relativas a los conductores de líneas y redes primarias aéreas en todas las hipótesis de trabajo:

- Esfuerzo horizontal del conductor
- Esfuerzo tangencial del conductor en los apoyos
- Flecha del conductor
- Parámetros del conductor
- Coordenadas de plantillas de flecha máxima (sólo en hipótesis de máxima temperatura)
- Ángulos de salida del conductor respecto a la línea horizontal, en los apoyos.
- Vano - peso de los apoyos
- Vano - viento de los apoyos

1.1.2. Características de los Conductores Normalizados

Material de los Conductores

Los conductores para líneas y redes primarias aéreas serán de aleación de aluminio (AAAC), fabricados según las prescripciones de las normas ASTM B398, ASTM B99 o IEC 1089.

1.1.3. Características Mecánicas de los Conductores de Aleación de Aluminio Normalizados.

- Sección (mm^2)	35
- Nº de Alambres	7
- Diámetro exterior (mm)	7,56
- Diámetro alambres (mm)	2,52
- Masa total (kg/m)	0,096

- Coef. de expansión Térmica (1/°C) 23×10^{-6}
- Módulo de Elasticidad Final (N/mm^2) 60760
- Esfuerzo en rotura (KN) 10,4

1.1.4. Esfuerzos máximos en el Conductor

1.1.4.1. Esfuerzos del Conductor en la Condición EDS

Las Normas Internacionales y las Instituciones vinculadas a la investigación respecto al comportamiento de los conductores, recomiendan que en líneas con conductores de aleación de aluminio sin protección anti vibrante, los esfuerzos horizontales en la condición EDS no deben superar el 18% del esfuerzo de rotura, es decir 52,9 N/mm2.

Sin embargo, cuando la relación desnivel/vano sea muy alta (mayor que 0,2) y se trate de conductores de reducidas secciones, los esfuerzos máximos que se presenten con el conductor superarán, fácilmente, el máximo permisible.

En tal sentido, el esfuerzo EDS será determinado sobre la base de las consideraciones señaladas y su valor estará comprendido entre 44 N/mm^2 y 52,9 N/mm2. En casos especiales, cuando la sobrecarga en los conductores sea muy grande, como la producida por la presencia de hielo, podrán aplicarse esfuerzos EDS menores a los consignados.

Para conductores de sección igual o menor que 95 mm2 se considera un esfuerzo de rotura promedio de 295.8 N/mm2

1.1.4.2. Esfuerzos máximos en el Conductor

Los esfuerzos máximos en el conductor son los esfuerzos tangenciales que se producen en los puntos más elevados de la catenaria. Para los conductores de aleación de aluminio no deben sobrepasar el 60% del esfuerzo de rotura.

1.1.5. Hipótesis de Estado

Las hipótesis de estado para los cálculos mecánicos del conductor se definen sobre la base de los siguientes factores:

- Velocidad de viento

- Temperatura
- Carga de hielo

Sobre la base de la zonificación y las cargas definidas por el Código Nacional de Electricidad Suministro, se considerarán las siguientes hipótesis:

HIPOTESIS Nº 1 : Condición de mayor duración (EDS inicial)

- Temperatura : 25 °C
- Velocidad de viento : nula
- Sobrecarga de hielo : nula

HIPOTESIS Nº 2 : Condición de mayor duración (EDS final)

- Temperatura : 25 °C
- Velocidad de viento : nula
- Sobrecarga de hielo : nula

HIPOTESIS Nº 3 : De mínima temperatura

- Temperatura : -5 °C
- Velocidad de viento : 50 Km/h
- Sobrecarga de hielo : nula

HIPOTESIS Nº 4 : De máxima velocidad de viento

- Temperatura : 15 °C
- Velocidad de viento : 94 Km/h
- Sobrecarga de hielo : nula

HIPOTESIS Nº 5 : De máxima Temperatura

- Temperatura : 50 °C
- Velocidad de viento : nula
- Sobrecarga de hielo : nula

Fórmulas Consideradas

ECUACIÓN DE CAMBIO DE ESTADO

$$T_{02}^3 - \left[T_{01} - \frac{d^2 E w^2}{24 S^2 T_{01}} R1 - \alpha E(t2 - t1)\right] T_{02}^2 = \frac{d^2 E w^2 R^2}{24 S^2}$$

ESFUERZO DEL CONDUCTOR EN EL EXTREMO SUPERIOR DERECHO

Formula exacta:

$$T_D = T_0 \cosh\left(\frac{X_D}{p}\right)$$

Fórmula aproximada:

$$T_D = \sqrt{T_0^2 + (X_D W_R)^2}$$

ESFUERZO DEL CONDUCTOR EN EL EXTREMO SUPERIOR IZQUIERDO

Fórmula exacta:

$$T_I = T_0 \cosh\left(\frac{X_I}{p}\right)$$

Fórmula Aproximada:

$$T_I = \sqrt{T_0^2 + (X_I W_R)^2}$$

ANGULO DEL CONDUCTOR RESPECTO A LA LÍNEA HORIZONTAL, EN EL APOYO DERECHO:

$$\theta_D = cos^{-1}(\frac{T_0}{T_D})$$

ANGULO DEL CONDUCTOR RESPECTO A LA LÍNEA HORIZONTAL, EN EL APOYO IZQUIERDO:

$$\theta_{\mathrm{I}} = cos^{-1}(\frac{T_0}{T_{\mathrm{I}}})$$

DISTANCIA DEL PUNTO MÁS BAJO DE LA CATENARIA AL APOYO IZQUIERDO

Fórmula Exacta:

$$X_{\mathrm{I}} = -p[senh^{-1}\left(\frac{\frac{h}{d}}{(\left(senh\left(\frac{d}{p}\right)\right)^2 - (\cosh(\frac{d}{p}) - 1)^2)^{\frac{1}{2}}}\right) - tanh^{-1}(\frac{\cosh\left(\frac{d}{p}\right) - 1}{senh(\frac{d}{p})})\ ]$$

Fórmulas Aproximadas

$$X_{\mathrm{I}} = \frac{d}{2}(1 + \frac{h}{4f})$$

$$X_{\mathrm{I}} = \frac{d}{2} - \frac{T_0 h}{W_R d}$$

DISTANCIA DEL PUNTO MÁS BAJO DE LA CATENARIA AL APOYO DERECHO

$$X_{\mathrm{D}} = d - X_{\mathrm{I}}$$

LONGITUD DEL CONDUCTOR

Fórmula Exacta

$$L = \sqrt{(2p * senh\frac{d}{2p})^2 + h^2}$$

Fórmula Aproximada:

$$L = \frac{d}{cos\psi} + \frac{8f^2 cos^3\psi}{3d}$$

$$cos\psi = \frac{1}{\sqrt{1 + (\frac{h}{d})^2}}$$

FLECHA DEL CONDUCTOR EN TERRENO SIN DESNIVEL

Fórmula Exacta

$$f = p(\cosh\left(\frac{d}{2p}\right) - 1)$$

Fórmulas Aproximadas

$$f = \frac{W_R d^2}{8T_0}$$

$$f = \frac{d^2}{8p}$$

FLECHA DEL CONDUCTOR EN TERRENO DESNIVELADO:

Fórmula Exacta:

$$\mathrm{f} = p[\cosh\left(\frac{X_\mathrm{I}}{\mathrm{p}}\right) - \frac{\cosh\left(\frac{\mathrm{d}}{2} - X_\mathrm{I}\right)}{\mathrm{p}}] + \frac{h}{2}$$

Fórmulas Aproximadas:

$$\mathrm{f} = \frac{W_R d^2}{8T_0} * \sqrt{1 + (h/d)^2}$$

$$\mathrm{f} = \frac{d^2}{8P} * \sqrt{1 + (h/d)^2}$$

SAETA DEL CONDUCTOR

Fórmula Exacta:

$$\mathrm{s} = \mathrm{p}(\cosh(\frac{X_I}{\mathrm{p}} - 1))$$

Fórmula Aproximada:

$$\mathrm{s} = \mathrm{f}(1 - (\frac{h}{4f})^2)$$

$$\mathrm{s} = \frac{X_\mathrm{I}^2}{2p}$$

CARGA UNITARIA RESULTANTE EN EL CONDUCTOR

$$W_R = \sqrt{[W_c + 0.0029(\phi + 2c)]^2 + [\frac{Pv(\phi + 2c)}{1000}]^2}$$

$$Pv = 0.041 Vv^2$$

VANO – PESO

$$Vp = X_D(i) + X_I(i + 1)$$

VANO - MEDIO (VANO - VIENTO)

$$VM = \frac{d_i + d_{i+1}}{2}$$

VANO EQUIVALENTE

Para Localización de Estructuras en el Perfil de la Línea:

En estructuras con aisladores tipo PIN, o aisladores rígidos en general, el vano equivalente será igual a cada vano real; es decir, habrán tantos vanos equivalentes como vanos reales existan.

En estructuras con cadenas de aisladores, el vano equivalente es único para tramos comprendidos entre estructuras de anclaje y a este vano equivalente corresponderá un esfuerzo horizontal (To) constante.

La fórmula del vano equivalente en este caso es:

$$V_{eq} = \sqrt{\sum (d_i^3 \cos\psi) / \sum \left(\frac{d_i}{cos\psi}\right)}$$

PARA ELABORACIÓN DE TABLA DE TENSADO**:**

Se aplicará la fórmula consignada, tanto para líneas con aisladores rígidos como con cadenas de aisladores de suspensión.

SIMBOLOGÍA Y ESQUEMA CONSIDERADO

T_{01} Esfuerzo horizontal en el conductor para la condición 1, en N/mm2

T_{02} Esfuerzo horizontal en el conductor para la condición 2, en N/mm2

d Longitud del vano en m

E Módulo de Elasticidad final del conductor, en N/mm2

S Sección del conductor, en mm2

Wc Peso del conductor, en N/m

t1 Temperatura del conductor en la condición 1

t2 Temperatura del conductor en la condición 2

α Coeficiente de expansión térmica, en 1/°C

h Desnivel del vano, en m

p Parámetro del conductor, en m

ϕ Diámetro del conductor, en m

Pv Presión de viento, en Pa

C Espesor de hielo sobre el conductor, en m

Vv Velocidad de viento, en km/h

Notas:

Para vanos menores de 300 m, relación vano/desniveles menores que 0.2 y flechas inferiores al 5% de la longitud del vano, se podrá asumir que el conductor adopta la forma de la parábola y aplicarse las fórmulas aproximadas. Para vanos mayores a 300 m o cuando se tengan flechas mayores al 5% de la longitud del vano, o casos donde la relación desnivel / vano sea mayor que 0.2, se aplicarán, necesariamente, las fórmulas exactas de la catenaria.

1.2. CÁLCULOS MECÁNICOS DE POSTES

1.2.1. Objeto

Estos cálculos tienen por objeto determinar las cargas mecánicas en postes, cables de retenida y sus accesorios, de tal manera que en las condiciones más críticas, no se superara los esfuerzos máximos previstos en el Código Nacional de Electricidad Suministro, norma DGE “Bases para el diseño de líneas y redes primarias para la electrificación rural” y complementariamente en las Normas Internacionales.

1.2.2. Factores de Seguridad

Los factores de seguridad mínimas respecto a las cargas de rotura serán las siguientes:

a) En condiciones normales

- Poste de concreto 2
- Accesorios de ferretería 2

Tipo	**Clase**
Pin	Polimérico
Suspensión	Polimérico

Tabla 24. Características de los aisladores

Sección(mm^2)	**35**
Material	**AAAC**
No de alambres	7
Diámetro (mm)	7.56
Esfuerzo de rotura (kN)	10.40
Masa total (Kg/m)	0.096

Tabla 25. Características de los conductores

1.2.3. Fórmulas Aplicables

- Momento debido a la carga del viento sobre los conductores:

$$\mathrm{M_{VC}} = Pv * d * \phi_c * \left(\sum h_i\right) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

- Momento debido a la carga de los conductores:

$$\mathrm{M}_{TC} = 2T_c * \left(\sum h_i\right) * \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

- Momento debido a la carga de los conductores en estructuras terminales:

$$\mathrm{M}_{TR} = T_c * \left(\sum h_i\right)$$

- Momento debido a la carga del viento sobre la estructura

$$M_{VP} = \frac{[Pv * hl^2(Dm + 2Do)]}{600}$$

- Momento debido al desequilibrio de cargas verticales

$$M_{CW} = BC * Wc * dKr + W_{CA} + W_{AD}$$

- Momento total para hipótesis de condiciones normales, en estructura de alineamiento, sin retenidas:

$$M_{RN} = M_{VC} + M_{TC} + M_{CW} + M_{VP}$$

- Carga de rotura del poste a 15 cm de la punta, en hipótesis de condiciones normales:

$$O_N = \frac{M_{RN}}{hl - 0.15}$$

SIMBOLOGÍA:

Pv	=	Presión del viento sobre superficies cilíndricas, en Pa
d	=	Longitud del vano-viento, en m
Tc	=	Carga del conductor en kg
ϕc	=	Diámetro del conductor, en m
α	=	Angulo de desvío topográfico, en grados
Do	=	Diámetro del poste en la cabeza, en cm
Dm	=	Diámetro del poste en la línea de empotramiento, en cm
hl	=	Altura libre del poste, en m
hi	=	Altura de la carga i en la estructura con respecto al terreno, en m

BC = Brazo de la cruceta, en m

WC = Peso del conductor, en N/m

WC = Relación entre el vano peso y vano viento

W_{CA} = Peso del aislador tipo Pin o cadena de aisladores, en N

W_{AD} = Peso de un hombre con herramientas, igual a 1000 N

1.2.4. RESULTADOS

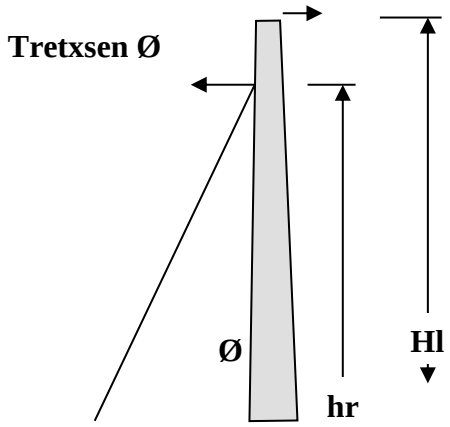
N°	Estructura	Mvc	MTC	MTR	MVP	MCW	MRN	QN
0	DS-3	223,01	0	3,7728	1043,7	490,48	1757,19	126,87
1	PMI -3	944,45	0	3,7728	1043,7	493,76	2481,91	179,20
2	PRVE-3	1273,91	8,874E-14	3,7728	1043,7	495,26	2812,87	203,10
3	PRVE-3	-1231,38	-7,394E-15	3,7728	1043,7	495,07	307,39	22,19
4	PSVE-3	1410,35	0	3,7728	960,204	495,88	2866,43	206,96
5	PSVE-3	1282,64	0	3,7728	960,204	495,30	2738,14	197,70
6	PRVE-3	-1371,24	9,2445E-16	3,7728	1043,7	495,70	168,17	12,14
7	PRVE-3	-1414,40	-1,109E-14	3,7728	1043,7	495,90	125,20	9,04
8	PSVE-3	1217,71	0	3,7728	960,204	495,00	2672,92	192,99
9	PSVE-3	1239,35	1,8489E-15	3,7728	1043,7	495,10	2778,16	200,59
10	PRVE-3	0,00	-7,5456	3,7728	1043,7	494,13	1530,29	110,49
11	PSVE-3	0,00	-7,5456	3,7728	1043,7	493,31	1529,46	110,43
12	PSVE-3	786,11	7,396E-15	3,7728	960,204	493,04	2239,36	161,69
13	PSVE-3	783,71	0	3,7728	960,204	493,03	2236,94	161,51
14	PRVE-3	0,00	-7,5456	3,7728	1043,7	499,95	1536,11	110,91
15	PS1-3	3063,45	0	3,7728	960,204	503,40	4527,06	326,86
16	PA3-3	0,00	7,5456	3,7728	960,204	497,18	1464,93	105,77
17	PSVE-3	1012,54	0	3,7728	960,204	494,07	2466,82	178,11
19	PSVE-3	1012,54	0	3,7728	960,204	494,07	2466,82	178,11
20	PA3-3	601,20	-1,479E-13	3,7728	1043,7	492,20	2137,10	154,30

	STB	94,93	0	3,7728	1043,7	489,89	1628,52	117,58

Tabla 26. Cálculo de los principales momentos en todas las estructuras

1.3. CALCULO DE RETENIDAS

1.3.1. BASES DE CÁLCULO QN



Altura de la Fuerza Aplicada : H

Altura de la Retenida : hr

Angulo entre el poste y el cable : ø

Fuerza Total Aplicada al Poste : QN

Tiro en la retenida : Tret

POSTES DE CAMBIO DE DIRECCIÓN

Aplicando momentos:

$$M_{RN} = Q_N * Hl = T_{ret} * hr * sen\phi$$

Despejando Tret tenemos:

$$T_{ret} = \frac{M_{RN}}{hr * sen\phi}$$

1.3.2. RESULTADOS

N°	Estructura	Retenidas	QN	MRN	Tret

0	DS-3	-	-	-	-
1	PMI -3	1RI	179,20	2481,91	321,39
2	PRVE-3	1RI	203,10	2812,87	364,25
3	PRVE-3	1RI	22,19	307,39	39,80
4	PSVE-3	-	-	-	-
5	PSVE-3	-	-	-	-
6	PRVE-3	1RI	12,14	168,17	21,78
7	PRVE-3	1RI	9,04	125,20	16,21
8	PSVE-3	-	-	-	-
9	PSVE-3	-	-	-	-
10	PRVE-3	1RI	110,49	1530,29	198,16
11	PSVE-3	1RI	110,43	1529,46	198,05
12	PSVE-3	-	-	-	-
13	PSVE-3	-	-	-	-
14	PRVE-3	2RI	110,91	1536,11	198,91
15	PS1-3	-	-	-	-
16	PA3-3	2RI	105,77	1464,93	189,70
17	PSVE-3	-	-	-	-
18	PSVE-3	-	-	-	-
19	PA3-3	1RI	154,30	2137,10	276,74
20	STB	-	-	-	-