| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| B | Levantamiento de observaciones | 31/03/2025 | MMB | MMB | ELC |
| A | Emitido para Aprobación | 09/11/2024 | MMB | JRR | ELC |
| Rev. | Descripción | Fecha | Ejec. | Rev. | Apr. |

Proyecto: “CREACIÓN (ENLACE PI) DOS SALIDAS EN 60 KV DE LA SET ORCOTUNA A CONCEPCIÓN – JAUJA Y AL PARQUE INDUSTRIAL, DISTRITO DE ORCOTUNA – PROVINCIA DE CONCEPCIÓN – DEPARTAMENTO DE JUNIN – PARTE I”

| | | |
|---|---|---|
| Electrocentro | Título: | |
| | **RESUMEN EJECUTIVO** | |
| ADEN Asesoría y Diseño Electromecánico del Norte | Informe N°: ELCTO/ADEN/OBR-2024-REJ-01 | Revisión **B** |
| | Responsable Técnico: Ing. Mike Miranda Baquerizo CIP 72261 | Página 1 |

# ÍNDICE GENERAL

**ÍNDICE GENERAL** ..... **2**
**1. INTRODUCCIÓN** ..... **5**
**2. OBJETIVO** ..... **5**
**3. ALCANCES** ..... **6**
**4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES** ..... **6**
4.1 DEL ANÁLISIS DE FLUJO DE CARGA ..... 7
4.2 DEL ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO ..... 7
4.3 DEL ESTUDIO DE ESTABILIDAD TRANSITORIA ..... 7
4.4 DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN ..... 7
**5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO** ..... **8**
5.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA ..... 9
5.2 SUBESTACIÓN ORCOTUNA ..... 10
5.3 SUBESTACIÓN CONCEPCIÓN ..... 11
5.4 SUBESTACIÓN PARQUE INDUSTRIAL ..... 11
5.5 PARAMETROS ELECTRICOS DE LAS LINEAS DE TRANSMISION ..... 12
5.6 CARACTERISTICAS DE LOS TRANSFORMADORES ..... 12
5.7 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA ..... 13
**6. ANÁLISIS DE FLUJO DE CARGA** ..... **16**
6.1 METODOLOGÍA ..... 16
6.2 CONSIDERACIONES PARA LAS SIMULACIONES DE FLUJO DE CARGA ..... 17
6.3 CASOS SIMULADOS EN OPERACIÓN NORMAL Y CONTINGENCIAS ..... 17
6.4 RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES DE FLUJO DE CARGA ..... 18
6.4.1 RESULTADOS EN OPERACIÓN NORMAL ..... 18
**7. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO** ..... **22**
7.1 METODOLOGÍA ..... 22
7.2 RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES DE CORTOCIRCUITO ..... 22
7.2.1 RESULTADOS DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO EN BARRAS ..... 22
**8. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD TRANSITORIA** ..... **26**
8.1 METODOLOGÍA ..... 26
8.2 CASOS DE CONTINGENCIA SIMULADOS ..... 27
8.3 RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES DE ESTABILIDAD TRANSITORIA ..... 27
8.3.1 FALLAS TRIFÁSICAS Y MONOFÁSICAS EN LÍNEAS Y DESCONEXION DE EQUIPOS 27
8.3.2 TIEMPO CRÍTICO DE DESPEJE DE FALLA ..... 28
**9. COORDINACIÓN DE PROTECCIONES** ..... **29**
9.1 METODOLOGÍA ..... 29
9.2 RESULTADOS DE LA SELECTIVIDAD DE SOBRECORRIENTE ..... 29
**10. DIAGRAMA UNIFILAR DEL PROYECTO** ..... **37**
**11. CRONOGRAMA DEL PROYECTO** ..... **38**

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Parámetros de líneas de transmisión asociados al proyecto ..... 12
Cuadro 2 Características de los transformadores de 2 Devanados ..... 13
Cuadro 3 Características de los transformadores de 3 Devanados ..... 13
Cuadro 4 Características de los transformadores de 4 Devanados ..... 13
Cuadro 5 Demandas de las cargas año 2025 ..... 14
Cuadro 6 Generación de las Centrales Hidroeléctricas 2025 ..... 15
Cuadro 7 Nivel de tensión en las barras en operación normal y sin proyecto. ..... 18
Cuadro 8 Nivel de tensión en las barras en operación normal y con proyecto. ..... 19
Cuadro 9 Nivel de carga en las líneas de transmisión en operación normal y sin proyecto. ..... 19
Cuadro 10 Nivel de carga en las líneas de transmisión en operación normal y con proyecto. ..... 20
Cuadro 11 Nivel de carga en transformadores 2 devanados operación normal y sin proyecto..... 20
Cuadro 12 Nivel de carga en transformadores 2 devanados en operación normal y con proyecto. ..... 21
Cuadro 13 Nivel de carga transformadores 3 devanados en operación normal y sin proyecto. ..... 21
Cuadro 14 Nivel de carga transformadores 3 devanados en operación normal y con proyecto. ..... 21
Cuadro 15 Resultados de corrientes de cortocircuito en barras situación sin proyecto. ..... 23
Cuadro 16 Resultados corrientes de cortocircuito en barras situación con proyecto. 23
Cuadro 17 Comparación de máximas corrientes de cortocircuito, sin y con proyecto. ..... 24
Cuadro 18 Estabilidad Transitoria ante eventos de falla en línea, sin proyecto (Estiaje 2025 y Avenida 2026). ..... 27
Cuadro 19 Estabilidad Transitoria ante eventos de falla en línea, con proyecto (Estiaje 2025 y Avenida 2026). ..... 28
Cuadro 20 Estabilidad Transitoria ante de desconexión de equipos, sin proyecto (Estiaje 2025 y Avenida 2026). ..... 28
Cuadro 21 Estabilidad Transitoria ante de desconexión de equipos, con proyecto (Estiaje 2025 y Avenida 2026). ..... 28
Cuadro 5 Tiempo Critico de despeje de Falla, sin proyecto (Estiaje 2025 y Avenida 2026)..... 29
Cuadro 6 Tiempo Critico de despeje de Falla, con proyecto (Estiaje 2025 y Avenida 2026)..... 29
Cuadro 24 Ajustes propuestos de los sobrecorriente de fases. ..... 30
Cuadro 25 Ajustes propuestos de sobrecorriente de tierra ..... 33

## ÍNDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1 Sistema eléctrico existente ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Gráfica 2 Sistema eléctrico con proyecto ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Gráfica 3 Localización del proyecto ..... 10
Gráfica 4 Corriente de cortocircuito en las barras asociadas al proyecto. ..... 25

# RESUMEN EJECUTIVO

## "CREACIÓN (ENLACE PI) DOS SALIDAS EN 60 KV DE LA SET ORCOTUNA A CONCEPCIÓN – JAUJA Y AL PARQUE INDUSTRIAL, DISTRITO DE ORCOTUNA – PROVINCIA DE CONCEPCIÓN – DEPARTAMENTO DE JUNIN – PARTE I"

## 1. INTRODUCCIÓN

ELECTROCENTRO S.A., es una entidad pública dedicada a la distribución de electricidad, que cuenta también con instalaciones de transmisión secundaria y complementaria para transportar la energía desde las acometidas de transmisión principal hasta los centros de carga, dentro de su concesión.

La Resolución de Concejo Directivo del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN Nº 104-2016 OS/CD de fecha 26 de Mayo de 2016, toda empresa titular de Transmisión deberá presentar su estudio que incluya un plan de inversiones en trasmisión, para el periodo 2017-2021. Electrocentro S.A. ha incluido todas las instalaciones propuestas obtenidas en base a un planeamiento para un periodo de 04 años.

Fue aprobado el Plan de Inversiones en Transmisión del período comprendido entre el 01 de mayo de 2017 y el 30 de abril de 2021, por Área de Demanda y por cada titular que la conforma.

En ese contexto, ELECTROCENTRO S.A. tiene la responsabilidad de implementar el proyecto: "CREACIÓN (ENLACE PI) DOS SALIDAS EN 60 KV DE LA SET ORCOTUNA A CONCEPCIÓN – JAUJA Y AL PARQUE INDUSTRIAL, DISTRITO DE ORCOTUNA – PROVINCIA DE CONCEPCIÓN – DEPARTAMENTO DE JUNIN – PARTE I". Se tiene previsto su operación comercial en mayo del año 2025.

Cumpliendo con el Procedimiento Técnico COES PR-20 "Ingreso, Modificación y Retiro de Instalaciones en el SEIN", aprobado mediante resolución N°083-2021-OS/CD, publicado en el Diario El Peruano el 30 de abril del 2021, se deberá presentar al organismo operador del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (COES-SINAC) el estudio de Operatividad, el cual incluye los estudios de la operación en estado estacionario y cortocircuito en el área de influencia del proyecto donde se evaluará que las instalaciones a interconectarse al SEIN no causen un impacto negativo al sistema, se estima que el ingreso de la operación comercial de la obra sea mayo del 2025.

## 2. OBJETIVO

El objetivo del presente Resumen Ejecutivo es mostrar los resultados de los estudios eléctricos, así como el impacto que tendrá el ingreso del proyecto **"CREACIÓN (ENLACE PI) DOS SALIDAS EN 60 KV DE LA SET ORCOTUNA A CONCEPCIÓN – JAUJA Y AL PARQUE INDUSTRIAL, DISTRITO DE**

**ORCOTUNA – PROVINCIA DE CONCEPCIÓN – DEPARTAMENTO DE JUNIN – PARTE I",** asegurando que no provoque efectos negativos sobre el SEIN.

## 3. ALCANCES

Los alcances del presente documento son:

- Se estima que el ingreso de la operación comercial sea la primera semana de mayo 2025, en el numeral 10 se muestra el cronograma de obra.

- Mostrar el resultado de simulaciones de flujo de carga para el sistema eléctrico actual y proyectado, para condiciones de operación normal y en contingencia (n-1) considerando todo el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN).

- Mostrar el resultado de las simulaciones de máxima y mínima corriente de cortocircuito para el sistema eléctrico en estudio, considerando todo el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN); cuyos resultados sirvieron para el cálculo de los parámetros de ajustes del sistema de protecciones y para la verificación de la capacidad de los equipos existentes.

- Mostrar el resultado de simulaciones de estabilidad con el fin de verificar que, al presentarse alguna falla en la línea asociadas al proyecto, el SEIN tiene la suficiente fortaleza para alcanzar un nuevo punto de operación estable, con la acción de los elementos de control y la dinámica de las máquinas, en el que todos los elementos que hacen parte del sistema continúen operando dentro de sus límites técnicos.

- Mostrar el resultado del análisis de estabilidad transitoria que determinan los tiempos críticos de despeje de las fallas en las instalaciones del proyecto.

- Mostrar el resultado del cálculo de ajustes de los relés de protección de la línea L6056+L6078B, L6057+6078A y la revisión de las protecciones ubicadas en las subestaciones colindantes (SE Orcotuna, SE Concepción, SE Parque Industrial, SE Xauxa) se realizó en base a criterios definidos en el documento "Criterios de Ajuste y Coordinación de los Sistemas de Protección del SEIN" y a las recomendaciones consignadas en los manuales de los relés.

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En general, los resultados obtenidos muestran claramente que el ingreso del Proyecto mejora la confiabilidad y la operación del sistema eléctrico Valle del Mantaro, por lo que el proyecto se considera viable.

A continuación, se muestra las conclusiones y recomendaciones de los estudios eléctricos:

## 4.1 DEL ANÁLISIS DE FLUJO DE CARGA

- De los resultados de flujo de carga en operación normal se puede observar que no existe caída de tensión en las barras asociadas al proyecto. No se propone modificar ninguna tensión de operación en la zona de influencia. Los resultados de las tensiones en barras en la situación con proyecto varían máximo un 1% respecto a la situación sin proyecto y muchas de las variaciones son condiciones de mejora en el sistema eléctrico en estudio.
- De los resultados de flujo de carga en operación normal se puede observar que en todos los escenarios no existirán problemas de sobrecarga en las líneas de transmisión, a excepción de la línea Concepción – Orcotuna (L6078B), tramo que antes correspondía a la línea Concepción – Parque Industrial.
- De los resultados de flujo de potencia en operación normal y contingencias se concluye que no se requiere modificar ninguna posición de tap en los transformadores con regulación manual, respecto a los transformadores con regulación automática se siguen manteniendo las mismas consideraciones que en la situación actual.
- De los resultados de flujo de carga en contingencia 3 se observa que tanto los niveles de tensión en barras y las sobrecargas en líneas y transformadores no superan los valores admitidos.

## 4.2 DEL ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO

- De los resultados de las simulaciones de máxima corriente de cortocircuito, se puede observar que no existen problemas con la capacidad de ruptura de los interruptores de potencia.
- De los resultados de las simulaciones de máxima corriente de cortocircuito, se puede observar que los transformadores de corriente no se saturan para la máxima corriente de cortocircuito.

## 4.3 DEL ESTUDIO DE ESTABILIDAD TRANSITORIA

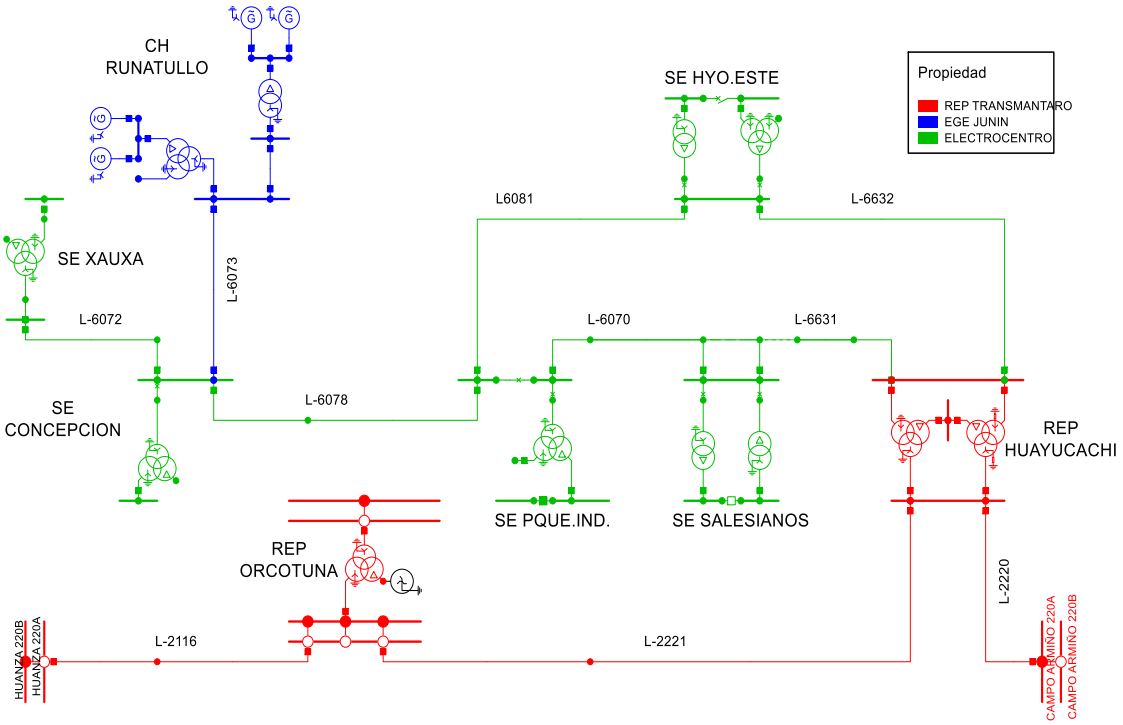
- Los resultados obtenidos muestran una buen desempeño y amortiguamiento de las oscilaciones luego de efectuarse los eventos de falla trifásica, evento de falla monofásica y evento de recierre exitoso, es decir, las perturbaciones de falla para los eventos establecidos generan oscilaciones amortiguadas.
- Se verifica que, con el ingreso del PROYECTO, los niveles de tensión y niveles de cargabilidad en los equipos estén dentro de los límites permitido ante las contingencias indicadas en la carta de alcance del COES.
- Se puede observar que los tiempos críticos se encuentran por encima del tiempo requerido por el COES (en el PR-20), que es de 100ms.

## 4.4 DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN

- Se recomienda implementar todos los ajustes que se indican en el presente informe. Los criterios seguidos para el cálculo y la justificación de los cambios de los ajustes se presentan en el documento EO_CONCE-ORCO_ECP 01-24.
- El cálculo de los ajustes de las protecciones se realizó en base a los resultados de las simulaciones de flujo de carga y cortocircuito para la máxima corriente de cortocircuito (Avenida máxima demanda 2026).
- Durante la implementación de ajustes se recomienda verificar y confirmar las relaciones de transformación de los TCs y TTs para garantizar la selectividad del sistema de protecciones.
- Se recomienda implementar las funciones de sobrecorriente direccionales que se mencionan en el presente informe para garantizar la selectividad de las protecciones.
- Se recomienda verificar en campo la polaridad de los transformadores de corrientes para el correcto funcionamiento de las protecciones diferencial del transformador de potencia, diferencial de barra y sobrecorriente direccionales.

## 5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

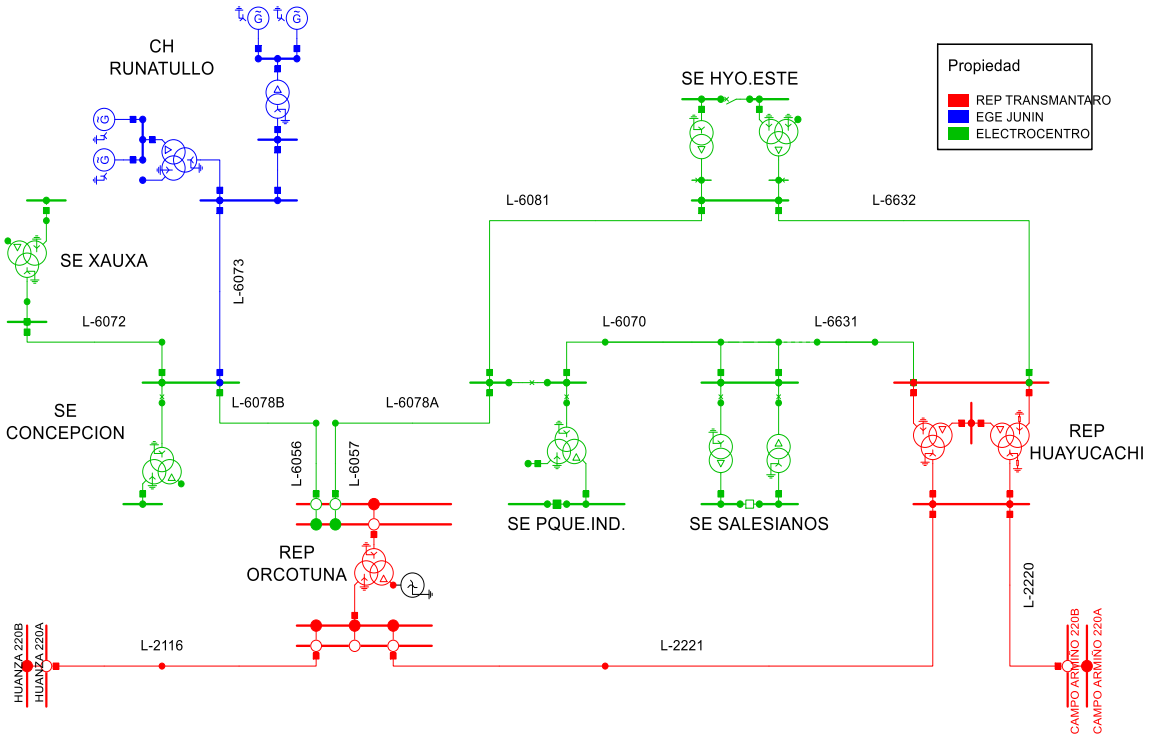
Actualmente la SE Concepción y sistema eléctrico asociado es atendida a través de la línea L-6078 que viene de SE Parque Industrial, siendo la principal fuente la SE Huayucachi 220/60kV




Gráfica 1 Sistema eléctrico existente

A la culminación de la obra se tendrá la siguiente topología, es decir la SE Concepción y sistema eléctrico asociado será atendida a través de la línea L-6056

desde SE Orcotuna y a la vez la SE Parque Industrial y sistema asociado tendrá una fuente adicional desde SE Orcotuna 220/60kV a través de la línea L-6057.

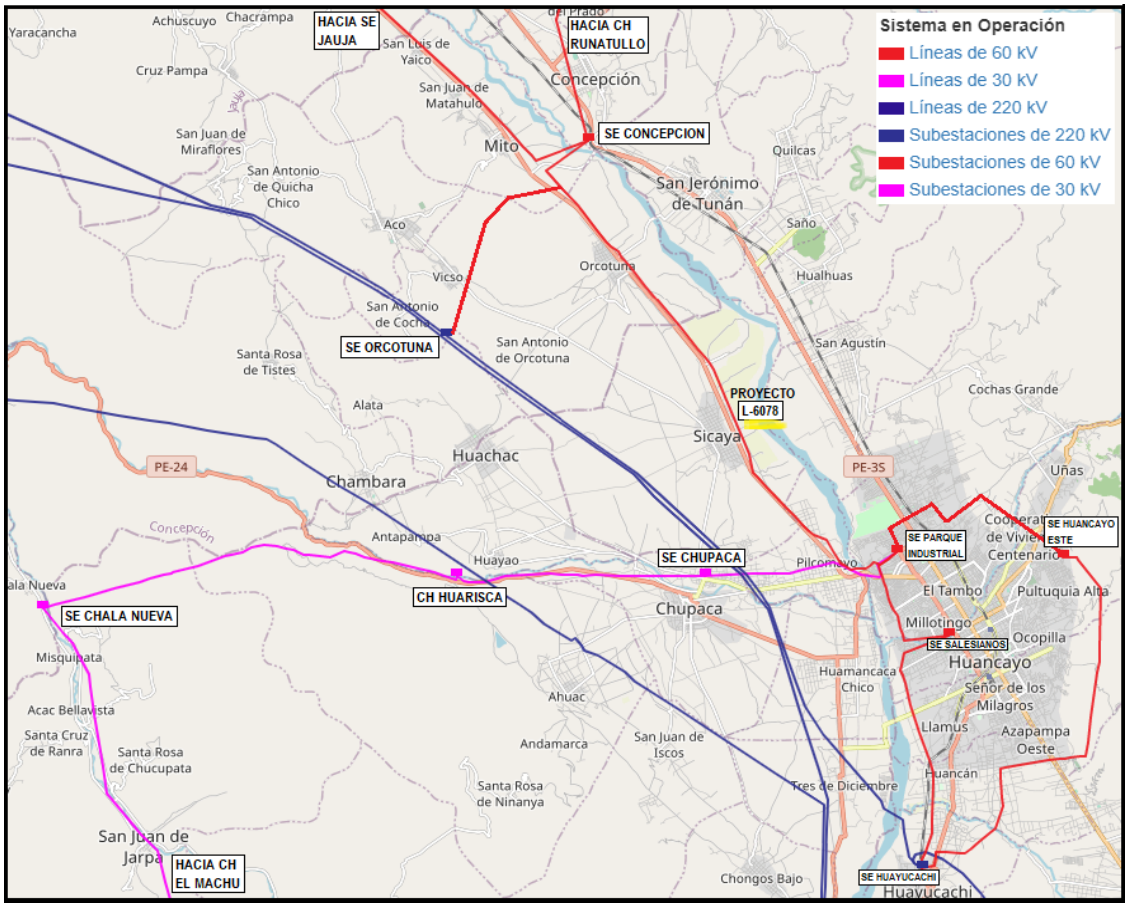



Gráfica 2 Sistema eléctrico con proyecto

En esta etapa la línea L-6056 hacia SE Concepción contara con enlace de fibra óptica para las funciones diferencial de línea y tele protección mientras que la línea L-6057 hacia SE Parque Industrial tendrá solo protecciones de distancia y sobrecorrientes direccionales mientras se complete el enlace de Fibra óptica.

## 5.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El Proyecto **"CREACIÓN (ENLACE PI) DOS SALIDAS EN 60 KV DE LA SET ORCOTUNA A CONCEPCIÓN – JAUJA Y AL PARQUE INDUSTRIAL, DISTRITO DE ORCOTUNA – PROVINCIA DE CONCEPCIÓN – DEPARTAMENTO DE JUNIN – PARTE I"** se encuentra ubicada entre las instalaciones de la S.E. Orcotuna, S.E. Concepción y la SE Parque Industrial ubicadas en el Departamento de Junín. En la siguiente gráfica, se muestra la ubicación del proyecto.




Gráfica 3 Localización del proyecto

## 5.2 SUBESTACIÓN ORCOTUNA

La SET Orcotuna 220/60/10 kV – 50/50/15 MVA es de propiedad de ISA TRANSMANTARO, está preparada con 4 bahías en 60kV, de las cuales el presente proyecto usara 2, la salida de las dos ternas desde la SET Orcotuna crearán dos líneas, las cuales serán: LT Orcotuna – Concepción en 60 kV y la LT Orcotuna – Parque Industrial, como se muestra en la gráfica 2.

- L6056 + L6078B: SE Orcotuna – SE Concepción.
- L6057 + L6078A: SE Orcotuna – SE Parque Industrial.

Las instalaciones que conforman el Proyecto son las siguientes:

- Línea de derivación doble terna 2.498 km, conductor AAAC – 240 mm2, con dos cables de guarda OPGW de 80 mm2 y EHS de 38 mm2.
- Salida de la línea de derivación desde la SET Orcotuna:
  - ✓ La salida desde la SET Orcotuna de la LT SET Orcotuna – SE Concepción se conectará la bahía de línea L-6056 (Bahía de línea existente con codificación SE Xauxa 60 kV – L-6056).

- ✓ La salida desde la SET Orcotuna de la LT SET Orcotuna – SE Parque Industrial se conectará la bahía de línea L-6057 (Bahía de línea existente con codificación SE Concepción 60 kV – L-6057).
- Seccionamiento de la LT SE Parque Industrial – SE Concepción (L-6078):
  - ✓ El seccionamiento de la LT – 6078, se va realizar en la estructura P#83, originando dos tramos de línea de 4.22 km y 15.06 km para las SE Concepción y SE Parque Industrial respectivamente.
  - ✓ El seccionamiento de la LT – 6078, creara una derivación en PI hacia la SET Orcotuna de 2.498 km.
- Configuración de alimentación en PI en lado de 60 kV de la SET Orcotuna.
- Tableros de control y medición en la SET Orcotuna, los equipos de protección principal tendrán incorporado la función de control de bahía.

## 5.3 SUBESTACIÓN CONCEPCIÓN

La SET Concepción 60/13.2kV, 13MVA, YNynd5 es de propiedad de ELECTROCENTRO, la bahía existente de la línea hacia la SET Parque Industrial se utilizará para la LT Orcotuna – Concepción.

Las instalaciones que conforman el Proyecto son las siguientes:

- Tableros de control y medición en la SET Concepción, los equipos de protección principal tendrán incorporado la función de control de bahía.

Con la culminación del proyecto la bahía de la línea L-6078 en el extremo Concepción quedará alimentada desde la SE Orcotuna con los códigos de línea L-6078B y L-6056.

## 5.4 SUBESTACIÓN PARQUE INDUSTRIAL

Actualmente la SET Parque Industrial opera con 1 transformador de potencia 4-TP-040 (60/33/10kV, 25/8/25MVA, Ynyn0d5).

La SET Parque Industrial es alimentado en 60kV a través de la línea L6070 desde la SE Salesianos, L6081 desde Huancayo Este y L6078 desde la SE Concepción (Desde la CH Runatullo).

Las instalaciones que conforman el Proyecto son las siguientes:

- Seccionamiento de la LT SE Parque Industrial – SE Concepción (L-6078):
  - ✓ El seccionamiento de la LT – 6078, se va realizar en la estructura P#83, originando dos tramos de línea de 4.22 km y 15.06 km para las SE Concepción y SE Parque Industrial respectivamente.
  - ✓ El seccionamiento de la LT – 6078, creara una derivación en PI hacia la SET Orcotuna de 2.498 km.

Con la culminación del proyecto la línea L-6078 quedara alimentada desde la SE Orcotuna con los códigos de línea L-6078A y L-6057.

## 5.5 PARAMETROS ELECTRICOS DE LAS LINEAS DE TRANSMISION

Los parámetros eléctricos de las líneas de transmisión fueron tomados del archivo *pfd entregado por ELECTROCENTRO. En el siguiente cuadro se muestra sus parámetros eléctricos:

Cuadro 1 Parámetros de líneas de transmisión asociados al proyecto

| ID Línea | S.E. de Salida | S.E. de Llegada | $V_N$ kV | $I_N$ kA | Longitud km | R1 Ω | X1 Ω | R0 Ω | X0 Ω |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| L-3413 | Parque Industrial | Chupaca | 33 | 0,235 | 5,630 | 2,7266 | 2,7026 | 3,7096 | 10,2064 |
| L-3414 | Chupaca | Huarisca | 33 | 0,235 | 8,050 | 3,8986 | 3,7632 | 5,2855 | 14,8158 |
| L-3415A | Huarisca | Chala Nueva | 33 | 0,235 | 13,360 | 6,4703 | 6,2456 | 8,7719 | 24,5886 |
| L-3416 T1 | Ingenio | Comas | 33 | 0,160 | 29,740 | 28,3186 | 14,7860 | 33,4421 | 55,6185 |
| L-3416 T2 | Ingenio | Comas | 33 | 0,160 | 2,650 | 2,5233 | 1,3175 | 2,9799 | 4,9559 |
| L-3422 | Ingenio | Comas | 33 | 0,321 | 35,260 | 10,1478 | 18,7865 | 21,8083 | 54,0994 |
| L-6072_T1 | Concepcion | Xauxa | 60 | 0,340 | 2,380 | 0,6545 | 1,1365 | 1,3430 | 4,1521 |
| L-6072_T2 | Concepcion | Xauxa | 60 | 0,410 | 24,120 | 6,4063 | 11,5173 | 13,6109 | 42,0798 |
| L-6078A | Parque Industrial | Concepcion | 60 | 0,340 | 15,060 | 4,1415 | 7,1912 | 8,4984 | 26,2737 |
| L-6078B | Parque Industrial | Concepcion | 60 | 0,340 | 4,220 | 1,1605 | 2,0151 | 2,3813 | 7,3622 |
| L6056 | Orcotuna | Concepcion | 60 | 0,545 | 2,500 | 0,3587 | 1,1846 | 0,7709 | 3,0380 |
| L6057 | Orcotuna | Parque Industrial | 60 | 0,545 | 2,500 | 0,3573 | 1,1822 | 0,6785 | 2,9281 |
| L6070-T1.1 | Salesianos | Parque Industrial | 60 | 0,340 | 4,470 | 1,1890 | 2,0531 | 2,9976 | 7,4631 |
| L6070-T1.2 | Salesianos | Parque Industrial | 60 | 0,340 | 4,470 | 1,1890 | 2,0531 | 2,9976 | 7,4631 |
| L6070-T2 | Salesianos | Parque Industrial | 60 | 0,340 | 0,100 | 0,0266 | 0,0459 | 0,0671 | 0,1670 |
| L6073 | Runatullo3 | Concepcion | 60 | 0,500 | 48,000 | 3,0197 | 25,2771 | 17,1743 | 60,3971 |
| L6074 | Runatullo3 | Runatullo2 | 60 | 0,500 | 3,500 | 0,5098 | 1,7315 | 1,6137 | 6,3820 |
| L6081-T3 | Huancayo Este | Parque Industrial | 60 | 0,545 | 13,000 | 1,8044 | 5,8318 | 6,2543 | 17,5968 |
| L6631-T1 | Huayucachi | Salesianos | 60 | 0,545 | 0,500 | 0,0706 | 0,2276 | 0,1677 | 0,6576 |
| L6631-T2.1 | Huayucachi | Salesianos | 60 | 0,340 | 6,760 | 1,7982 | 3,1049 | 4,5333 | 11,2865 |
| L6631-T2.2 | Huayucachi | Salesianos | 60 | 0,340 | 6,760 | 1,7982 | 3,1049 | 4,5333 | 11,2865 |
| L6631-T3.1 | Huayucachi | Salesianos | 60 | 0,375 | 0,050 | 0,0098 | 0,0074 | 0,0294 | 0,0221 |
| L6631-T3.2 | Huayucachi | Salesianos | 60 | 0,375 | 0,050 | 0,0098 | 0,0074 | 0,0294 | 0,0221 |
| L6631-T4.1 | Huayucachi | Salesianos | 60 | 0,340 | 1,200 | 0,3192 | 0,5512 | 0,8047 | 2,0035 |
| L6631-T4.2 | Huayucachi | Salesianos | 60 | 0,340 | 1,200 | 0,3192 | 0,5512 | 0,8047 | 2,0035 |
| L6632 | Huayucachi | Huancayo Este | 60 | 0,596 | 13,275 | 1,8747 | 6,0438 | 4,4517 | 17,4602 |

## 5.6 CARACTERISTICAS DE LOS TRANSFORMADORES

Las principales características de los transformadores asociados al proyecto se muestran en los siguientes cuadros:

Cuadro 2 Características de los transformadores de 2 Devanados

| ID Transformador | Subestación | Potencia | HV | LV | Vcc | Grupo Conexión | N° de Taps |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | MVA | kV | kV | % | | |
| 4-TP-008 | Salesianos | 17,50 | 58±10x1,5% | 10,00 | 10,20 | YNd5 | 21 |
| 4-TP-009 | Salesianos | 11,00 | 58±10x1,5% | 10,00 | 9,78 | Dyn5 | 21 |
| 4-TP-012 | CH Concepcion | 0,40 | 13,2±2x2,5% | 0,50 | 4,50 | YNd11 | 5 |
| 4-TP-014 | CH Concepcion | 0,40 | 13,2±2x2,5% | 0,50 | 4,50 | YNd11 | 5 |
| 4-TP-022 | Huarisca | 0,50 | 33±2x2,5% | 13,20 | 5,00 | Dyn5 | 5 |
| 4-TP-024 | CH Ingenio | 2,00 | 13,2±2x2,5% | 2,30 | 4,50 | YNd11 | 5 |
| 4-TP-026 | Ingenio | 5,00 | 33±2x2,5% | 13,20 | 3,00 | YNd11 | 5 |
| 4-TP-030 | Chupaca | 6,25 | 33±10x1% | 13,20 | 10,37 | Dyn5 | 21 |
| 4-TP-062 | Chupaca | 6,20 | 33±10x1% | 13,20 | 10,37 | Dyn5 | 21 |
| 4-TP-032 | Chala Nueva | 1,00 | 33±2x2,5% | 13,20 | 6,60 | Dyn5 | 5 |
| 4-TP-033 | Huayucachi | 5,00 | 13,2±2x2,5% | 10,00 | 7,43 | YNd11 | 5 |
| 4-TP-034 | Huayucachi | 3,00 | 13,2±2x2,5% | 10,00 | 6,00 | YNd11 | 5 |
| 4-TP-038 | Comas | 2,00 | 33±2x2,5% | 13,20 | 7,39 | Dyn5 | 5 |
| 4-TP-044 | El Machu | 0,65 | 13,2±2x2,5% | 0,40 | 4,06 | YNd11 | 5 |
| 4-TP-046 | El Machu | 0,65 | 13,2±2x2,5% | 0,40 | 4,06 | YNd11 | 5 |
| 4-TP-060 | Huancayo Este | 18,75 | 60±13x1% | 10,00 | 15,76 | Dyn5 | 27 |
| 4-TP-062 | Chupaca | 6,25 | 33±10x1% | 13,20 | 10,37 | Dyn5 | 21 |
| Runatullo25 | Runatullo2 | 25,00 | 60±2x2,5% | 10,00 | 12,59 | YNd5 | 5 |

Cuadro 3 Características de los transformadores de 3 Devanados

| ID Transformador | Subestación | HV | MV | LV | HV | MV | LV | HV-MV-Vcc | MV-LV-Vcc | LV-HV-Vcc | Grupo Conexión | N° de Taps |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | MVA | MVA | MVA | kV | kV | kV | % | % | % | | |
| 4-TP-010 | Xauxa | 7,00 | 7,00 | 3,00 | 58±8x1,25% | 13,90 | 10,80 | 8,00 | 1,40 | 5,20 | YN0yn0d11 | 17 |
| 4-TP-016 | Concepcion | 13,00 | 13,00 | 5,00 | 60±13x1% | 13,20 | 6,00 | 11,36 | 3,50 | 7,00 | YN0yn0d5 | 27 |
| 4-TP-040 | Parque Industrial | 31,25 | 10,00 | 31,25 | 60±13x1% | 33,00 | 10,00 | 6,93 | 2,24 | 12,31 | YN0yn0d5 | 27 |
| 4-TP-056 | Huancayo Este | 13,30 | 6,60 | 13,30 | 60±13x1% | 22,90 | 10,00 | 5,19 | 2,86 | 16,86 | D0yn5yn5 | 27 |
| Runatullo | Runatullo3 | 25,00 | 7,00 | 25,00 | 60±2x2,5% | 33,00 | 10,00 | 6,41 | 2,11 | 12,80 | YN0yn0d5 | 5 |
| T108-261 | Orcotuna | 50,00 | 50,00 | 15,00 | 220±10x1% | 60,00 | 10,00 | 11,00 | 2,07 | 9,45 | YN0yn0d11 | 21 |
| T19-261 | Huayucachi | 50,00 | 50,00 | 30,00 | 225±10x1% | 62,00 | 10,00 | 19,80 | 4,63 | 17,90 | YN0yn0d11 | 21 |
| T8-261 | Huayucachi | 30,00 | 30,00 | 10,00 | 225±10x1% | 62,30 | 10,30 | 12,30 | 1,50 | 6,10 | YN0yn0d11 | 21 |

Cuadro 4 Características de los transformadores de 4 Devanados

| ID Transformador | Subestación | HV | LV1 | LV2 | LV3 | HV | LV1 | LV2 | LV3 | HV-LV1-Vcc | HV-LV2-Vcc | HV-LV3-Vcc | LV1-LV2-Vcc | HV-LV3-Vcc | LV1-LV2-Vcc | LV1-LV3-Vcc | LV2-LV3-Vcc | Grupo Conexión | N° de Taps |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | MVA | MVA | MVA | MVA | kV | kV | kV | kV | % | % | % | % | % | % | % | % | | |
| 4-TP-058 | El Machu | 3,00 | 1,00 | 2,00 | 1,00 | 3±2x2,5% | 22,90 | 13,20 | 2,40 | 8,91 | 2,70 | 8,70 | 2,72 | 8,70 | 2,70 | 1,81 | 4,45 | Y0y0y0d0 | 5 |

## 5.7 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

Dado que el proyecto tiene previsto como fecha de ingreso en el segundo trimestre del año 2025 (mayo), el estudio de operatividad, de acuerdo con el PR-20, se realizará para los escenarios de estiaje 2025 y avenida 2026.

En el siguiente cuadro se muestra las demandas de las cargas de las subestaciones de Huancayo Este, Parque Industrial, Salesianos, Concepción, Xauxa, Chupaca, Ingenio, Comas, Huarisca, Chala Nueva y El Machu que fue alcanzado por ELECTROCENTRO S.A y que corresponde a las demandas en el año 2025-2026, su proyección se calculó utilizando las tasas de crecimiento del PIT 2021 - 2025.

Cuadro 5 Demandas de las cargas año 2025

| Subestación | Alimentador | Estiaje 2025 | | | Avenida 2026 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Máxima Demanda (MW) | Media Demanda (MW) | Mínima Demanda (MW) | Máxima Demanda (MW) | Media Demanda (MW) | Mínima Demanda (MW) |
| Salesianos | A4201 | 3,630 | 2,420 | 1,210 | 3,707 | 2,471 | 1,236 |
| | A4202 | 4,063 | 2,709 | 1,354 | 4,054 | 2,703 | 1,351 |
| | A4203 | 1,824 | 1,216 | 0,608 | 1,767 | 1,178 | 0,589 |
| | A4204 | 3,037 | 2,024 | 1,012 | 3,071 | 2,047 | 1,024 |
| | A4205 | 4,617 | 3,078 | 1,539 | 4,607 | 3,072 | 1,536 |
| | A4206 | 2,791 | 1,861 | 0,930 | 2,869 | 1,913 | 0,956 |
| | A4207 | 1,398 | 0,932 | 0,466 | 1,406 | 0,937 | 0,469 |
| Parque Industrial | A4211 | 3,720 | 2,480 | 1,240 | 3,645 | 2,430 | 1,215 |
| | A4212 | 2,557 | 1,705 | 0,852 | 2,563 | 1,709 | 0,854 |
| | A4213 | 2,501 | 1,667 | 0,834 | 2,451 | 1,634 | 0,817 |
| | A4216 | 4,222 | 2,815 | 1,407 | 4,257 | 2,838 | 1,419 |
| Huancayo Este | A4241 | 2,499 | 1,666 | 0,833 | 2,521 | 1,680 | 0,840 |
| | A4243 | 3,027 | 2,018 | 1,009 | 3,104 | 2,069 | 1,035 |
| | A4245 | 3,451 | 2,300 | 1,150 | 3,561 | 2,374 | 1,187 |
| | A4247 | 3,798 | 2,532 | 1,266 | 3,835 | 2,557 | 1,278 |
| Huayucachi | A4301 | 1,179 | 0,786 | 0,393 | 1,186 | 0,791 | 0,395 |
| | A4302 | 3,901 | 2,600 | 1,300 | 4,009 | 2,673 | 1,336 |
| El Machu | A4331 | 0,162 | 0,108 | 0,054 | 0,171 | 0,114 | 0,057 |
| | A4332 | 0,255 | 0,170 | 0,085 | 0,245 | 0,163 | 0,082 |
| | A4333 | 0,100 | 0,067 | 0,033 | 0,097 | 0,065 | 0,032 |
| Chupaca | A4401 | 3,391 | 2,261 | 1,130 | 3,374 | 2,249 | 1,125 |
| | A4402 | 1,104 | 0,736 | 0,368 | 1,545 | 1,030 | 0,515 |
| | A4403 | 1,158 | 0,772 | 0,386 | 1,161 | 0,774 | 0,387 |
| | A4404 | 0,891 | 0,594 | 0,297 | 0,864 | 0,576 | 0,288 |
| Huarisca | A4406 | 0,310 | 0,206 | 0,103 | 0,306 | 0,204 | 0,102 |
| | A4407 | 0,148 | 0,098 | 0,049 | 0,152 | 0,102 | 0,051 |
| Chala Nueva | A4408 | 0,143 | 0,096 | 0,048 | 0,142 | 0,095 | 0,047 |
| | A4409 | 0,091 | 0,060 | 0,030 | 0,080 | 0,053 | 0,027 |
| Concepcion | A4502 | 3,472 | 2,315 | 1,157 | 3,813 | 2,542 | 1,271 |
| | A4503 | 0,627 | 0,418 | 0,209 | 0,922 | 0,615 | 0,307 |
| | A4504 | 2,976 | 1,984 | 0,992 | 2,966 | 1,977 | 0,989 |
| Comas | A4506 | 0,021 | 0,014 | 0,007 | 0,020 | 0,013 | 0,007 |
| | A4507 | 0,121 | 0,081 | 0,040 | 0,124 | 0,083 | 0,041 |
| | A4508 | 0,014 | 0,010 | 0,005 | 0,015 | 0,010 | 0,005 |
| | A4509 | 0,014 | 0,009 | 0,005 | 0,013 | 0,009 | 0,004 |
| Matapa | A4510 | 0,056 | 0,037 | 0,019 | 0,060 | 0,040 | 0,020 |
| | A4511 | 0,016 | 0,011 | 0,005 | 0,017 | 0,011 | 0,006 |
| El Tambo | A4513 | 0,006 | 0,004 | 0,002 | 0,006 | 0,004 | 0,002 |
| La Libertad | A4514 | 0,005 | 0,003 | 0,002 | 0,005 | 0,003 | 0,002 |
| Chuicon | A4515 | 0,003 | 0,002 | 0,001 | 0,003 | 0,002 | 0,001 |
| Xauxa | A4601 | 0,578 | 0,385 | 0,193 | 0,604 | 0,402 | 0,201 |
| | A4602 | 2,350 | 1,567 | 0,783 | 2,363 | 1,576 | 0,788 |
| | A4603 | 0,736 | 0,491 | 0,245 | 0,843 | 0,562 | 0,281 |
| | A4604 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| | A4605 | 0,813 | 0,542 | 0,271 | 0,823 | 0,549 | 0,274 |

En el siguiente cuadro se muestra la generación de las centrales hidroeléctricas que forman parte del escenario de análisis, la información del despacho del año 2025 fue entregada por Electrocentro.

Cuadro 6 Generación de las Centrales Hidroeléctricas 2025

| Generador | Potencia | |
|---|---|---|
| | Avenida 2026 | Estiaje 2025 |
| | MW | MW |
| CH Acobambilla | 0,000 | 0,000 |
| Concepcion_G1 | 0,250 | 0,230 |
| Concepcion_G2 | 0,000 | 0,000 |
| El Machu G2 | 0,440 | 0,360 |
| El Machu G1 | 0,440 | 0,360 |
| Huarisca_G1 | 1,105 | 0,735 |
| Huarisca_G2 | 1,105 | 0,735 |
| Ingenio_G1 | 0,863 | 0,661 |
| Runatullo2G1 | 9,814 | 2,500 |
| Runatullo2G2 | 9,814 | 2,500 |
| Runatullo3G1 | 9,814 | 3,500 |
| Runatullo3G2 | 9,814 | 3,500 |

# 6. ANÁLISIS DE FLUJO DE CARGA

## 6.1 METODOLOGÍA

Las simulaciones de Flujo de Carga se efectuaron mediante la ayuda del software DIGSILENT PowerFactory donde se tiene modelado todo el sistema interconectado nacional.

Para evaluar los resultados de los flujos de potencia se tomarán los siguientes criterios bajo una condición de operación normal:

Límites de tensión admisibles en barras:

Barras con carga: ±2.5% Vn

Independientemente de la potencia transmitida los niveles de tensión deben estar comprendidos en el rango indicado.

Capacidad de transporte de líneas y capacidad de carga de transformadores:

Líneas de transmisión: 100% de su potencia nominal.
Transformadores de potencia: 100% de su potencia nominal

Para evaluar los resultados de los flujos de potencia se tomarán los siguientes criterios bajo una condición de operación en contingencia n-1:

Límites de tensión admisibles en barras:

Barras con Vn>200kV: +7.5%/-10% Vn,
Barras con 60kV<Vn≤200kV: ±10% Vn

Independientemente de la potencia transmitida los niveles de tensión deben estar comprendidos en el rango indicado.

Capacidad de transporte de líneas y capacidad de carga de transformadores:

Líneas de transmisión: 120% de su potencia nominal
Transformadores de potencia: 120% de su potencia nominal

El tiempo de duración de la sobrecarga no debe ser mayor de cuatro horas.

Si en ausencia del proyecto se observan tensiones fuera del rango indicado, el ingreso del proyecto no debe agravar esta situación.

Si en ausencia del proyecto se observan sobrecargas, el ingreso del proyecto no debe incrementarlas.

La metodología de evaluación está basada en el numeral 8 del anexo 2 del procedimiento COES Nº20; sin embargo, en los niveles menores a iguales a 33 kV que corresponda a las instalaciones del sistema eléctrico de Electrocentro se podrá evaluar bajo las consideraciones de la NTCSE.

## 6.2 CONSIDERACIONES PARA LAS SIMULACIONES DE FLUJO DE CARGA

Para las simulaciones de flujo de carga, se consideró la siguiente información:

- Para la solución matemática del flujo de potencia se considera como máquina de referencia al generador síncrono 1 de la central hidroeléctrica del Mantaro (establecido en el archivo *.pfd desarrollado por el organismo operador COES).

- Los despachos de las centrales de generación del SEIN, para los escenarios hidrológicos y condiciones de demanda considerados en el horizonte de análisis, tienen como base el despacho del parque generador del SEIN, establecida para el año 2025 en el archivo *.pfd desarrollado por el organismo operador (COES-SINAC).

## 6.3 CASOS SIMULADOS EN OPERACIÓN NORMAL Y CONTINGENCIAS

Los escenarios y condiciones de demanda considerados para el análisis de flujo de carga en operación normal en la situación sin proyecto y con proyecto son los siguientes:

- Ave2026Max: Avenida Máxima Demanda 2026 en operación normal.
- Ave2026Med: Avenida Media Demanda 2026 en operación normal.
- Ave2026Min: Avenida Mínima Demanda 2026 en operación normal.
- Es2025Max: Estiaje Máxima Demanda 2025 en operación normal.
- Es2025Med: Estiaje Media Demanda 2025 en operación normal.
- Es2025Min: Estiaje Mínima Demanda 2025 en operación normal.

Los escenarios y condiciones de demanda considerados para el análisis de flujo de carga en contingencias sin proyecto son los siguientes:

- Contingencia 01: Línea Huayucachi – Parque Industrial fuera de servicio.
- Contingencia 02: Línea Huayucachi – Huancayo Este fuera de servicio.
- Contingencia 03: Transformador 50MVA SE Huayucachi fuera de servicio.
- Contingencia 04: Transformador 13 MVA SE Concepción fuera de servicio.
- Contingencia 05: Línea L-2220 Huayucachi – Campo Armiño fuera de servicio.
- Contingencia 06: Línea L-2221 Huayucachi – Orcotuna fuera de servicio.
- Contingencia 07: Línea L-2116 Orcotuna – Huanza fuera de servicio.
- Contingencia 08: Línea L-6081 Parque Industrial – Huancayo Este fuera de servicio.

Los escenarios y condiciones de demanda considerados para el análisis de flujo de carga en contingencias con proyecto son los siguientes:

- Contingencia 01: Línea Huayucachi – Parque Industrial fuera de servicio.
- Contingencia 02: Línea Huayucachi – Huancayo Este fuera de servicio.
- Contingencia 03: Transformador 50MVA SE Huayucachi fuera de servicio.
- Contingencia 04: Transformador 13 MVA SE Concepción fuera de servicio.
- Contingencia 05: Transformador 50 MVA SE Orcotuna fuera de servicio.
- Contingencia 06: Línea L-2220 Huayucachi – Campo Armiño fuera de servicio.
- Contingencia 07: Línea L-2221 Huayucachi – Orcotuna fuera de servicio.
- Contingencia 08: Línea L-2116 Orcotuna – Huanza fuera de servicio.
- Contingencia 09: Línea L-6081 Parque Ind. – Huancayo Este fuera de servicio.
- Contingencia 10: Línea L-6057 Orcotuna – Parque Industrial fuera de servicio.
- Contingencia 11: Línea L-6056 Orcotuna – Concepción fuera de servicio.

## 6.4 RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES DE FLUJO DE CARGA

### 6.4.1 RESULTADOS EN OPERACIÓN NORMAL

NIVEL DE TENSIÓN EN LAS BARRAS

En los siguientes cuadros se presenta los niveles de tensión en las barras del sistema eléctrico en estudio tanto con y sin proyecto.

Cuadro 7 Nivel de tensión en las barras en operación normal y sin proyecto.

| SIN PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ID Barra Digsilent | Subestación | Vn | Ave2026Max | | Ave2026Med | | Ave2026Min | | Est2025Max | | Est2025Med | | Est2025Min | |
| | | | Tensión | | Tensión | | Tensión | | Tensión | | Tensión | | Tensión | |
| | | kV | kV | p.u. | kV | p.u. | kV | p.u. | kV | p.u. | kV | p.u. | kV | p.u. |
| CAMPO ARMIÑO 220A | CAMPO ARMIÑO | 220,0 | 236,64 | 1,08 | 236,77 | 1,08 | 237,10 | 1,08 | 236,99 | 1,08 | 238,07 | 1,08 | 238,83 | 1,09 |
| HUANZA 220A | HUANZA | 220,0 | 226,01 | 1,03 | 226,21 | 1,03 | 230,05 | 1,05 | 226,16 | 1,03 | 227,23 | 1,03 | 230,68 | 1,05 |
| ORCOTUNA 220A | ORCOTUNA | 220,0 | 230,47 | 1,05 | 232,36 | 1,06 | 235,11 | 1,07 | 231,28 | 1,05 | 234,43 | 1,07 | 237,92 | 1,08 |
| ORCOTUNA 60A | ORCOTUNA | 60,0 | 59,84 | 1,00 | 60,33 | 1,01 | 60,47 | 1,01 | 60,05 | 1,00 | 60,30 | 1,00 | 60,06 | 1,00 |
| HUAYUCACHI 220 | HUAYUCACHI | 231,0 | 230,39 | 1,00 | 232,60 | 1,01 | 235,22 | 1,02 | 231,30 | 1,00 | 234,83 | 1,02 | 238,27 | 1,03 |
| HUAYU60 | HUAYUCACHI | 60,0 | 60,48 | 1,01 | 60,74 | 1,01 | 60,68 | 1,01 | 60,57 | 1,01 | 60,84 | 1,01 | 60,74 | 1,01 |
| HUAYU10 | HUAYUCACHI | 10,0 | 9,81 | 0,98 | 9,87 | 0,99 | 9,87 | 0,99 | 9,85 | 0,98 | 9,91 | 0,99 | 9,91 | 0,99 |
| HUAYU10. | HUAYUCACHI | 10,0 | 9,78 | 0,98 | 9,85 | 0,99 | 9,86 | 0,99 | 9,82 | 0,98 | 9,89 | 0,99 | 9,90 | 0,99 |
| HYOES60 | HUANCAYO ESTE | 60,0 | 59,39 | 0,99 | 60,11 | 1,00 | 60,45 | 1,01 | 59,47 | 0,99 | 60,21 | 1,00 | 60,53 | 1,01 |
| HYOES10A | HUANCAYO ESTE | 10,0 | 9,95 | 1,00 | 10,03 | 1,00 | 9,93 | 0,99 | 9,97 | 1,00 | 9,94 | 0,99 | 9,94 | 0,99 |
| HYOES10B | HUANCAYO ESTE | 10,0 | 10,02 | 1,00 | 10,00 | 1,00 | 9,92 | 0,99 | 10,04 | 1,00 | 9,92 | 0,99 | 9,94 | 0,99 |
| SALE60 | SALESIANO | 60,0 | 59,26 | 0,99 | 60,05 | 1,00 | 60,45 | 1,01 | 59,35 | 0,99 | 60,16 | 1,00 | 60,54 | 1,01 |
| SALE10TR14MVA | SALESIANO | 10,0 | 9,97 | 1,00 | 10,10 | 1,01 | 9,99 | 1,00 | 9,99 | 1,00 | 9,97 | 1,00 | 10,01 | 1,00 |
| SALE10TR9MVA | SALESIANO | 10,0 | 10,01 | 1,00 | 9,98 | 1,00 | 10,02 | 1,00 | 10,03 | 1,00 | 10,00 | 1,00 | 10,03 | 1,00 |
| PQUE60B1 | PARQUE INDUSTRIAL | 60,0 | 59,08 | 0,98 | 59,97 | 1,00 | 60,45 | 1,01 | 59,16 | 0,99 | 60,07 | 1,00 | 60,54 | 1,01 |
| PQUE60B2 | PARQUE INDUSTRIAL | 60,0 | 59,08 | 0,98 | 59,97 | 1,00 | 60,45 | 1,01 | 59,16 | 0,99 | 60,07 | 1,00 | 60,54 | 1,01 |
| PQUE10 | PARQUE INDUSTRIAL | 10,0 | 9,96 | 1,00 | 10,04 | 1,00 | 9,92 | 0,99 | 9,97 | 1,00 | 9,95 | 0,99 | 9,93 | 0,99 |
| PQUE10. | PARQUE INDUSTRIAL | 10,0 | 9,96 | 1,00 | 10,04 | 1,00 | 9,92 | 0,99 | 9,97 | 1,00 | 9,95 | 0,99 | 9,93 | 0,99 |
| PQUE33 | PARQUE INDUSTRIAL | 33,0 | 32,67 | 0,99 | 33,03 | 1,00 | 32,71 | 0,99 | 32,69 | 0,99 | 32,72 | 0,99 | 32,73 | 0,99 |
| CONCE60 | CONCEPCION | 60,0 | 59,39 | 0,99 | 60,59 | 1,01 | 61,41 | 1,02 | 59,02 | 0,98 | 60,24 | 1,00 | 61,06 | 1,02 |
| CONC13 | CONCEPCION | 13,2 | 13,30 | 1,01 | 13,28 | 1,01 | 13,29 | 1,01 | 13,22 | 1,00 | 13,20 | 1,00 | 13,21 | 1,00 |
| CONCE13 | CONCEPCION | 13,2 | 13,20 | 1,00 | 13,18 | 1,00 | 13,20 | 1,00 | 13,13 | 0,99 | 13,11 | 0,99 | 13,12 | 0,99 |
| RUN260 | RUNATULLO II | 60,0 | 60,54 | 1,01 | 60,85 | 1,01 | 61,07 | 1,02 | 60,93 | 1,02 | 61,24 | 1,02 | 61,45 | 1,02 |
| RUNATULLO II 10 | RUNATULLO II | 10,0 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 1,00 |
| RUN360 | RUNATULLO III | 60,0 | 60,34 | 1,01 | 60,69 | 1,01 | 60,92 | 1,02 | 60,85 | 1,01 | 61,19 | 1,02 | 61,41 | 1,02 |
| RUN333 | RUNATULLO III | 33,0 | 33,00 | 1,00 | 32,98 | 1,00 | 32,97 | 1,00 | 33,01 | 1,00 | 32,99 | 1,00 | 32,98 | 1,00 |
| RUNATULLO III 10 | RUNATULLO III | 10,0 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 1,00 |
| XAUX60 | XAUXA | 60,0 | 58,46 | 0,97 | 60,01 | 1,00 | 61,15 | 1,02 | 58,11 | 0,97 | 59,68 | 0,99 | 60,81 | 1,01 |
| XAUX13 | XAUXA | 13,2 | 13,22 | 1,00 | 13,19 | 1,00 | 13,23 | 1,00 | 13,15 | 1,00 | 13,28 | 1,01 | 13,16 | 1,00 |
| CHING13 | INGENIO | 13,2 | 13,17 | 1,00 | 13,28 | 1,01 | 13,42 | 1,02 | 13,02 | 0,99 | 13,13 | 0,99 | 13,27 | 1,01 |
| ING13 | INGENIO | 13,2 | 12,97 | 0,98 | 13,05 | 0,99 | 13,15 | 1,00 | 12,94 | 0,98 | 13,01 | 0,99 | 13,09 | 0,99 |
| ING33 | INGENIO | 33,0 | 33,27 | 1,01 | 33,46 | 1,01 | 33,74 | 1,02 | 33,20 | 1,01 | 33,36 | 1,01 | 33,59 | 1,02 |
| CHUP33 | CHUPACA | 33,0 | 32,10 | 0,97 | 32,77 | 0,99 | 32,74 | 0,99 | 32,08 | 0,97 | 32,40 | 0,98 | 32,69 | 0,99 |
| CHUP13 | CHUPACA | 13,2 | 13,08 | 0,99 | 13,32 | 1,01 | 13,12 | 0,99 | 13,10 | 0,99 | 13,18 | 1,00 | 13,11 | 0,99 |
| CHALAN33 | CHALA NUEVA | 33,0 | 32,46 | 0,98 | 33,23 | 1,01 | 33,31 | 1,01 | 32,27 | 0,98 | 32,70 | 0,99 | 33,10 | 1,00 |
| HUARISCA33 | HUARISCA | 33,0 | 32,40 | 0,98 | 33,11 | 1,00 | 33,14 | 1,00 | 32,25 | 0,98 | 32,62 | 0,99 | 32,96 | 1,00 |
| MACHU33. | MACHU | 33,0 | 32,64 | 0,99 | 33,48 | 1,01 | 33,63 | 1,02 | 32,38 | 0,98 | 32,89 | 1,00 | 33,36 | 1,01 |
| COM33 | COMAS | 33,0 | 33,07 | 1,00 | 33,35 | 1,01 | 33,72 | 1,02 | 33,01 | 1,00 | 33,25 | 1,01 | 33,56 | 1,02 |

Cuadro 8 Nivel de tensión en las barras en operación normal y con proyecto.

| CON PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ID Barra Digsilent | Subestación | Vn | Ave2026Max | | Ave2026Med | | Ave2026Min | | Est2025Max | | Est2025Med | | Est2025Min | |
| | | | Tensión | | Tensión | | Tensión | | Tensión | | Tensión | | Tensión | |
| | | kV | kV | p.u. | kV | p.u. | kV | p.u. | kV | p.u. | kV | p.u. | kV | p.u. |
| CAMPO ARMIÑO 220A | CAMPO ARMIÑO | 220,0 | 236,64 | 1,08 | 236,79 | 1,08 | 237,17 | 1,08 | 237,00 | 1,08 | 238,07 | 1,08 | 238,84 | 1,09 |
| HUANZA 220A | HUANZA | 220,0 | 225,94 | 1,03 | 226,22 | 1,03 | 230,21 | 1,05 | 226,18 | 1,03 | 227,27 | 1,03 | 230,81 | 1,05 |
| ORCOTUNA 220A | ORCOTUNA | 220,0 | 230,21 | 1,05 | 232,46 | 1,06 | 235,60 | 1,07 | 231,34 | 1,05 | 234,58 | 1,07 | 238,25 | 1,08 |
| ORCOTUNA 60A | ORCOTUNA | 60,0 | 60,16 | 1,00 | 60,03 | 1,00 | 60,34 | 1,01 | 60,09 | 1,00 | 60,19 | 1,00 | 60,13 | 1,00 |
| HUAYUCACHI 220 | HUAYUCACHI | 231,0 | 230,46 | 1,00 | 232,83 | 1,01 | 235,82 | 1,02 | 231,45 | 1,00 | 234,80 | 1,02 | 238,34 | 1,03 |
| HUAYU60 | HUAYUCACHI | 60,0 | 60,55 | 1,01 | 60,72 | 1,01 | 61,03 | 1,02 | 60,52 | 1,01 | 60,97 | 1,02 | 60,80 | 1,01 |
| HUAYU10 | HUAYUCACHI | 10,0 | 9,83 | 0,98 | 9,88 | 0,99 | 9,94 | 0,99 | 9,83 | 0,98 | 9,92 | 0,99 | 9,91 | 0,99 |
| HUAYU10. | HUAYUCACHI | 10,0 | 9,80 | 0,98 | 9,86 | 0,99 | 9,93 | 0,99 | 9,81 | 0,98 | 9,90 | 0,99 | 9,90 | 0,99 |
| HYOES60 | HUANCAYO ESTE | 60,0 | 59,55 | 0,99 | 60,07 | 1,00 | 60,72 | 1,01 | 59,54 | 0,99 | 60,32 | 1,01 | 60,49 | 1,01 |
| HYOES10A | HUANCAYO ESTE | 10,0 | 9,98 | 1,00 | 10,02 | 1,00 | 9,97 | 1,00 | 9,98 | 1,00 | 9,96 | 1,00 | 9,94 | 0,99 |
| HYOES10B | HUANCAYO ESTE | 10,0 | 10,05 | 1,00 | 10,00 | 1,00 | 9,97 | 1,00 | 9,94 | 0,99 | 10,04 | 1,00 | 9,93 | 0,99 |
| SALE60 | SALESIANO | 60,0 | 59,44 | 0,99 | 60,01 | 1,00 | 60,71 | 1,01 | 59,43 | 0,99 | 60,26 | 1,00 | 60,48 | 1,01 |
| SALE10TR14MVA | SALESIANO | 10,0 | 10,00 | 1,00 | 9,94 | 0,99 | 10,04 | 1,00 | 10,01 | 1,00 | 9,98 | 1,00 | 10,00 | 1,00 |
| SALE10TR9MVA | SALESIANO | 10,0 | 10,05 | 1,00 | 9,98 | 1,00 | 10,06 | 1,01 | 10,04 | 1,00 | 10,02 | 1,00 | 10,02 | 1,00 |
| PQUE60B1 | PARQUE INDUSTRIAL | 60,0 | 59,34 | 0,99 | 59,92 | 1,00 | 60,64 | 1,01 | 59,32 | 0,99 | 60,15 | 1,00 | 60,41 | 1,01 |
| PQUE60B2 | PARQUE INDUSTRIAL | 60,0 | 59,34 | 0,99 | 59,92 | 1,00 | 60,64 | 1,01 | 59,32 | 0,99 | 60,15 | 1,00 | 60,41 | 1,01 |
| PQUE10 | PARQUE INDUSTRIAL | 10,0 | 10,01 | 1,00 | 9,93 | 0,99 | 9,95 | 1,00 | 10,00 | 1,00 | 9,96 | 1,00 | 9,91 | 0,99 |
| PQUE10. | PARQUE INDUSTRIAL | 10,0 | 10,01 | 1,00 | 9,93 | 0,99 | 9,95 | 1,00 | 10,00 | 1,00 | 9,96 | 1,00 | 9,91 | 0,99 |
| PQUE33 | PARQUE INDUSTRIAL | 33,0 | 32,82 | 0,99 | 32,66 | 0,99 | 32,82 | 0,99 | 32,79 | 0,99 | 32,77 | 0,99 | 32,66 | 0,99 |
| CONCE60 | CONCEPCION | 60,0 | 60,10 | 1,00 | 60,11 | 1,00 | 60,52 | 1,01 | 59,99 | 1,00 | 60,21 | 1,00 | 60,27 | 1,00 |
| CONC13 | CONCEPCION | 13,2 | 13,32 | 1,01 | 13,30 | 1,01 | 13,23 | 1,00 | 13,31 | 1,01 | 13,33 | 1,01 | 13,30 | 1,01 |
| CONCE13 | CONCEPCION | 13,2 | 13,23 | 1,00 | 13,21 | 1,00 | 13,13 | 0,99 | 13,22 | 1,00 | 13,24 | 1,00 | 13,21 | 1,00 |
| RUN260 | RUNATULLO II | 60,0 | 60,72 | 1,01 | 60,73 | 1,01 | 60,83 | 1,01 | 61,18 | 1,02 | 61,24 | 1,02 | 61,25 | 1,02 |
| RUNATULLO II 10 | RUNATULLO II | 10,0 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 1,00 |
| RUN360 | RUNATULLO III | 60,0 | 60,55 | 1,01 | 60,55 | 1,01 | 60,67 | 1,01 | 61,12 | 1,02 | 61,18 | 1,02 | 61,20 | 1,02 |
| RUN333 | RUNATULLO III | 33,0 | 32,99 | 1,00 | 32,99 | 1,00 | 32,98 | 1,00 | 32,99 | 1,00 | 32,99 | 1,00 | 32,99 | 1,00 |
| RUNATULLO III 10 | RUNATULLO III | 10,0 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 1,00 |
| XAUX60 | XAUXA | 60,0 | 59,18 | 0,99 | 59,53 | 0,99 | 60,26 | 1,00 | 59,10 | 0,99 | 59,65 | 0,99 | 60,02 | 1,00 |
| XAUX13 | XAUXA | 13,2 | 13,23 | 1,00 | 13,24 | 1,00 | 13,19 | 1,00 | 13,22 | 1,00 | 13,28 | 1,01 | 13,29 | 1,01 |
| CHING13 | INGENIO | 13,2 | 13,20 | 1,00 | 13,31 | 1,01 | 13,35 | 1,01 | 13,11 | 0,99 | 13,26 | 1,00 | 13,35 | 1,01 |
| ING13 | INGENIO | 13,2 | 13,00 | 0,98 | 13,07 | 0,99 | 13,09 | 0,99 | 13,04 | 0,99 | 13,13 | 0,99 | 13,18 | 1,00 |
| ING33 | INGENIO | 33,0 | 33,34 | 1,01 | 33,53 | 1,02 | 33,58 | 1,02 | 33,44 | 1,01 | 33,69 | 1,02 | 33,82 | 1,02 |
| CHUP33 | CHUPACA | 33,0 | 32,26 | 0,98 | 32,40 | 0,98 | 32,84 | 1,00 | 32,18 | 0,98 | 32,45 | 0,98 | 32,61 | 0,99 |
| CHUP13 | CHUPACA | 13,2 | 13,15 | 1,00 | 13,17 | 1,00 | 13,16 | 1,00 | 13,14 | 1,00 | 13,20 | 1,00 | 13,08 | 0,99 |
| CHALAN33 | CHALA NUEVA | 33,0 | 32,61 | 0,99 | 32,86 | 1,00 | 33,41 | 1,01 | 32,36 | 0,98 | 32,75 | 0,99 | 33,03 | 1,00 |
| HUARISCA33 | HUARISCA | 33,0 | 32,55 | 0,99 | 32,75 | 0,99 | 33,24 | 1,01 | 32,34 | 0,98 | 32,67 | 0,99 | 32,89 | 1,00 |
| MACHU33. | MACHU | 33,0 | 32,79 | 0,99 | 33,11 | 1,00 | 33,73 | 1,02 | 32,48 | 0,98 | 32,94 | 1,00 | 33,29 | 1,01 |
| COM33 | COMAS | 33,0 | 33,14 | 1,00 | 33,42 | 1,01 | 33,55 | 1,02 | 33,25 | 1,01 | 33,58 | 1,02 | 33,79 | 1,02 |

A partir de los cuadros anteriores se puede observar que los niveles de tensión en las barras marcadas en rojo se encuentran fuera de los límites de operación establecidos para la operación normal (sin contingencia).

## NIVEL DE CARGA EN LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

En los siguientes cuadros se presentan los niveles de carga en las líneas de transmisión del sistema eléctrico en estudio.

Cuadro 9 Nivel de carga en las líneas de transmisión en operación normal y sin proyecto.

| SIN PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ID Línea Digsilent | Barra Salida | Barra Llegada | Vn | In | Ave2026Max | | Ave2026Med | | Ave2026Min | | Est2025Max | | Est2025Med | | Est2025Min | |
| | | | | | I | | I | | I | | I | | I | | I | |
| | | | kV | kA | kA | % | kA | % | kA | % | kA | % | kA | % | kA | % |
| L-2221_A | HUAYUCACHI | ORCOTUNA | 220 | 0,400 | 0,065 | 16,30 | 0,090 | 22,58 | 0,137 | 34,21 | 0,054 | 13,60 | 0,073 | 18,22 | 0,022 | 5,39 |
| L-2221_B | HUAYUCACHI | ORCOTUNA | 220 | 0,394 | 0,063 | 16,10 | 0,090 | 22,94 | 0,136 | 34,54 | 0,053 | 13,53 | 0,073 | 18,61 | 0,024 | 5,99 |
| L-2116_A | ORCOTUNA | HUANZA | 220 | 0,400 | 0,087 | 21,71 | 0,114 | 28,51 | 0,147 | 36,65 | 0,085 | 21,24 | 0,108 | 26,96 | 0,091 | 22,73 |
| L-2116_B | ORCOTUNA | HUANZA | 220 | 0,394 | 0,063 | 16,03 | 0,090 | 22,94 | 0,136 | 34,49 | 0,053 | 13,51 | 0,074 | 18,68 | 0,025 | 6,45 |
| L-2220 | HUAYUCACHI | CAMPO ARMIÑO | 220 | 0,400 | 0,176 | 44,12 | 0,132 | 32,88 | 0,105 | 26,17 | 0,215 | 53,84 | 0,162 | 40,51 | 0,029 | 7,29 |
| L6081 | HUANCAYO ESTE | PARQUE INDUSTRIAL | 60 | 0,545 | 0,064 | 11,76 | 0,066 | 12,19 | 0,073 | 13,48 | 0,030 | 5,52 | 0,016 | 3,03 | 0,017 | 3,19 |
| L6632 | HUAYUCACHI | HUANCAYO ESTE | 60 | 0,596 | 0,114 | 19,17 | 0,059 | 9,98 | 0,042 | 7,10 | 0,147 | 24,70 | 0,086 | 14,39 | 0,028 | 4,69 |
| L6631-T1 | HUAYUCACHI | SALESIANO | 60 | 0,545 | 0,322 | 59,16 | 0,189 | 34,66 | 0,193 | 35,36 | 0,413 | 75,73 | 0,228 | 41,79 | 0,057 | 10,54 |
| L6631-T2.1 | HUAYUCACHI | SALESIANO | 60 | 0,340 | 0,162 | 47,61 | 0,095 | 28,03 | 0,097 | 28,52 | 0,207 | 60,79 | 0,114 | 33,59 | 0,029 | 8,59 |
| L6631-T2.2 | HUAYUCACHI | SALESIANO | 60 | 0,340 | 0,162 | 47,61 | 0,095 | 28,03 | 0,097 | 28,52 | 0,207 | 60,79 | 0,114 | 33,59 | 0,029 | 8,59 |
| L6631-T3.1 | HUAYUCACHI | SALESIANO | 60 | 0,375 | 0,162 | 43,20 | 0,095 | 25,45 | 0,097 | 25,88 | 0,207 | 55,13 | 0,114 | 30,47 | 0,029 | 7,81 |
| L6631-T3.2 | HUAYUCACHI | SALESIANO | 60 | 0,375 | 0,162 | 43,20 | 0,095 | 25,45 | 0,097 | 25,88 | 0,207 | 55,13 | 0,114 | 30,47 | 0,029 | 7,81 |
| L6631-T4.1 | HUAYUCACHI | SALESIANO | 60 | 0,340 | 0,119 | 35,13 | 0,074 | 21,90 | 0,035 | 10,28 | 0,119 | 34,85 | 0,074 | 21,77 | 0,035 | 10,20 |
| L6631-T4.2 | HUAYUCACHI | SALESIANO | 60 | 0,340 | 0,119 | 35,13 | 0,074 | 21,90 | 0,035 | 10,28 | 0,119 | 34,85 | 0,074 | 21,77 | 0,035 | 10,20 |
| L6070-T1.1 | SALESIANO | PARQUE INDUSTRIAL | 60 | 0,340 | 0,082 | 24,13 | 0,092 | 26,99 | 0,122 | 35,76 | 0,089 | 26,04 | 0,041 | 12,08 | 0,017 | 4,85 |
| L6070-T1.2 | SALESIANO | PARQUE INDUSTRIAL | 60 | 0,340 | 0,082 | 24,13 | 0,092 | 26,99 | 0,122 | 35,76 | 0,089 | 26,04 | 0,041 | 12,08 | 0,017 | 4,85 |
| L6070-T2 | SALESIANO | PARQUE INDUSTRIAL | 60 | 0,340 | 0,164 | 48,27 | 0,184 | 53,99 | 0,243 | 71,53 | 0,177 | 52,09 | 0,082 | 24,16 | 0,033 | 9,71 |
| L-6072_T1 | CONCEPCION | XAUXA | 60 | 0,340 | 0,048 | 14,20 | 0,031 | 9,07 | 0,015 | 4,33 | 0,047 | 13,80 | 0,030 | 8,81 | 0,014 | 4,21 |
| L-6072_T2 | CONCEPCION | XAUXA | 60 | 0,410 | 0,049 | 12,02 | 0,032 | 7,75 | 0,015 | 3,77 | 0,048 | 11,69 | 0,031 | 7,53 | 0,015 | 3,67 |
| L6073 | CONCEPCION | RUNATULLO III | 60 | 0,500 | 0,374 | 74,76 | 0,371 | 74,17 | 0,370 | 73,90 | 0,119 | 23,73 | 0,114 | 22,73 | 0,112 | 22,50 |
| L6074 | RUNATULLO III | RUNATULLO II | 60 | 0,500 | 0,186 | 37,28 | 0,185 | 37,03 | 0,185 | 36,92 | 0,049 | 9,88 | 0,047 | 9,45 | 0,047 | 9,37 |
| L-3413 | PARQUE INDUSTRIAL | CHUPACA | 33 | 0,235 | 0,096 | 40,73 | 0,044 | 18,63 | 0,006 | 2,57 | 0,105 | 44,48 | 0,055 | 23,58 | 0,008 | 3,34 |
| L-3414 | CHUPACA | HUARISCA | 33 | 0,235 | 0,035 | 15,06 | 0,042 | 17,75 | 0,049 | 20,71 | 0,019 | 8,12 | 0,026 | 11,11 | 0,033 | 14,03 |
| L-3415A | HUARISCA | CHALA NUEVA | 33 | 0,235 | 0,004 | 1,83 | 0,008 | 3,40 | 0,012 | 5,11 | 0,003 | 1,29 | 0,005 | 2,31 | 0,009 | 3,99 |
| L-3416T1 | INGENIO | COMAS | 33 | 0,160 | 0,005 | 3,31 | 0,004 | 2,60 | 0,003 | 2,10 | 0,005 | 3,23 | 0,004 | 2,55 | 0,003 | 2,08 |
| L-3416 T2 | INGENIO | COMAS | 33 | 0,160 | 0,005 | 2,91 | 0,003 | 1,99 | 0,002 | 1,14 | 0,005 | 2,82 | 0,003 | 1,93 | 0,002 | 1,13 |
| L-3422 | CHALA NUEVA | MACHU | 33 | 0,321 | 0,007 | 2,25 | 0,010 | 3,13 | 0,013 | 4,03 | 0,005 | 1,42 | 0,007 | 2,31 | 0,010 | 3,20 |
| L-6078A | PARQUE INDUSTRIAL | CONCEPCION | 60 | 0,340 | 0,278 | 81,76 | 0,310 | 91,31 | 0,343 | 100,93 | 0,016 | 4,79 | 0,049 | 14,38 | 0,084 | 24,82 |
| L-6078B | PARQUE INDUSTRIAL | CONCEPCION | 60 | 0,340 | 0,278 | 81,79 | 0,311 | 91,34 | 0,343 | 100,96 | 0,017 | 4,86 | 0,049 | 14,41 | 0,084 | 24,84 |

Cuadro 10 Nivel de carga en las líneas de transmisión en operación normal y con proyecto.

| CON PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ID Línea Digsilent | Barra Salida | Barra Llegada | Vn | In | Ave2026Max | | Ave2026Med | | Ave2026Min | | Est2025Max | | Est2025Med | | Est2025Min | |
| | | | | | I | | I | | I | | I | | I | | I | |
| | | | kV | kA | kA | % | kA | % | kA | % | kA | % | kA | % | kA | % |
| L-2221_A | HUAYUCACHI | ORCOTUNA | 220 | 0,400 | 0,059 | 14,86 | 0,064 | 15,91 | 0,085 | 21,35 | 0,093 | 23,24 | 0,088 | 21,88 | 0,014 | 3,48 |
| L-2221_B | HUAYUCACHI | ORCOTUNA | 220 | 0,394 | 0,060 | 15,18 | 0,064 | 16,28 | 0,085 | 21,68 | 0,092 | 23,43 | 0,087 | 22,22 | 0,015 | 3,91 |
| L-2116_A | ORCOTUNA | HUANZA | 220 | 0,400 | 0,086 | 21,52 | 0,116 | 29,07 | 0,152 | 37,93 | 0,084 | 20,91 | 0,108 | 26,93 | 0,093 | 23,14 |
| L-2116_B | ORCOTUNA | HUANZA | 220 | 0,394 | 0,064 | 16,19 | 0,093 | 23,59 | 0,140 | 35,65 | 0,050 | 12,76 | 0,073 | 18,42 | 0,027 | 6,82 |
| L-2220 | HUAYUCACHI | CAMPO ARMIÑO | 220 | 0,400 | 0,176 | 43,94 | 0,130 | 32,62 | 0,103 | 25,83 | 0,212 | 53,03 | 0,161 | 40,35 | 0,029 | 7,14 |
| L6081 | HUANCAYO ESTE | PARQUE INDUSTRIAL | 60 | 0,545 | 0,053 | 9,73 | 0,043 | 7,84 | 0,031 | 5,66 | 0,039 | 7,19 | 0,030 | 5,42 | 0,020 | 3,68 |
| L6632 | HUAYUCACHI | HUANCAYO ESTE | 60 | 0,596 | 0,111 | 18,56 | 0,069 | 11,58 | 0,030 | 5,06 | 0,118 | 19,80 | 0,076 | 12,81 | 0,034 | 5,77 |
| L6631-T1 | HUAYUCACHI | SALESIANO | 60 | 0,545 | 0,296 | 54,36 | 0,185 | 33,99 | 0,086 | 15,78 | 0,315 | 57,84 | 0,202 | 37,04 | 0,087 | 16,01 |
| L6631-T2.1 | HUAYUCACHI | SALESIANO | 60 | 0,340 | 0,149 | 43,74 | 0,093 | 27,44 | 0,044 | 12,89 | 0,158 | 46,50 | 0,101 | 29,83 | 0,044 | 13,01 |
| L6631-T2.2 | HUAYUCACHI | SALESIANO | 60 | 0,340 | 0,149 | 43,74 | 0,093 | 27,44 | 0,044 | 12,89 | 0,158 | 46,50 | 0,101 | 29,83 | 0,044 | 13,01 |
| L6631-T3.1 | HUAYUCACHI | SALESIANO | 60 | 0,375 | 0,149 | 39,68 | 0,093 | 24,90 | 0,044 | 11,72 | 0,158 | 42,18 | 0,102 | 27,07 | 0,044 | 11,82 |
| L6631-T3.2 | HUAYUCACHI | SALESIANO | 60 | 0,375 | 0,149 | 39,68 | 0,093 | 24,90 | 0,044 | 11,72 | 0,158 | 42,18 | 0,102 | 27,07 | 0,044 | 11,82 |
| L6631-T4.1 | HUAYUCACHI | SALESIANO | 60 | 0,340 | 0,119 | 34,99 | 0,075 | 21,97 | 0,035 | 10,23 | 0,118 | 34,79 | 0,074 | 21,73 | 0,035 | 10,21 |
| L6631-T4.2 | HUAYUCACHI | SALESIANO | 60 | 0,340 | 0,119 | 34,99 | 0,075 | 21,97 | 0,035 | 10,23 | 0,118 | 34,79 | 0,074 | 21,73 | 0,035 | 10,21 |
| L6070-T1.1 | SALESIANO | PARQUE INDUSTRIAL | 60 | 0,340 | 0,060 | 17,59 | 0,053 | 15,56 | 0,045 | 13,13 | 0,050 | 14,74 | 0,040 | 11,86 | 0,028 | 8,38 |
| L6070-T1.2 | SALESIANO | PARQUE INDUSTRIAL | 60 | 0,340 | 0,060 | 17,59 | 0,053 | 15,56 | 0,045 | 13,13 | 0,050 | 14,74 | 0,040 | 11,86 | 0,028 | 8,38 |
| L6070-T2 | SALESIANO | PARQUE INDUSTRIAL | 60 | 0,340 | 0,120 | 35,18 | 0,106 | 31,12 | 0,089 | 26,27 | 0,100 | 29,49 | 0,081 | 23,72 | 0,057 | 16,75 |
| L-6072_T1 | CONCEPCION | XAUXA | 60 | 0,340 | 0,048 | 14,02 | 0,031 | 9,15 | 0,015 | 4,40 | 0,046 | 13,56 | 0,030 | 8,82 | 0,015 | 4,27 |
| L-6072_T2 | CONCEPCION | XAUXA | 60 | 0,410 | 0,049 | 11,87 | 0,032 | 7,81 | 0,016 | 3,83 | 0,047 | 11,49 | 0,031 | 7,53 | 0,015 | 3,72 |
| L6073 | CONCEPCION | RUNATULLO III | 60 | 0,500 | 0,372 | 74,38 | 0,372 | 74,38 | 0,371 | 74,20 | 0,114 | 22,88 | 0,114 | 22,75 | 0,114 | 22,72 |
| L6074 | RUNATULLO III | RUNATULLO II | 60 | 0,500 | 0,186 | 37,12 | 0,186 | 37,12 | 0,185 | 37,05 | 0,048 | 9,51 | 0,047 | 9,46 | 0,047 | 9,45 |
| L-3413 | PARQUE INDUSTRIAL | CHUPACA | 33 | 0,235 | 0,095 | 40,52 | 0,044 | 18,86 | 0,006 | 2,56 | 0,104 | 44,34 | 0,055 | 23,54 | 0,008 | 3,35 |
| L-3414 | CHUPACA | HUARISCA | 33 | 0,235 | 0,035 | 15,00 | 0,042 | 17,93 | 0,049 | 20,65 | 0,019 | 8,10 | 0,026 | 11,10 | 0,033 | 14,05 |
| L-3415A | HUARISCA | CHALA NUEVA | 33 | 0,235 | 0,004 | 1,83 | 0,008 | 3,41 | 0,012 | 5,10 | 0,003 | 1,30 | 0,005 | 2,31 | 0,009 | 3,99 |
| L-3416T1 | INGENIO | COMAS | 33 | 0,160 | 0,005 | 3,31 | 0,004 | 2,60 | 0,003 | 2,09 | 0,005 | 3,22 | 0,004 | 2,55 | 0,003 | 2,09 |
| L-3416 T2 | INGENIO | COMAS | 33 | 0,160 | 0,005 | 2,90 | 0,003 | 1,98 | 0,002 | 1,15 | 0,004 | 2,80 | 0,003 | 1,91 | 0,002 | 1,13 |
| L-3422 | CHALA NUEVA | MACHU | 33 | 0,321 | 0,007 | 2,25 | 0,010 | 3,15 | 0,013 | 4,02 | 0,005 | 1,42 | 0,007 | 2,30 | 0,010 | 3,21 |
| L-6078A | PARQUE INDUSTRIAL | CONCEPCION | 60 | 0,340 | 0,240 | 70,57 | 0,190 | 55,89 | 0,136 | 40,02 | 0,173 | 51,03 | 0,125 | 36,78 | 0,088 | 25,87 |
| L-6078B. | PARQUE INDUSTRIAL | CONCEPCION | 60 | 0,340 | 0,279 | 82,20 | 0,310 | 91,28 | 0,344 | 101,18 | 0,030 | 8,96 | 0,049 | 14,37 | 0,084 | 24,75 |
| L6056 | PARQUE INDUSTRIAL | CONCEPCION | 60 | 0,545 | 0,279 | 51,26 | 0,310 | 56,92 | 0,344 | 63,11 | 0,030 | 5,54 | 0,049 | 8,95 | 0,084 | 15,44 |
| L6057 | PARQUE INDUSTRIAL | CONCEPCION | 60 | 0,545 | 0,240 | 44,04 | 0,190 | 44,04 | 0,136 | 25,00 | 0,174 | 31,84 | 0,125 | 22,97 | 0,088 | 16,17 |

En los cuadros anteriores se puede observar que, para todos los escenarios de operación normal (sin contingencia).

NIVEL DE CARGA EN LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIA

En los siguientes cuadros se presentan los niveles de carga en los transformadores de potencia del sistema eléctrico en estudio.

Cuadro 11 Nivel de carga en transformadores 2 devanados operación normal y sin proyecto

| SIN PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ID Transformador Digsilent | Subestación | Sn | Vn Alta | Vn Baja | Ave2026Max | | | Ave2026Med | | | Ave2026Min | | | Est2025Max | | | Est2025Med | | | Est2025Min | | |
| | | | | | S | | Tap | S | | Tap | S | | Tap | S | | Tap | S | | Tap | S | | Tap |
| | | MVA | kV | kV | MVA | % | | MVA | % | | MVA | % | | MVA | % | | MVA | % | | MVA | % | |
| 4-TP-030 | Chupaca | 6,25 | 33 | 13,2 | 2,13 | 35,05 | 8 | 1,43 | 23,03 | 9 | 0,73 | 11,84 | 10 | 2,16 | 35,47 | 7 | 1,44 | 23,55 | 9 | 0,74 | 11,99 | 10 |
| 4-TP-060 | Huancayo Este | 18,75 | 60 | 10 | 7,66 | 41,30 | 12 | 5,08 | 27,06 | 13 | 2,53 | 13,51 | 15 | 7,51 | 40,41 | 12 | 4,98 | 26,47 | 14 | 2,48 | 13,22 | 15 |
| 4-TP-062 | Chupaca | 6,25 | 33 | 13,2 | 5,16 | 84,86 | 7 | 3,42 | 55,16 | 8 | 1,72 | 27,69 | 10 | 4,71 | 77,48 | 7 | 3,13 | 50,98 | 8 | 1,57 | 25,37 | 10 |
| Chala Nueva | Chala Nueva | 1,00 | 33 | 13,2 | 0,22 | 22,85 | 3 | 0,15 | 14,86 | 3 | 0,07 | 7,41 | 3 | 0,24 | 24,23 | 3 | 0,16 | 15,92 | 3 | 0,08 | 7,86 | 3 |
| Comas | Comas | 2,00 | 33 | 13,2 | 0,17 | 8,67 | 3 | 0,12 | 5,75 | 3 | 0,06 | 2,81 | 3 | 0,17 | 8,59 | 3 | 0,12 | 5,71 | 3 | 0,06 | 2,83 | 3 |
| Concepcion1 | Concepción | 0,40 | 13,2 | 0,46 | 0,13 | 31,57 | 3 | 0,13 | 31,61 | 3 | 0,13 | 31,57 | 3 | 0,12 | 29,22 | 3 | 0,12 | 29,26 | 3 | 0,12 | 29,23 | 3 |
| Concepcion2 | Concepción | 0,40 | 13,2 | 0,46 | 0,13 | 31,57 | 3 | 0,13 | 31,61 | 3 | 0,13 | 31,57 | 3 | 0,12 | 29,22 | 3 | 0,12 | 29,26 | 3 | 0,12 | 29,23 | 3 |
| El Machu 1. | Machu | 0,65 | 13,2 | 0,45 | 0,45 | 71,18 | 4 | 0,45 | 69,37 | 4 | 0,45 | 69,03 | 4 | 0,37 | 58,77 | 4 | 0,37 | 57,84 | 4 | 0,37 | 57,00 | 4 |
| El Machu 2. | Machu | 0,65 | 13,2 | 0,45 | 0,45 | 71,18 | 4 | 0,45 | 69,37 | 4 | 0,45 | 69,03 | 4 | 0,37 | 58,77 | 4 | 0,37 | 57,84 | 4 | 0,37 | 57,00 | 4 |
| Huarisca | Huarisca | 0,50 | 33 | 13,2 | 0,47 | 96,19 | 2 | 0,31 | 62,64 | 3 | 0,16 | 31,18 | 3 | 0,47 | 96,71 | 3 | 0,31 | 63,18 | 3 | 0,16 | 31,14 | 3 |
| Huarisca1 | Huarisca | 2,50 | 31,35 | 2,3 | 1,14 | 45,98 | 5 | 1,14 | 45,00 | 5 | 1,14 | 44,96 | 5 | 0,76 | 30,79 | 5 | 0,76 | 30,44 | 5 | 0,76 | 30,13 | 5 |
| Huarisca2 | Huarisca | 2,50 | 31,35 | 2,3 | 1,14 | 45,98 | 5 | 1,14 | 45,00 | 5 | 1,14 | 44,96 | 5 | 0,76 | 30,79 | 5 | 0,76 | 30,44 | 5 | 0,76 | 30,13 | 5 |
| Huayucachi3 | Huayucachi | 3,00 | 13,2 | 10 | 1,26 | 43,08 | 4 | 0,85 | 28,69 | 4 | 0,43 | 14,66 | 4 | 1,26 | 42,67 | 4 | 0,84 | 28,40 | 4 | 0,43 | 14,54 | 4 |
| Huayucachi5 | Huayucachi | 5,00 | 13,2 | 10 | 4,57 | 93,43 | 5 | 3,02 | 61,38 | 5 | 1,52 | 30,78 | 5 | 4,44 | 90,48 | 5 | 2,94 | 59,45 | 5 | 1,48 | 29,87 | 5 |
| Ingenio | Ingenio | 2,00 | 13,2 | 2,3 | 0,87 | 43,57 | 3 | 0,87 | 43,22 | 3 | 0,87 | 42,78 | 3 | 0,67 | 33,79 | 3 | 0,67 | 33,50 | 3 | 0,67 | 33,16 | 3 |
| Runatullo25 | Runatullo | 25,00 | 60 | 10 | 19,87 | 79,46 | 4 | 19,74 | 78,94 | 4 | 19,68 | 78,70 | 4 | 5,26 | 21,05 | 4 | 5,04 | 20,16 | 4 | 5,00 | 20,00 | 4 |
| Salesiano14 | Salesiano | 17,50 | 58 | 10 | 15,54 | 86,93 | 11 | 9,91 | 55,47 | 12 | 4,82 | 27,54 | 14 | 15,32 | 85,57 | 11 | 9,80 | 55,56 | 13 | 4,76 | 27,16 | 14 |
| Salesiano9 | Salesiano | 11,00 | 58 | 10 | 9,08 | 80,77 | 10 | 5,71 | 50,88 | 12 | 2,73 | 24,47 | 13 | 9,14 | 81,23 | 10 | 5,76 | 51,17 | 12 | 2,75 | 24,61 | 13 |
| TRAFO_ING | Ingenio | 5,00 | 33 | 13,2 | 0,31 | 6,21 | 4 | 0,24 | 4,87 | 4 | 0,20 | 3,94 | 4 | 0,30 | 6,06 | 4 | 0,24 | 4,78 | 4 | 0,19 | 3,91 | 4 |

Cuadro 12 Nivel de carga en transformadores 2 devanados en operación normal y con proyecto.

| CON PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ID Transformador Digsilent | Subestación | Sn | Vn Alta | Vn Baja | Ave2026Max | | | Ave2026Med | | | Ave2026Min | | | Est2025Max | | | Est2025Med | | | Est2025Min | | |
| | | | | | S | | Tap | S | | Tap | S | | Tap | S | | Tap | S | | Tap | S | | Tap |
| | | MVA | kV | kV | MVA | % | | MVA | % | | MVA | % | | MVA | % | | MVA | % | | MVA | % | |
| 4-TP-030 | Chupaca | 6,25 | 33 | 13,1999998 | 2,13 | 34,88 | 8 | 1,43 | 23,28 | 9 | 0,73 | 11,79 | 11 | 2,16 | 35,37 | 7 | 1,44 | 23,51 | 9 | 0,74 | 12,01 | 10 |
| 4-TP-060 | Huancayo Este | 18,75 | 60 | 10 | 7,66 | 41,18 | 12 | 5,08 | 27,08 | 13 | 2,53 | 13,45 | 15 | 7,51 | 40,36 | 12 | 4,98 | 26,43 | 14 | 2,48 | 13,23 | 15 |
| 4-TP-062 | Chupaca | 6,25 | 33 | 13,1999998 | 5,16 | 84,44 | 7 | 3,42 | 55,79 | 8 | 1,72 | 27,60 | 10 | 4,71 | 77,24 | 7 | 3,13 | 50,90 | 8 | 1,57 | 25,42 | 10 |
| Chala Nueva | Chala Nueva | 1,00 | 33 | 13,1999998 | 0,22 | 22,74 | 3 | 0,15 | 15,03 | 3 | 0,07 | 7,38 | 3 | 0,24 | 24,16 | 3 | 0,16 | 15,90 | 3 | 0,08 | 7,87 | 3 |
| Comas | Comas | 2,00 | 33 | 13,1999998 | 0,17 | 8,65 | 3 | 0,12 | 5,74 | 3 | 0,06 | 2,83 | 3 | 0,17 | 8,53 | 3 | 0,12 | 5,66 | 3 | 0,06 | 2,81 | 3 |
| Concepcion1 | Concepción | 0,40 | 13,1999998 | 0,46000001 | 0,13 | 31,50 | 3 | 0,13 | 31,55 | 3 | 0,13 | 31,73 | 3 | 0,12 | 29,03 | 3 | 0,12 | 28,98 | 3 | 0,12 | 29,04 | 3 |
| Concepcion2 | Concepción | 0,40 | 13,1999998 | 0,46000001 | 0,13 | 31,50 | 3 | 0,13 | 31,55 | 3 | 0,13 | 31,73 | 3 | 0,12 | 29,03 | 3 | 0,12 | 28,98 | 3 | 0,12 | 29,04 | 3 |
| El Machu 1. | Machu | 0,65 | 13,1999998 | 0,44999999 | 0,45 | 70,85 | 4 | 0,45 | 70,12 | 4 | 0,45 | 68,82 | 4 | 0,37 | 58,60 | 4 | 0,37 | 57,75 | 4 | 0,37 | 57,12 | 4 |
| El Machu 2. | Machu | 0,65 | 13,1999998 | 0,44999999 | 0,45 | 70,85 | 4 | 0,45 | 70,12 | 4 | 0,45 | 68,82 | 4 | 0,37 | 58,60 | 4 | 0,37 | 57,75 | 4 | 0,37 | 57,12 | 4 |
| Huarisca | Huarisca | 0,50 | 33 | 13,1999998 | 0,47 | 95,72 | 2 | 0,31 | 63,35 | 3 | 0,16 | 31,08 | 3 | 0,47 | 96,42 | 3 | 0,31 | 63,09 | 3 | 0,16 | 31,21 | 3 |
| Huarisca1 | Huarisca | 2,50 | 31,3500004 | 2,29999995 | 1,14 | 45,76 | 5 | 1,14 | 45,49 | 5 | 1,14 | 44,82 | 5 | 0,76 | 30,70 | 5 | 0,76 | 30,40 | 5 | 0,76 | 30,19 | 5 |
| Huarisca2 | Huarisca | 2,50 | 31,3500004 | 2,29999995 | 1,14 | 45,76 | 5 | 1,14 | 45,49 | 5 | 1,14 | 44,82 | 5 | 0,76 | 30,70 | 5 | 0,76 | 30,40 | 5 | 0,76 | 30,19 | 5 |
| Huayucachi3 | Huayucachi | 3,00 | 13,1999998 | 10 | 1,26 | 43,00 | 4 | 0,85 | 28,67 | 4 | 0,43 | 14,56 | 4 | 1,26 | 42,73 | 4 | 0,84 | 28,37 | 4 | 0,43 | 14,54 | 4 |
| Huayucachi5 | Huayucachi | 5,00 | 13,1999998 | 10 | 4,57 | 93,24 | 5 | 3,02 | 61,34 | 5 | 1,52 | 30,57 | 5 | 4,44 | 90,62 | 5 | 2,94 | 59,36 | 5 | 1,48 | 29,86 | 5 |
| Ingenio | Ingenio | 2,00 | 13,1999998 | 2,29999995 | 0,87 | 43,48 | 3 | 0,87 | 43,14 | 3 | 0,87 | 42,98 | 3 | 0,67 | 33,55 | 3 | 0,67 | 33,19 | 3 | 0,67 | 32,94 | 3 |
| Runatullo25 | Runatullo | 25,00 | 60 | 10 | 19,78 | 79,13 | 4 | 19,78 | 79,13 | 4 | 19,74 | 78,97 | 4 | 5,07 | 20,28 | 4 | 5,04 | 20,18 | 4 | 5,04 | 20,15 | 4 |
| Salesiano14 | Salesiano | 17,50 | 58 | 10 | 15,53 | 86,59 | 11 | 9,93 | 56,49 | 13 | 4,82 | 27,43 | 14 | 15,32 | 85,42 | 11 | 9,79 | 55,45 | 13 | 4,76 | 27,19 | 14 |
| Salesiano9 | Salesiano | 11,00 | 58 | 10 | 9,06 | 80,41 | 10 | 5,72 | 50,92 | 12 | 2,73 | 24,35 | 13 | 9,14 | 81,07 | 10 | 5,76 | 51,07 | 12 | 2,75 | 24,64 | 13 |
| TRAFO_ING | Ingenio | 5,00 | 33 | 13,1999998 | 0,31 | 6,20 | 4 | 0,24 | 4,87 | 4 | 0,19 | 3,92 | 4 | 0,30 | 6,04 | 4 | 0,24 | 4,79 | 4 | 0,20 | 3,93 | 4 |

Cuadro 13 Nivel de carga transformadores 3 devanados en operación normal y sin proyecto.

| SIN PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ID Transformador Digsilent | Subestación | Sn | Vn Alta | Vn Media | Vn Baja | Ave2025Max | | | Ave2025Med | | | Ave2025Min | | | Est2025Max | | | Est2025Med | | | Est2025Min | | |
| | | | | | | S | | Tap | S | | Tap | S | | Tap | S | | Tap | S | | Tap | S | | Tap |
| | | MVA | kV | kV | kV | MVA | % | | MVA | % | | MVA | % | | MVA | % | | MVA | % | | MVA | % | |
| 4-TP-056 | Huancayo Este | 13,3 | 60,0 | 22,9 | 10,0 | 5,92 | 44,93 | -3 | 3,93 | 29,50 | -1 | 1,97 | 14,73 | 1 | 5,81 | 44,06 | -3 | 3,86 | 28,93 | 0 | 1,94 | 14,45 | 1 |
| Concepcion | Concepción | 13,0 | 60,0 | 13,2 | 6,0 | 7,46 | 57,97 | 11 | 4,54 | 34,62 | 14 | 1,72 | 12,90 | 16 | 7,01 | 54,85 | 11 | 4,32 | 33,13 | 14 | 1,71 | 12,93 | 16 |
| Pindustrial 25 | Parque Industrial | 31,3 | 60,0 | 33,0 | 10,0 | 19,70 | 64,00 | 10 | 11,79 | 37,76 | 12 | 4,53 | 14,61 | 15 | 20,32 | 65,94 | 10 | 12,51 | 39,99 | 13 | 5,05 | 16,02 | 15 |
| Runatullo | Runatullo | 25,0 | 60,0 | 33,0 | 10,0 | 19,98 | 79,91 | 4 | 19,80 | 79,18 | 4 | 19,71 | 78,84 | 4 | 7,25 | 29,02 | 4 | 7,04 | 28,17 | 4 | 7,00 | 28,00 | 4 |
| T108-261 | Orcotuna | 50,0 | 220,0 | 60,0 | 10,0 | 0,12 | 0,23 | 5 | 0,12 | 0,23 | 5 | 0,12 | 0,23 | 6 | 0,12 | 0,23 | 5 | 0,12 | 0,23 | 6 | 0,12 | 0,22 | 8 |
| T19-261 | Huayucachi | 50,0 | 225,0 | 62,0 | 10,0 | 29,76 | 61,01 | -3 | 20,65 | 42,15 | 0 | 18,19 | 37,17 | 3 | 35,07 | 70,17 | -1 | 21,63 | 44,09 | 3 | 11,01 | 24,46 | 7 |
| T8-261 | Huayucachi | 30,0 | 225,0 | 62,3 | 10,3 | 27,30 | 98,75 | -3 | 14,95 | 91,19 | 0 | 12,56 | 84,18 | 3 | 33,69 | 109,24 | -1 | 18,68 | 92,92 | 3 | 8,28 | 86,13 | 7 |
| Xauxa | Jauja | 7,0 | 58,0 | 13,9 | 10,8 | 4,99 | 73,37 | 12 | 3,30 | 49,01 | 15 | 1,64 | 24,43 | 17 | 4,82 | 71,34 | 12 | 3,19 | 47,08 | 14 | 1,58 | 23,75 | 17 |

Cuadro 14 Nivel de carga transformadores 3 devanados en operación normal y con proyecto.

| CON PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ID Transformador Digsilent | Subestación | Sn | Vn Alta | Vn Media | Vn Baja | Ave2025Max | | | Ave2025Med | | | Ave2025Min | | | Est2025Max | | | Est2025Med | | | Est2025Min | | |
| | | | | | | S | | Tap | S | | Tap | S | | Tap | S | | Tap | S | | Tap | S | | Tap |
| | | MVA | kV | kV | kV | MVA | % | | MVA | % | | MVA | % | | MVA | % | | MVA | % | | MVA | % | |
| 4-TP-056 | Huancayo Este | 13,3 | 60,0 | 22,9 | 10,0 | 5,91 | 44,81 | -3 | 3,93 | 29,52 | -1 | 1,97 | 14,67 | 1 | 5,81 | 44,03 | -2 | 3,86 | 28,88 | -1 | 1,94 | 14,46 | 1 |
| Concepcion | Concepción | 13,0 | 60,0 | 13,2 | 6,0 | 7,46 | 57,26 | 12 | 4,55 | 34,90 | 13 | 1,72 | 13,09 | 15 | 7,01 | 53,91 | 12 | 4,32 | 33,14 | 13 | 1,71 | 13,11 | 14 |
| Pindustrial 25 | Parque Industrial | 31,3 | 60,0 | 33,0 | 10,0 | 19,68 | 63,70 | 10 | 11,80 | 37,81 | 13 | 4,53 | 14,56 | 15 | 20,31 | 65,74 | 10 | 12,51 | 39,93 | 13 | 5,05 | 16,05 | 15 |
| Runatullo | Runatullo | 25,0 | 60,0 | 33,0 | 10,0 | 19,86 | 79,45 | 4 | 19,86 | 79,44 | 4 | 19,80 | 79,22 | 4 | 7,07 | 28,28 | 4 | 7,05 | 28,18 | 4 | 7,04 | 28,16 | 4 |
| T108-261 | Orcotuna | 50,0 | 220,0 | 60,0 | 10,0 | 6,93 | 13,44 | 3 | 12,67 | 25,20 | 5 | 22,81 | 45,21 | 6 | 16,86 | 33,60 | 5 | 8,06 | 16,07 | 7 | 5,65 | 11,27 | 9 |
| T19-261 | Huayucachi | 50,0 | 225,0 | 62,0 | 10,0 | 27,86 | 57,06 | -2 | 20,28 | 41,42 | 1 | 13,71 | 27,85 | 4 | 28,65 | 58,70 | -1 | 20,90 | 42,51 | 2 | 13,27 | 27,06 | 6 |
| T8-261 | Huayucachi | 30,0 | 225,0 | 62,3 | 10,3 | 25,48 | 99,15 | -2 | 15,65 | 92,03 | 1 | 8,31 | 86,13 | 4 | 26,78 | 99,11 | -1 | 16,97 | 92,49 | 2 | 8,29 | 86,13 | 6 |
| Xauxa | Jauja | 7,0 | 58,0 | 13,9 | 10,8 | 4,99 | 73,35 | 13 | 3,30 | 48,83 | 14 | 1,64 | 24,51 | 16 | 4,82 | 70,97 | 13 | 3,19 | 47,10 | 14 | 1,58 | 23,51 | 15 |

En los cuadros anteriores se puede observar que, para todos los escenarios de operación normal (sin contingencia), no existirá sobrecarga en los transformadores de potencia.

# 7. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO

## 7.1 METODOLOGÍA

Para el análisis de coordinación de las protecciones se realizaron simulaciones de cortocircuito mediante el método COMPLETO, el cual fue realizado sobre la base de una solución previa de flujo de carga para el horizonte de estudio correspondiente para el año 2025 y 2026.

- Para determinar el escenario en donde se presentan las máximas corrientes de falla se han simulados fallas trifásicas y monofásicas francas en las barras ubicadas dentro del área en estudio, para los seis escenarios de operación normal. Para el cálculo de máxima corriente de cortocircuito se utilizaron las reactancias subtransitorias saturadas para los generadores síncronos.
- Cabe aclarar que para el caso de cortocircuitos entre fases sin contacto a tierra (trifásica y bifásica), las fuentes que alimentan a la falla son los generadores y el aporte proveniente del SEIN. En el caso de cortocircuitos con contacto a tierra, además de los generadores con neutro a tierra, también son fuentes de corrientes de secuencia cero los puntos de conexión a tierra, tal como sucede con los neutros puestos a tierra de las conexiones en estrella de los transformadores de potencia y de los transformadores de aterramiento.
- Para evaluar la capacidad de corte de los interruptores y el nivel de saturación y daño térmico de los transformadores de corriente, se realizaron las simulaciones de máxima corriente de cortocircuito bajo el método IEC 60909.

## 7.2 RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES DE CORTOCIRCUITO

En las siguientes graficas se muestran las corrientes de cortocircuito calculados con el método IEC 60909, para las barras de 138kV, 60kV, 22.9kV, 10kV y 13.2kV.

### 7.2.1 RESULTADOS DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO EN BARRAS

En los siguientes cuadros se presentan los resultados de corrientes de cortocircuito en barras:

Cuadro 15 Resultados de corrientes de cortocircuito en barras situación sin proyecto.

| SIN PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ID Barra Digsilent | Subestacion | Vn | Ave2025Max | | | | Ave2025Med | | | | Ave2025Min | | | | Est2025Max | | | | Est2025Med | | | | Est2025Min | | | |
| | | | 3F | 2F | 1F-G | 2F-G | 3F | 2F | 1F-G | 2F-G | 3F | 2F | 1F-G | 2F-G | 3F | 2F | 1F-G | 2F-G | 3F | 2F | 1F-G | 2F-G | 3F | 2F | 1F-G | 2F-G |
| | | kV | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA |
| AMPO ARMIÑO 220 | CAMPO ARMIÑO | 220,0 | 19,341 | 16,611 | 22,962 | 22,195 | 19,433 | 16,707 | 23,021 | 22,269 | 19,151 | 16,442 | 22,784 | 22,005 | 19,485 | 16,732 | 23,064 | 22,303 | 19,586 | 16,841 | 23,120 | 22,394 | 18,623 | 15,980 | 22,258 | 21,573 |
| HUANZA 220A | HUANZA | 220,0 | 4,778 | 4,128 | 4,410 | 4,676 | 4,780 | 4,131 | 4,411 | 4,678 | 3,931 | 3,406 | 3,922 | 3,959 | 4,801 | 4,149 | 4,420 | 4,696 | 4,808 | 4,157 | 4,429 | 4,706 | 3,951 | 3,423 | 3,934 | 3,978 |
| ORCOTUNA 220A | ORCOTUNA | 220,0 | 3,551 | 3,063 | 2,991 | 3,350 | 3,553 | 3,066 | 2,987 | 3,358 | 3,449 | 2,975 | 2,941 | 3,279 | 3,562 | 3,074 | 2,990 | 3,361 | 3,578 | 3,092 | 2,992 | 3,383 | 3,472 | 2,997 | 2,944 | 3,299 |
| ORCOTUNA 60A | ORCOTUNA | 60,0 | 3,741 | 3,229 | 5,267 | 5,509 | 3,763 | 3,250 | 5,293 | 5,537 | 3,838 | 3,313 | 5,406 | 5,664 | 3,753 | 3,242 | 5,279 | 5,522 | 3,870 | 3,346 | 5,437 | 5,694 | 4,034 | 3,485 | 5,679 | 5,960 |
| HUAYUCACHI 220 | HUAYUCACHI | 231,0 | 4,171 | 3,596 | 3,643 | 3,960 | 4,164 | 3,592 | 3,620 | 3,962 | 4,066 | 3,504 | 3,561 | 3,889 | 4,183 | 3,607 | 3,631 | 3,970 | 4,193 | 3,620 | 3,614 | 3,989 | 4,086 | 3,525 | 3,549 | 3,905 |
| HUAYU60 | HUAYUCACHI | 60,0 | 4,355 | 3,748 | 5,834 | 5,901 | 4,280 | 3,685 | 5,741 | 5,782 | 4,189 | 3,602 | 5,634 | 5,641 | 4,390 | 3,781 | 5,873 | 5,941 | 4,330 | 3,732 | 5,797 | 5,839 | 4,250 | 3,659 | 5,705 | 5,713 |
| HUAYU10 | HUAYUCACHI | 10,0 | 18,311 | 15,762 | 0,000 | 15,762 | 18,064 | 15,553 | 0,000 | 15,553 | 17,752 | 15,270 | 0,000 | 15,270 | 18,453 | 15,891 | 0,000 | 15,891 | 18,253 | 15,727 | 0,000 | 15,727 | 17,976 | 15,472 | 0,000 | 15,472 |
| HUAYU10. | HUAYUCACHI | 10,0 | 16,383 | 14,105 | 0,000 | 14,105 | 16,235 | 13,980 | 0,000 | 13,980 | 16,021 | 13,784 | 0,000 | 13,784 | 16,506 | 14,217 | 0,000 | 14,217 | 16,396 | 14,130 | 0,000 | 14,130 | 16,211 | 13,957 | 0,000 | 13,957 |
| HYOES60 | HUANCAYO ESTE | 60,0 | 3,117 | 2,684 | 3,093 | 3,107 | 3,079 | 2,652 | 3,078 | 3,094 | 3,030 | 2,606 | 3,053 | 3,092 | 3,134 | 2,700 | 3,103 | 3,120 | 3,104 | 2,677 | 3,092 | 3,120 | 3,062 | 2,637 | 3,073 | 3,123 |
| HYOES10A | HUANCAYO ESTE | 10,0 | 5,108 | 4,404 | 5,612 | 5,617 | 5,085 | 4,386 | 5,595 | 5,547 | 5,016 | 4,323 | 5,525 | 5,421 | 5,118 | 4,415 | 5,620 | 5,621 | 5,078 | 4,383 | 5,573 | 5,525 | 5,035 | 4,342 | 5,538 | 5,434 |
| HYOES10B | HUANCAYO ESTE | 10,0 | 3,748 | 3,232 | 4,008 | 4,034 | 3,712 | 3,202 | 3,973 | 3,961 | 3,658 | 3,154 | 3,923 | 3,870 | 3,755 | 3,239 | 4,014 | 4,037 | 3,699 | 3,194 | 3,951 | 3,940 | 3,670 | 3,165 | 3,930 | 3,877 |
| SALE60 | SALESIANO | 60,0 | 3,743 | 3,221 | 4,423 | 4,296 | 3,681 | 3,168 | 4,365 | 4,194 | 3,608 | 3,102 | 4,292 | 4,112 | 3,767 | 3,243 | 4,442 | 4,316 | 3,716 | 3,202 | 4,388 | 4,218 | 3,653 | 3,144 | 4,331 | 4,156 |
| SALE10TR14MVA | SALESIANO | 10,0 | 7,058 | 6,084 | 0,405 | 6,105 | 6,976 | 6,015 | 0,411 | 6,031 | 6,835 | 5,889 | 0,407 | 5,899 | 7,075 | 6,101 | 0,406 | 6,121 | 6,966 | 6,011 | 0,405 | 6,026 | 6,867 | 5,920 | 0,407 | 5,931 |
| SALE10TR9MVA | SALESIANO | 10,0 | 5,222 | 4,502 | 5,622 | 5,661 | 5,134 | 4,428 | 5,540 | 5,518 | 5,067 | 4,367 | 5,493 | 5,406 | 5,234 | 4,515 | 5,631 | 5,670 | 5,152 | 4,446 | 5,553 | 5,530 | 5,087 | 4,387 | 5,507 | 5,421 |
| PQUE60B1 | PARQUE INDUSTRIAL | 60,0 | 3,705 | 3,186 | 4,379 | 4,284 | 3,646 | 3,136 | 4,329 | 4,191 | 3,575 | 3,072 | 4,267 | 4,081 | 3,726 | 3,207 | 4,396 | 4,302 | 3,677 | 3,167 | 4,353 | 4,219 | 3,617 | 3,112 | 4,304 | 4,119 |
| PQUE60B2 | PARQUE INDUSTRIAL | 60,0 | 3,705 | 3,186 | 4,379 | 4,284 | 3,646 | 3,136 | 4,329 | 4,191 | 3,575 | 3,072 | 4,267 | 4,081 | 3,726 | 3,207 | 4,396 | 4,302 | 3,677 | 3,167 | 4,353 | 4,219 | 3,617 | 3,112 | 4,304 | 4,119 |
| PQUE10 | PARQUE INDUSTRIAL | 10,0 | 9,841 | 8,460 | 0,180 | 8,494 | 9,982 | 8,581 | 0,181 | 8,616 | 10,166 | 8,731 | 0,179 | 8,767 | 9,854 | 8,474 | 0,180 | 8,508 | 10,103 | 8,690 | 0,180 | 8,725 | 10,214 | 8,776 | 0,179 | 8,813 |
| PQUE10. | PARQUE INDUSTRIAL | 10,0 | 9,841 | 8,460 | 0,180 | 8,494 | 9,982 | 8,581 | 0,181 | 8,616 | 10,166 | 8,731 | 0,179 | 8,767 | 9,854 | 8,474 | 0,180 | 8,508 | 10,103 | 8,690 | 0,180 | 8,725 | 10,214 | 8,776 | 0,179 | 8,813 |
| PQUE33 | PARQUE INDUSTRIAL | 33,0 | 2,202 | 1,892 | 2,917 | 2,976 | 2,221 | 1,909 | 2,939 | 2,978 | 2,233 | 1,917 | 2,949 | 2,961 | 2,203 | 1,894 | 2,916 | 2,975 | 2,230 | 1,919 | 2,943 | 2,981 | 2,240 | 1,925 | 2,953 | 2,967 |
| CONCE60 | CONCEPCION | 60,0 | 2,336 | 2,003 | 2,336 | 2,441 | 2,331 | 1,998 | 2,333 | 2,417 | 2,320 | 1,987 | 2,328 | 2,385 | 2,323 | 1,993 | 2,320 | 2,426 | 2,323 | 1,994 | 2,322 | 2,408 | 2,316 | 1,986 | 2,319 | 2,381 |
| CONC13 | CONCEPCION | 13,2 | 1,057 | 0,917 | 1,117 | 1,227 | 1,067 | 0,926 | 1,123 | 1,235 | 1,077 | 0,934 | 1,131 | 1,242 | 1,051 | 0,912 | 1,110 | 1,219 | 1,061 | 0,922 | 1,116 | 1,228 | 1,071 | 0,929 | 1,123 | 1,235 |
| CONCE13 | CONCEPCION | 13,2 | 3,755 | 3,225 | 4,661 | 4,650 | 3,863 | 3,318 | 4,773 | 4,726 | 3,927 | 3,370 | 4,846 | 4,755 | 3,727 | 3,203 | 4,623 | 4,610 | 3,840 | 3,302 | 4,740 | 4,693 | 3,908 | 3,357 | 4,816 | 4,729 |
| RUN260 | RUNATULLO II | 60,0 | 1,819 | 1,532 | 2,158 | 2,135 | 1,817 | 1,531 | 2,158 | 2,133 | 1,815 | 1,529 | 2,158 | 2,129 | 1,831 | 1,544 | 2,171 | 2,149 | 1,830 | 1,543 | 2,171 | 2,147 | 1,828 | 1,541 | 2,171 | 2,143 |
| RUNATULLO II 10 | RUNATULLO II | 10,0 | 9,734 | 8,116 | 9,149 | 9,601 | 9,710 | 8,096 | 9,132 | 9,572 | 9,690 | 8,076 | 9,120 | 9,547 | 9,735 | 8,116 | 9,151 | 9,596 | 9,712 | 8,098 | 9,134 | 9,568 | 9,693 | 8,080 | 9,124 | 9,545 |
| RUN360 | RUNATULLO III | 60,0 | 1,885 | 1,588 | 2,231 | 2,200 | 1,883 | 1,587 | 2,230 | 2,198 | 1,881 | 1,584 | 2,229 | 2,192 | 1,901 | 1,603 | 2,248 | 2,218 | 1,900 | 1,602 | 2,248 | 2,216 | 1,898 | 1,599 | 2,247 | 2,211 |
| RUN333 | RUNATULLO III | 33,0 | 1,880 | 1,588 | 2,384 | 2,398 | 1,876 | 1,584 | 2,378 | 2,392 | 1,873 | 1,581 | 2,375 | 2,388 | 1,881 | 1,589 | 2,384 | 2,398 | 1,877 | 1,586 | 2,378 | 2,393 | 1,874 | 1,583 | 2,375 | 2,388 |
| RUNATULLO III 10 | RUNATULLO III | 10,0 | 9,950 | 8,301 | 9,284 | 9,782 | 9,922 | 8,277 | 9,265 | 9,749 | 9,899 | 8,255 | 9,251 | 9,721 | 9,950 | 8,300 | 9,286 | 9,777 | 9,924 | 8,279 | 9,267 | 9,745 | 9,903 | 8,259 | 9,255 | 9,719 |
| XAUX60 | XAUXA | 60,0 | 1,188 | 1,022 | 1,149 | 1,262 | 1,197 | 1,030 | 1,146 | 1,258 | 1,201 | 1,032 | 1,145 | 1,251 | 1,181 | 1,017 | 1,141 | 1,254 | 1,191 | 1,026 | 1,144 | 1,255 | 1,196 | 1,030 | 1,139 | 1,246 |
| XAUX13 | XAUXA | 13,2 | 2,176 | 1,876 | 2,955 | 3,055 | 2,182 | 1,883 | 2,961 | 3,045 | 2,182 | 1,881 | 2,963 | 3,030 | 2,161 | 1,866 | 2,934 | 3,034 | 2,175 | 1,879 | 2,950 | 3,038 | 2,172 | 1,874 | 2,945 | 3,013 |
| CHING13 | INGENIO | 13,2 | 1,283 | 1,103 | 1,529 | 1,624 | 1,301 | 1,118 | 1,547 | 1,643 | 1,320 | 1,134 | 1,567 | 1,661 | 1,269 | 1,091 | 1,511 | 1,606 | 1,287 | 1,107 | 1,529 | 1,625 | 1,305 | 1,122 | 1,549 | 1,643 |
| ING13 | INGENIO | 13,2 | 0,854 | 0,736 | 0,677 | 0,870 | 0,863 | 0,744 | 0,682 | 0,878 | 0,872 | 0,752 | 0,689 | 0,885 | 0,851 | 0,734 | 0,675 | 0,867 | 0,859 | 0,742 | 0,679 | 0,875 | 0,868 | 0,749 | 0,685 | 0,882 |
| ING33 | INGENIO | 33,0 | 0,310 | 0,268 | 0,448 | 0,514 | 0,313 | 0,271 | 0,452 | 0,519 | 0,316 | 0,273 | 0,456 | 0,523 | 0,309 | 0,267 | 0,446 | 0,512 | 0,312 | 0,270 | 0,450 | 0,517 | 0,315 | 0,272 | 0,454 | 0,521 |
| CHUP33 | CHUPACA | 33,0 | 1,821 | 1,565 | 1,887 | 1,896 | 1,843 | 1,584 | 1,913 | 1,900 | 1,853 | 1,590 | 1,919 | 1,885 | 1,817 | 1,562 | 1,882 | 1,891 | 1,839 | 1,582 | 1,901 | 1,893 | 1,852 | 1,591 | 1,916 | 1,885 |
| CHUP13 | CHUPACA | 13,2 | 1,703 | 1,469 | 1,942 | 1,968 | 1,713 | 1,477 | 1,953 | 1,955 | 1,694 | 1,460 | 1,927 | 1,906 | 1,698 | 1,465 | 1,936 | 1,957 | 1,698 | 1,465 | 1,934 | 1,933 | 1,691 | 1,458 | 1,923 | 1,900 |
| CHALAN33 | CHALA NUEVA | 33,0 | 0,934 | 0,803 | 0,748 | 0,916 | 0,957 | 0,823 | 0,765 | 0,934 | 0,965 | 0,829 | 0,769 | 0,937 | 0,928 | 0,799 | 0,743 | 0,910 | 0,945 | 0,814 | 0,753 | 0,923 | 0,959 | 0,825 | 0,763 | 0,932 |
| HUARISCA33 | HUARISCA | 33,0 | 1,468 | 1,262 | 1,610 | 1,664 | 1,499 | 1,288 | 1,640 | 1,685 | 1,511 | 1,298 | 1,649 | 1,685 | 1,461 | 1,257 | 1,601 | 1,655 | 1,485 | 1,278 | 1,622 | 1,669 | 1,505 | 1,294 | 1,641 | 1,678 |
| MACHU33. | MACHU | 33,0 | 0,525 | 0,452 | 0,342 | 0,482 | 0,538 | 0,463 | 0,350 | 0,492 | 0,540 | 0,465 | 0,352 | 0,493 | 0,521 | 0,449 | 0,339 | 0,478 | 0,529 | 0,456 | 0,344 | 0,485 | 0,536 | 0,462 | 0,349 | 0,490 |
| COM33 | COMAS | 33,0 | 0,200 | 0,173 | 0,219 | 0,235 | 0,202 | 0,175 | 0,220 | 0,237 | 0,203 | 0,176 | 0,222 | 0,238 | 0,200 | 0,173 | 0,218 | 0,235 | 0,201 | 0,174 | 0,219 | 0,236 | 0,203 | 0,175 | 0,221 | 0,237 |

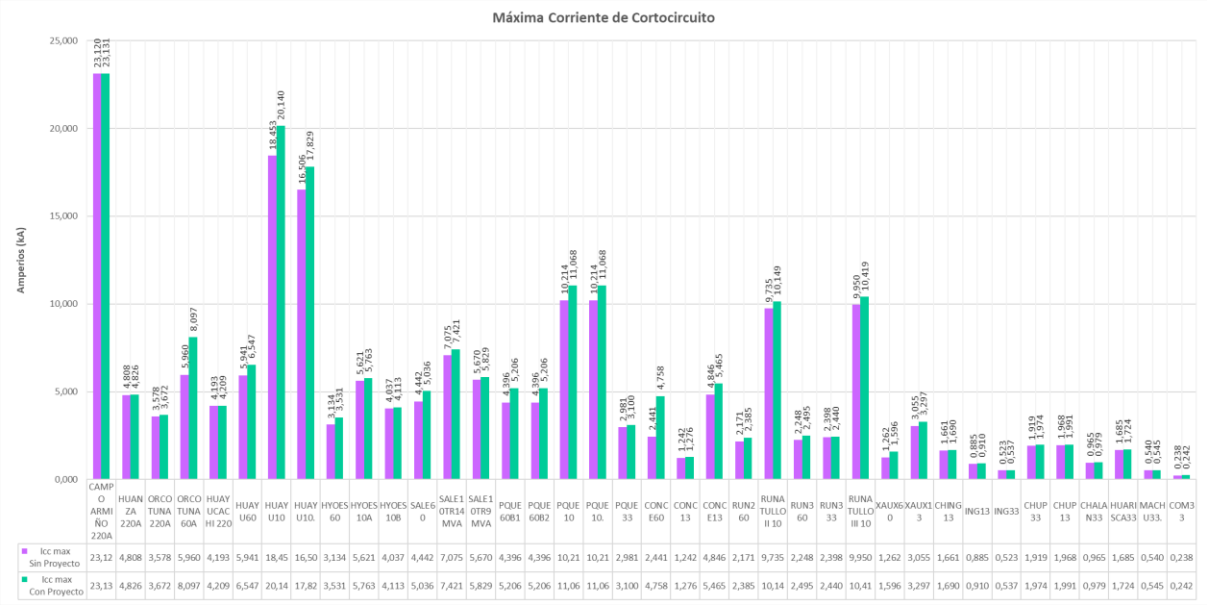
Cuadro 16 Resultados corrientes de cortocircuito en barras situación con proyecto.

| CON PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ID Barra Digsilent | Subestacion | Vn | Ave2025Max | | | | Ave2025Med | | | | Ave2025Min | | | | Est2025Max | | | | Est2025Med | | | | Est2025Min | | | |
| | | | 3F | 2F | 1F-G | 2F-G | 3F | 2F | 1F-G | 2F-G | 3F | 2F | 1F-G | 2F-G | 3F | 2F | 1F-G | 2F-G | 3F | 2F | 1F-G | 2F-G | 3F | 2F | 1F-G | 2F-G |
| | | kV | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA | kA |
| AMPO ARMIÑO 220 | CAMPO ARMIÑO | 220,0 | 19,349 | 16,618 | 22,969 | 22,204 | 19,441 | 16,707 | 23,021 | 22,269 | 19,165 | 16,453 | 22,797 | 22,019 | 19,495 | 16,741 | 23,075 | 22,315 | 19,597 | 16,850 | 23,131 | 22,405 | 18,635 | 15,990 | 22,271 | 21,585 |
| HUANZA 220A | HUANZA | 220,0 | 4,794 | 4,142 | 4,421 | 4,691 | 4,797 | 4,131 | 4,411 | 4,678 | 3,950 | 3,422 | 3,937 | 3,976 | 4,819 | 4,164 | 4,432 | 4,713 | 4,826 | 4,172 | 4,442 | 4,722 | 3,969 | 3,439 | 3,949 | 3,995 |
| ORCOTUNA 220A | ORCOTUNA | 220,0 | 3,643 | 3,142 | 3,081 | 3,432 | 3,644 | 3,066 | 2,987 | 3,358 | 3,542 | 3,055 | 3,033 | 3,369 | 3,659 | 3,157 | 3,085 | 3,447 | 3,672 | 3,171 | 3,089 | 3,471 | 3,564 | 3,075 | 3,042 | 3,390 |
| ORCOTUNA 60A | ORCOTUNA | 60,0 | 5,247 | 4,518 | 7,178 | 7,330 | 5,387 | 3,250 | 5,293 | 5,537 | 5,432 | 4,677 | 7,461 | 7,606 | 5,436 | 4,685 | 7,447 | 7,610 | 5,608 | 4,838 | 7,692 | 7,858 | 5,734 | 4,942 | 7,895 | 8,097 |
| HUAYUCACHI 220 | HUAYUCACHI | 231,0 | 4,182 | 3,605 | 3,663 | 3,972 | 4,177 | 3,592 | 3,620 | 3,962 | 4,086 | 3,522 | 3,589 | 3,913 | 4,199 | 3,621 | 3,663 | 3,988 | 4,209 | 3,633 | 3,654 | 4,010 | 4,104 | 3,539 | 3,590 | 3,929 |
| HUAYU60 | HUAYUCACHI | 60,0 | 4,883 | 4,211 | 6,468 | 6,505 | 4,851 | 3,685 | 5,741 | 5,782 | 4,802 | 4,140 | 6,378 | 6,358 | 4,921 | 4,247 | 6,508 | 6,547 | 4,909 | 4,241 | 6,490 | 6,509 | 4,848 | 4,184 | 6,425 | 6,409 |
| HUAYU10 | HUAYUCACHI | 10,0 | 20,024 | 17,252 | 0,000 | 17,252 | 19,916 | 15,553 | 0,000 | 15,553 | 19,786 | 17,039 | 0,000 | 17,039 | 20,140 | 17,359 | 0,000 | 17,359 | 20,117 | 17,351 | 0,000 | 17,351 | 19,906 | 17,153 | 0,000 | 17,153 |
| HUAYU10. | HUAYUCACHI | 10,0 | 17,710 | 15,258 | 0,000 | 15,258 | 17,662 | 13,980 | 0,000 | 13,980 | 17,602 | 15,159 | 0,000 | 15,159 | 17,800 | 15,344 | 0,000 | 15,344 | 17,829 | 15,378 | 0,000 | 15,378 | 17,686 | 15,242 | 0,000 | 15,242 |
| HYOES60 | HUANCAYO ESTE | 60,0 | 3,508 | 3,026 | 3,351 | 3,447 | 3,494 | 2,652 | 3,078 | 3,094 | 3,475 | 2,997 | 3,354 | 3,446 | 3,530 | 3,047 | 3,361 | 3,466 | 3,531 | 3,051 | 3,373 | 3,461 | 3,500 | 3,021 | 3,361 | 3,464 |
| HYOES10A | HUANCAYO ESTE | 10,0 | 5,279 | 4,552 | 5,754 | 5,763 | 5,258 | 4,386 | 5,595 | 5,547 | 5,221 | 4,500 | 5,700 | 5,607 | 5,285 | 4,559 | 5,755 | 5,763 | 5,260 | 4,542 | 5,724 | 5,685 | 5,215 | 4,499 | 5,685 | 5,595 |
| HYOES10B | HUANCAYO ESTE | 10,0 | 3,842 | 3,313 | 4,084 | 4,113 | 3,802 | 3,202 | 3,973 | 3,961 | 3,771 | 3,251 | 4,016 | 3,971 | 3,820 | 3,296 | 4,052 | 4,083 | 3,822 | 3,300 | 4,059 | 4,053 | 3,764 | 3,247 | 4,003 | 3,960 |
| SALE60 | SALESIANO | 60,0 | 4,368 | 3,768 | 5,009 | 4,889 | 4,343 | 3,168 | 4,365 | 4,194 | 4,307 | 3,713 | 4,954 | 4,741 | 4,404 | 3,801 | 5,036 | 4,922 | 4,397 | 3,799 | 5,023 | 4,871 | 4,350 | 3,755 | 4,983 | 4,782 |
| SALE10TR14MVA | SALESIANO | 10,0 | 7,408 | 6,387 | 0,406 | 6,407 | 7,289 | 6,015 | 0,411 | 6,031 | 7,234 | 6,235 | 0,408 | 6,246 | 7,421 | 6,401 | 0,406 | 6,421 | 7,334 | 6,331 | 0,405 | 6,346 | 7,235 | 6,240 | 0,406 | 6,251 |
| SALE10TR9MVA | SALESIANO | 10,0 | 5,416 | 4,670 | 5,778 | 5,824 | 5,323 | 4,428 | 5,540 | 5,518 | 5,290 | 4,560 | 5,677 | 5,605 | 5,424 | 4,679 | 5,780 | 5,829 | 5,353 | 4,622 | 5,713 | 5,705 | 5,285 | 4,559 | 5,663 | 5,595 |
| PQUE60B1 | PARQUE INDUSTRIAL | 60,0 | 4,513 | 3,893 | 5,167 | 5,071 | 4,495 | 3,136 | 4,329 | 4,191 | 4,462 | 3,847 | 5,139 | 4,952 | 4,556 | 3,933 | 5,201 | 5,110 | 4,557 | 3,936 | 5,206 | 5,080 | 4,516 | 3,898 | 5,178 | 5,003 |
| PQUE60B2 | PARQUE INDUSTRIAL | 60,0 | 4,513 | 3,893 | 5,167 | 5,071 | 4,495 | 3,136 | 4,329 | 4,191 | 4,462 | 3,847 | 5,139 | 4,952 | 4,556 | 3,933 | 5,201 | 5,110 | 4,557 | 3,936 | 5,206 | 5,080 | 4,516 | 3,898 | 5,178 | 5,003 |
| PQUE10 | PARQUE INDUSTRIAL | 10,0 | 10,559 | 9,082 | 0,181 | 9,116 | 10,850 | 8,581 | 0,181 | 8,616 | 11,056 | 9,502 | 0,180 | 9,539 | 10,576 | 9,100 | 0,181 | 9,134 | 10,917 | 9,397 | 0,180 | 9,433 | 11,068 | 9,518 | 0,179 | 9,555 |
| PQUE10. | PARQUE INDUSTRIAL | 10,0 | 10,559 | 9,082 | 0,181 | 9,116 | 10,850 | 8,581 | 0,181 | 8,616 | 11,056 | 9,502 | 0,180 | 9,539 | 10,576 | 9,100 | 0,181 | 9,134 | 10,917 | 9,397 | 0,180 | 9,433 | 11,068 | 9,518 | 0,179 | 9,555 |
| PQUE33 | PARQUE INDUSTRIAL | 33,0 | 2,306 | 1,983 | 3,041 | 3,085 | 2,333 | 1,909 | 2,939 | 2,978 | 2,358 | 2,026 | 3,097 | 3,094 | 2,306 | 1,984 | 3,038 | 3,083 | 2,344 | 2,018 | 3,076 | 3,100 | 2,355 | 2,025 | 3,088 | 3,087 |
| CONCE60 | CONCEPCION | 60,0 | 4,185 | 3,608 | 4,539 | 4,395 | 4,261 | 1,998 | 2,333 | 2,417 | 4,289 | 3,697 | 4,634 | 4,537 | 4,286 | 3,700 | 4,617 | 4,490 | 4,382 | 3,787 | 4,697 | 4,601 | 4,449 | 3,841 | 4,758 | 4,683 |
| CONC13 | CONCEPCION | 13,2 | 1,099 | 0,954 | 1,150 | 1,268 | 1,104 | 0,926 | 1,123 | 1,235 | 1,107 | 0,960 | 1,152 | 1,271 | 1,100 | 0,955 | 1,149 | 1,268 | 1,107 | 0,962 | 1,153 | 1,275 | 1,111 | 0,965 | 1,156 | 1,276 |
| CONCE13 | CONCEPCION | 13,2 | 4,341 | 3,734 | 5,339 | 5,240 | 4,378 | 3,318 | 4,773 | 4,726 | 4,460 | 3,834 | 5,465 | 5,290 | 4,350 | 3,746 | 5,341 | 5,241 | 4,404 | 3,794 | 5,395 | 5,268 | 4,444 | 3,826 | 5,443 | 5,276 |
| RUN260 | RUNATULLO II | 60,0 | 2,012 | 1,701 | 2,351 | 2,296 | 2,017 | 1,531 | 2,158 | 2,133 | 2,021 | 1,707 | 2,360 | 2,301 | 2,035 | 1,721 | 2,374 | 2,319 | 2,041 | 1,728 | 2,379 | 2,325 | 2,046 | 1,731 | 2,385 | 2,327 |
| RUNATULLO II 10 | RUNATULLO II | 10,0 | 10,119 | 8,452 | 9,398 | 9,879 | 10,128 | 8,096 | 9,132 | 9,572 | 10,128 | 8,459 | 9,405 | 9,881 | 10,133 | 8,466 | 9,406 | 9,886 | 10,142 | 8,476 | 9,410 | 9,890 | 10,149 | 8,479 | 9,417 | 9,894 |
| RUN360 | RUNATULLO III | 60,0 | 2,107 | 1,780 | 2,453 | 2,384 | 2,112 | 1,587 | 2,230 | 2,198 | 2,116 | 1,788 | 2,464 | 2,390 | 2,135 | 1,806 | 2,482 | 2,414 | 2,142 | 1,814 | 2,489 | 2,420 | 2,147 | 1,817 | 2,495 | 2,423 |
| RUN333 | RUNATULLO III | 33,0 | 1,925 | 1,628 | 2,437 | 2,437 | 1,926 | 1,584 | 2,378 | 2,392 | 1,926 | 1,629 | 2,438 | 2,437 | 1,927 | 1,631 | 2,438 | 2,439 | 1,928 | 1,633 | 2,438 | 2,439 | 1,929 | 1,633 | 2,440 | 2,440 |
| RUNATULLO III 10 | RUNATULLO III | 10,0 | 10,385 | 8,680 | 9,559 | 10,094 | 10,395 | 8,277 | 9,265 | 9,749 | 10,394 | 8,687 | 9,566 | 10,096 | 10,401 | 8,695 | 9,568 | 10,102 | 10,411 | 8,706 | 9,572 | 10,107 | 10,419 | 8,710 | 9,580 | 10,111 |
| XAUX60 | XAUXA | 60,0 | 1,545 | 1,333 | 1,393 | 1,576 | 1,554 | 1,030 | 1,146 | 1,258 | 1,563 | 1,349 | 1,394 | 1,577 | 1,556 | 1,344 | 1,397 | 1,587 | 1,571 | 1,358 | 1,402 | 1,596 | 1,579 | 1,364 | 1,405 | 1,596 |
| XAUX13 | XAUXA | 13,2 | 2,396 | 2,068 | 3,231 | 3,295 | 2,387 | 1,883 | 2,961 | 3,045 | 2,379 | 2,053 | 3,210 | 3,243 | 2,399 | 2,073 | 3,230 | 3,297 | 2,398 | 2,074 | 3,228 | 3,283 | 2,391 | 2,066 | 3,221 | 3,260 |
| CHING13 | INGENIO | 13,2 | 1,323 | 1,138 | 1,570 | 1,668 | 1,336 | 1,118 | 1,547 | 1,643 | 1,346 | 1,157 | 1,594 | 1,690 | 1,316 | 1,132 | 1,559 | 1,659 | 1,333 | 1,147 | 1,577 | 1,677 | 1,345 | 1,157 | 1,591 | 1,689 |
| ING13 | INGENIO | 13,2 | 0,883 | 0,762 | 0,693 | 0,898 | 0,888 | 0,744 | 0,682 | 0,878 | 0,891 | 0,769 | 0,698 | 0,904 | 0,886 | 0,764 | 0,694 | 0,901 | 0,893 | 0,771 | 0,698 | 0,908 | 0,897 | 0,774 | 0,701 | 0,910 |
| ING33 | INGENIO | 33,0 | 0,320 | 0,277 | 0,462 | 0,530 | 0,322 | 0,271 | 0,452 | 0,519 | 0,323 | 0,280 | 0,466 | 0,534 | 0,321 | 0,278 | 0,463 | 0,532 | 0,324 | 0,280 | 0,467 | 0,536 | 0,325 | 0,281 | 0,468 | 0,537 |
| CHUP33 | CHUPACA | 33,0 | 1,885 | 1,621 | 1,936 | 1,951 | 1,902 | 1,584 | 1,913 | 1,900 | 1,925 | 1,654 | 1,974 | 1,951 | 1,879 | 1,616 | 1,929 | 1,944 | 1,905 | 1,640 | 1,950 | 1,951 | 1,916 | 1,647 | 1,961 | 1,941 |
| CHUP13 | CHUPACA | 13,2 | 1,730 | 1,492 | 1,967 | 1,991 | 1,721 | 1,477 | 1,953 | 1,955 | 1,722 | 1,484 | 1,954 | 1,931 | 1,722 | 1,486 | 1,959 | 1,978 | 1,722 | 1,486 | 1,956 | 1,954 | 1,710 | 1,475 | 1,940 | 1,916 |
| CHALAN33 | CHALA NUEVA | 33,0 | 0,949 | 0,816 | 0,756 | 0,930 | 0,960 | 0,823 | 0,765 | 0,934 | 0,979 | 0,842 | 0,776 | 0,951 | 0,942 | 0,811 | 0,750 | 0,923 | 0,957 | 0,824 | 0,759 | 0,935 | 0,968 | 0,833 | 0,767 | 0,941 |
| HUARISCA33 | HUARISCA | 33,0 | 1,504 | 1,294 | 1,641 | 1,699 | 1,522 | 1,288 | 1,640 | 1,685 | 1,549 | 1,331 | 1,682 | 1,724 | 1,494 | 1,286 | 1,630 | 1,688 | 1,519 | 1,308 | 1,650 | 1,704 | 1,534 | 1,320 | 1,665 | 1,709 |
| MACHU33. | MACHU | 33,0 | 0,530 | 0,457 | 0,344 | 0,486 | 0,535 | 0,463 | 0,350 | 0,492 | 0,545 | 0,469 | 0,353 | 0,497 | 0,525 | 0,453 | 0,341 | 0,482 | 0,533 | 0,459 | 0,345 | 0,488 | 0,538 | 0,463 | 0,349 | 0,491 |
| COM33 | COMAS | 33,0 | 0,205 | 0,177 | 0,222 | 0,240 | 0,206 | 0,175 | 0,220 | 0,237 | 0,206 | 0,178 | 0,224 | 0,240 | 0,205 | 0,178 | 0,223 | 0,240 | 0,207 | 0,179 | 0,224 | 0,242 | 0,207 | 0,179 | 0,225 | 0,242 |

Se observa que existe un incremento considerable en algunas barras, las cuales se pueden diferencian en la siguiente tabla con valores en color rojo.

Cuadro 17 Comparación de máximas corrientes de cortocircuito, sin y con proyecto.

| Barra | Icc max Sin Proyecto | Icc max Con Proyecto |
|---|---|---|
| CAMPO ARMIÑO 220A | 23,120 | 23,131 |
| HUANZA 220A | 4,808 | 4,826 |
| ORCOTUNA 220A | 3,578 | 3,672 |
| ORCOTUNA 60A | 5,960 | 8,097 |
| HUAYUCACHI 220 | 4,193 | 4,209 |
| HUAYU60 | 5,941 | 6,547 |
| HUAYU10 | 18,453 | 20,140 |
| HUAYU10. | 16,506 | 17,829 |
| HYOES60 | 3,134 | 3,531 |
| HYOES10A | 5,621 | 5,763 |
| HYOES10B | 4,037 | 4,113 |
| SALE60 | 4,442 | 5,036 |
| SALE10TR14MVA | 7,075 | 7,421 |
| SALE10TR9MVA | 5,670 | 5,829 |
| PQUE60B1 | 4,396 | 5,206 |
| PQUE60B2 | 4,396 | 5,206 |
| PQUE10 | 10,214 | 11,068 |
| PQUE10. | 10,214 | 11,068 |
| PQUE33 | 2,981 | 3,100 |
| CONCE60 | 2,441 | 4,758 |
| CONC13 | 1,242 | 1,276 |
| CONCE13 | 4,846 | 5,465 |
| RUN260 | 2,171 | 2,385 |
| RUNATULLO II 10 | 9,735 | 10,149 |
| RUN360 | 2,248 | 2,495 |
| RUN333 | 2,398 | 2,440 |
| RUNATULLO III 10 | 9,950 | 10,419 |
| XAUX60 | 1,262 | 1,596 |
| XAUX13 | 3,055 | 3,297 |
| CHING13 | 1,661 | 1,690 |
| ING13 | 0,885 | 0,910 |
| ING33 | 0,523 | 0,537 |
| CHUP33 | 1,919 | 1,974 |
| CHUP13 | 1,968 | 1,991 |
| CHALAN33 | 0,965 | 0,979 |
| HUARISCA33 | 1,685 | 1,724 |
| MACHU33. | 0,540 | 0,545 |
| COM33 | 0,238 | 0,242 |




| | CAMPO ARMIÑO 220A | HUANZA 220A | ORCOTUNA 220A | ORCOTUNA 60A | HUAYUCACHI 220 | HUAYU60 | HUAYU10 | HUAYU10. | HYOES60 | HYOES10A | HYOES10B | SALE60 | SALE10TR14MVA | SALE10TR9MVA | PQUE60B1 | PQUE60B2 | PQUE10 | PQUE10. | PQUE33 | CONCE60 | CONC13 | CONCE13 | RUN260 | RUNATULLOII 10 | RUN360 | RUN333 | RUNATULLOIII 10 | XAUX60 | XAUX13 | CHING13 | ING13 | ING33 | CHUP33 | CHUP13 | CHALAN33 | HUARISCA33 | MACHU33. | COM33 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Icc max Sin Proyecto | 23,12 | 4,808 | 3,578 | 5,960 | 4,193 | 5,941 | 18,45 | 16,50 | 3,134 | 5,621 | 4,037 | 4,442 | 7,075 | 5,670 | 4,396 | 4,396 | 10,21 | 10,21 | 2,981 | 2,441 | 1,242 | 4,846 | 2,171 | 9,735 | 2,248 | 2,398 | 9,950 | 1,262 | 3,055 | 1,661 | 0,885 | 0,523 | 1,919 | 1,968 | 0,965 | 1,685 | 0,540 | 0,238 |
| Icc max Con Proyecto | 23,13 | 4,826 | 3,672 | 8,097 | 4,209 | 6,547 | 20,14 | 17,82 | 3,531 | 5,763 | 4,113 | 5,036 | 7,421 | 5,829 | 5,206 | 5,206 | 11,06 | 11,06 | 3,100 | 4,758 | 1,276 | 5,465 | 2,385 | 10,14 | 2,495 | 2,440 | 10,41 | 1,596 | 3,297 | 1,690 | 0,910 | 0,537 | 1,974 | 1,991 | 0,979 | 1,724 | 0,545 | 0,242 |

Gráfica 4 Corriente de cortocircuito en las barras asociadas al proyecto.

Según la figura anterior se puede observar que el nivel de corriente de cortocircuito ha incrementado su valor en la mayoría de las subestaciones del sistema eléctrico Valle Mantaro.

# 8. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD TRANSITORIA

## 8.1 METODOLOGÍA

Las simulaciones de estabilidad transitoria se efectuaron mediante la ayuda del software DIGSILENT PowerFactory 2022 donde se tiene modelado todo el sistema interconectado nacional.

Se debe demostrar que se satisfacen los siguientes indicadores de desempeño:

- El tiempo de simulación será 10 s o el tiempo necesario para observar la extinción total de las oscilaciones.
- En las simulaciones de estabilidad transitoria, los generadores del SEIN no deben perder el sincronismo ante una falla trifásica despejada en 100 ms en la barra del lado de alta tensión del transformador elevador de la unidad y/o en el Punto de Conexión.
- El tiempo de despeje de fallas debe ser 100 ms.
- El tiempo muerto para el recierre debe ser 500 ms. En caso de que el proyecto plantee un valor diferente, tiene que estar sustentado en un estudio de transitorios electromagnéticos. No se permiten excursiones transitorias de la tensión de ± 20 % del valor nominal.
- No se permiten sobretensiones temporarias de más del 10 % de la tensión nominal por más de 2 s. Asimismo, la recuperación de la tensión no debe ser menor al 85 % del valor inicial luego de 3 s.
- Para contingencia en una de las líneas, se permite una sobrecarga de hasta el 20% en las demás líneas del sistema.
- Después de la contingencia en el nuevo punto de equilibrio, de las tensiones en las barras del Sistema de Transmisión deben estar en el rango de 0,90 p.u. a 1,10 p.u.
- No se permiten valores de frecuencia inferiores a 58 Hz ni mayores a 62 Hz durante los eventos transitorios.
- Estado de Restablecimiento: en el régimen posterior a una falla, la frecuencia debe estar comprendida entre 59,50 y 60,50 Hz.

Eventos Simulados:

FALLAS TRIFASICAS

A continuación, se definen los eventos de fallas trifásicas con apertura definitiva de las líneas de transmisión:

- Falla trifásica franca al 1% y 99% de la línea, ejecutada en $\Delta t = 0$ s.
- Apertura definitiva del equipo en falla, ejecutada en $\Delta t = 100$ ms.

FALLAS MONOFASICAS

A continuación, se definen los eventos de fallas monofásicas con recierre exitoso de las líneas de transmisión:

- Falla monofásica franca sobre el 1% y 99% de longitud de la línea, ejecutada en Δt = 0 s.
- Apertura de la fase R de la línea de transmisión ejecutada en Δt = 100 ms.
- Recierre de la fase R de la línea de transmisión ejecutada en Δt = 500 ms.

DESCONEXION DE EQUIPOS

A continuación, se definen los eventos de desconexión de equipos (transformadores y generadores):

- Falla trifásica franca en la barra de alta tensión de conexión del equipo a ser desconectado, ejecutada en Δt = 0 s.
- Apertura definitiva del equipo en falla, ejecutada en Δt = 100 ms.
- Desconexión de transformador o generador, ejecutada en Δt = 100 ms.

## 8.2 CASOS DE CONTINGENCIA SIMULADOS

- C01: Falla en la Línea L-2220 (Huayucachi – Campo Armiño).
- C02: Falla en la Línea L-2221 (Huayucachi – Orcotuna).
- C03: Falla en la Línea L-2116 (Orcotuna – Huanza).
- C04: Desconexión del Transformador SE Huayucachi 50 MVA.
- C05: Desconexión del Transformador SE Concepción 13 MVA.
- C06: Desconexión del Transformador SE Orcotuna 50 MVA.
- C07: Desconexión de la CH Runatullo II.
- C08: Desconexión de la CH Runatullo III.

## 8.3 RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES DE ESTABILIDAD TRANSITORIA

En los resultados gráficos de las simulaciones de estabilidad transitoria mostrados en el Anexo A, se pueden observar la siguiente información:

- Cargabilidad en los equipos de transmisión, tensiones en barras aledañas, frecuencia y ángulos de los generadores en la zona de influencia.

### 8.3.1 FALLAS TRIFÁSICAS Y MONOFÁSICAS EN LÍNEAS Y DESCONEXION DE EQUIPOS

Se muestra en los siguientes cuadros la evaluación del desempeño dinámico de las oscilaciones de tensión, frecuencia y ángulo dentro de la ventana de 10 segundos de simulación.

Cuadro 18 Estabilidad Transitoria ante eventos de falla en línea, sin proyecto (Estiaje 2025 y Avenida 2026).

| Año 2025-2026 Sin Proyecto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Código | Contingencias | Est2025Max | | | | Est2025Med | | | | Est2025Min | | | | Ave2026Max | | | | Ave2026Med | | | | Ave2026Min | | | |
| | | 3Ph_1% | 3Ph_99% | 1Ph_1% | 1Ph_99% | 3Ph_1% | 3Ph_99% | 1Ph_1% | 1Ph_99% | 3Ph_1% | 3Ph_99% | 1Ph_1% | 1Ph_99% | 3Ph_1% | 3Ph_99% | 1Ph_1% | 1Ph_99% | 3Ph_1% | 3Ph_99% | 1Ph_1% | 1Ph_99% | 3Ph_1% | 3Ph_99% | 1Ph_1% | 1Ph_99% |
| C01 | Falla en la Linea L-2220 (Huayucachi – Campo Armiño) | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable |
| C02 | Falla en la Linea L-2221 (Huayucachi – Orcotuna) | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable |
| C03 | Falla en la Linea L-2116 (Orcotuna – Huanza) | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable |

Cuadro 19 Estabilidad Transitoria ante eventos de falla en línea, con proyecto (Estiaje 2025 y Avenida 2026).

| Año 2025-2026 Con Proyecto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Código | Contingencias | Est2025Max | | | | Est2025Med | | | | Est2025Min | | | | Ave2026Max | | | | Ave2026Med | | | | Ave2026Min | | | |
| | | 3Ph_1% | 3Ph_99% | 1Ph_1% | 1Ph_99% | 3Ph_1% | 3Ph_99% | 1Ph_1% | 1Ph_99% | 3Ph_1% | 3Ph_99% | 1Ph_1% | 1Ph_99% | 3Ph_1% | 3Ph_99% | 1Ph_1% | 1Ph_99% | 3Ph_1% | 3Ph_99% | 1Ph_1% | 1Ph_99% | 3Ph_1% | 3Ph_99% | 1Ph_1% | 1Ph_99% |
| C01 | Falla en la Linea L-2220 (Huayucachi – Campo Armiño) | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable |
| C02 | Falla en la Linea L-2221 (Huayucachi – Orcotuna) | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable |
| C03 | Falla en la Linea L-2116 (Orcotuna – Huanza) | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable |

Cuadro 20 Estabilidad Transitoria ante de desconexión de equipos, sin proyecto (Estiaje 2025 y Avenida 2026).

| Año 2025-2026 Sin Proyecto | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Código | Contingencias | Est2025Max | Est2025Med | Est2025Min | Ave2026Max | Ave2026Med | Ave2026Min |
| C04 | Desconexión del Transformador SE Huayucachi 50 MVA | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable |
| C05 | Desconexión del Transformador SE Concepción 13 MVA | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable |
| C06 | Desconexión del Transformador SE Orcotuna 50 MVA | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable |
| C07 | Desconexión de la CH Runatullo II | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable |
| C08 | Desconexión de la CH Runatullo III | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable |

Cuadro 21 Estabilidad Transitoria ante de desconexión de equipos, con proyecto (Estiaje 2025 y Avenida 2026).

| Año 2025-2026 Con Proyecto | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Código | Contingencias | Est2025Max | Est2025Med | Est2025Min | Ave2026Max | Ave2026Med | Ave2026Min |
| C04 | Desconexión del Transformador SE Huayucachi 50 MVA | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable |
| C05 | Desconexión del Transformador SE Concepción 13 MVA | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable |
| C06 | Desconexión del Transformador SE Orcotuna 50 MVA | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable |
| C07 | Desconexión de la CH Runatullo II | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable |
| C08 | Desconexión de la CH Runatullo III | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable |

Para el proyecto se simularon fallas trifásicas y monofásicas con y sin proyecto según las contingencias indicadas en la carta de alcance del COES, siendo una de ellas en la línea Huayucachi - Ocotuna 220 kV, con tiempo de despeje de la falla 100 ms por acción de las protecciones principales de la línea. Se hizo para el año de entrada del proyecto 2025 en estiaje con máxima, media, mínima demanda y 2026 avenida con máxima, media, mínima demanda.

### 8.3.2 TIEMPO CRÍTICO DE DESPEJE DE FALLA

El análisis del Tiempo Crítico de despeje de falla se realiza en las barras de las subestaciones cercanas al proyecto con la finalidad de verificar que las protecciones de los nuevos equipos despejen las fallas antes que el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional sea inestable. Además, los

casos de estudio considerado para el análisis son los escenarios de máxima demanda y mínima demanda del horizonte de análisis establecido.

Además, el valor del tiempo critico se calculó utilizando el lenguaje de programación que ofrece el programa DIgSILENT (DPL), es decir, el script ejecuto fallas en barras desde el valor de 100 ms hasta el valor del tiempo en donde el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) pierde el sincronismo.

A continuación, se muestra en tablas el resumen de la evaluación del tiempo crítico de despeje de falla:

Cuadro 22 Tiempo Critico de despeje de Falla, sin proyecto (Estiaje 2025 y Avenida 2026).

| Año 2025-2026 Sin Proyecto | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BARRAS | Vn [kV] | Δt = Tiempo Critico [ms] | | | | | | Primera máquina que pierde sincronismo |
| | | Est2025Max | Est2025Med | Est2025Min | Ave2026Max | Ave2026Med | Ave2026Min | |
| CONCEPCION | 60 | 698 | 698 | 682 | 147 | 145 | 140 | CH Runatullo |
| ORCOTUNA | 60 | >1 | >1 | >1 | >1 | >1 | >1 | CH Runatullo |
| PARQUE INDUSTRIAL | 60 | >1 | >1 | 945 | 167 | 161 | 156 | CH Runatullo |
| RUNATULLO | 60 | 641 | 634 | 618 | 139 | 136 | 134 | CH Runatullo |
| HUANZA | 220 | 483 | 482 | 683 | 239 | 239 | >1 | CH Huanza |
| HUAYUCACHI | 220 | >1 | >1 | 930 | 187 | 177 | 169 | CH Runatullo |
| ORCOTUNA | 220 | >1 | >1 | 997 | 247 | 236 | 222 | CH Runatullo |

Cuadro 23 Tiempo Critico de despeje de Falla, con proyecto (Estiaje 2025 y Avenida 2026).

| Año 2025-2026 Con Proyecto | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BARRAS | Vn [kV] | Δt = Tiempo Critico [ms] | | | | | | Primera máquina que pierde sincronismo |
| | | Est2025Max | Est2025Med | Est2025Min | Ave2026Max | Ave2026Med | Ave2026Min | |
| CONCEPCION | 60 | 709 | 708 | 702 | 168 | 168 | 167 | CH Runatullo |
| ORCOTUNA | 60 | 769 | 767 | 760 | 174 | 174 | 172 | CH Runatullo |
| PARQUE INDUSTRIAL | 60 | >1 | >1 | >1 | 393 | 407 | 407 | CH Runatullo |
| RUNATULLO | 60 | 624 | 624 | 621 | 159 | 158 | 157 | CH Runatullo |
| HUANZA | 220 | 484 | 483 | 583 | 239 | 239 | 612 | CH Huanza |
| HUAYUCACHI | 220 | >1 | >1 | 619 | 202 | 180 | 197 | CH Runatullo |
| ORCOTUNA | 220 | 927 | 902 | 869 | 194 | 192 | 189 | CH Runatullo |

# 9. COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

## 9.1 METODOLOGÍA

La determinación de ajustes de los relés de protección de la línea L6056, L6057 y la revisión de las protecciones ubicadas en las subestaciones colindantes (SE Concepción, SE Parque Industrial, SE Jauja) se realizó en base a criterios definidos en el documento “Criterios de Ajuste y Coordinación de los Sistemas de Protección del SEIN” y a las recomendaciones consignadas en los manuales de los relés.

El cálculo de los ajustes de las protecciones se realizó en base a los resultados de las simulaciones de flujo de carga y cortocircuito para la máxima corriente de cortocircuito (Avenida máxima demanda 2026).

## 9.2 RESULTADOS DE LA SELECTIVIDAD DE SOBRECORRIENTE

De la determinación de ajustes de los equipos nuevos y de la verificación de ajustes de sobrecorriente se presentan los siguientes cuadros resumen, los ajustes de la protección diferencial y de distancia específicos se encuentra en el documento EO_CONCE-ORCO_ECP 01-24:

Cuadro 24 Ajustes propuestos de los sobrecorriente de fases.

| Relé Modelo | Ubic. Codigo | kV (kV) | TC (A) | TT (kV) | 51 | | | | | 50 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Dir | Sec (A) | Prim (A) | (Curva) | (k) | Sec (A) | Prim (A) | T (s) |
| **SUBESTACION SALESIANO** | | | | | | | | | | | | |
| GE F650 | L-6631 | 60 | 300/5 | 66/0,10 | No | 5.65 | 339 | IEC Curva A | 0.07 | 40 | 2400 | 0.05 |
| GE T60 | 4-TP-009 | 60 | 200/5 | 66/0,10 | No | 3.25 | 130 | IEC Curva A | 0.23 | 37.5 | 1500 | 0.05 |
| | 4-TP-009 | 10 | 700/5 | - | No | 5.6 | 784 | IEC Curva A | 0.13 | - | - | - |
| GE F650 | 4-TP-009 | 60 | 200/5 | 66/0,10 | No | 3.25 | 130 | IEC Curva A | 0.23 | 37.5 | 1500 | 0.05 |
| GE F650 | 4-TP-009 | 10 | 700/5 | 10/0,10 | No | 5.6 | 784 | IEC Curva A | 0.13 | - | - | - |
| GE F650 | A4207 | 10 | 300/5 | 10/0,10 | No | 5.6 | 336 | IEC Curva A | 0.1 | 70 | 4200 | 0.01 |
| GE F650 | A4202 | 10 | 300/5 | 10/0,10 | No | 5.7 | 342 | IEC Curva A | 0.1 | 75 | 4500 | 0.01 |
| GE F650 | A4203 | 10 | 300/5 | 10/0,10 | No | 5.7 | 342 | IEC Curva A | 0.1 | 70 | 4200 | 0.01 |
| GE T60 | 4-TP-008 | 60 | 250/5 | 66/0,10 | No | 3.3 | 165 | IEC Curva B | 0.23 | 40 | 2000 | 0.05 |
| | 4-TP-008 | 10 | 1500/5 | - | No | 3.1 | 930 | IEC Curva B | 0.14 | - | - | - |
| GE F650 | 4-TP-008 | 60 | 250/5 | 66/0,10 | No | 3.3 | 165 | IEC Curva B | 0.23 | 40 | 2000 | 0 |
| GE F650 | 4-TP-008 | 10 | 1500/5 | 10/0,10 | No | 3.1 | 930 | IEC Curva B | 0.14 | - | - | - |
| GE F650 | A4204 | 10 | 400/5 | 10/0,10 | No | 3.95 | 316 | IEC Curva B | 0.2 | 71.5 | 5720 | 0.01 |
| GE F650 | A4205 | 10 | 400/5 | 10/0,10 | No | 3.95 | 316 | IEC Curva B | 0.22 | 71.5 | 5720 | 0.01 |
| GE F650 | A4206 | 10 | 400/5 | 10/0,10 | No | 4.25 | 340 | IEC Curva B | 0.18 | 71.5 | 5720 | 0.01 |
| GE F650 | A4201 | 10 | 400/5 | 10/0,10 | No | 3.5 | 280 | IEC Curva B | 0.25 | 71.5 | 5720 | 0.01 |
| GE F650 | BC | 10 | 200/5 | 10/0,10 | No | 5 | 200 | IEC Curva B | 0.05 | 45 | 1800 | 0 |
| GE F650 | ACOPLE B2 | 10 | 600/5 | 10/0,10 | No | 4.75 | 570 | IEC Curva B | 0.14 | - | - | - |
| GE F650 | ACOPLE B1 | 10 | 400/5 | 10/0,10 | No | 4.5 | 360 | IEC Curva B | 0.15 | 60 | 4800 | 0 |
| **SUBESTACION HUANCAYO ESTE** | | | | | | | | | | | | |
| GE L90 | L-6632 | 60 | 300/1 | 60/0,10 | Forward | 0.5 | 150 | IEC Curva B | 0.2 | 4 | 1200 | 0.15 |
| GE F60 | L-6632 | 60 | 300/1 | 60/0,10 | Forward | 0.5 | 150 | IEC Curva B | 0.2 | 4 | 1200 | 0.15 |
| SEL 487E | 4-TP-060 | 60 | 200/1 | 60/0,10 | No | 1.1 | 220 | C1 | 0.1 | 8 | 1600 | 0.100 |
| | 4-TP-060 | 10 | 1200/1 | 10/0,10 | No | 1 | 1200 | C1 | 0.06 | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SEL 451 | 4-TP-060 | 60 | 200/1 | 60/0,10 | No | 1.1 | 220 | C1 | 0,1 | 8 | 1600 | 0.100 |
| SEL 451 | A4247 | 10 | 400/1 | 10/0,10 | No | 0.85 | 340 | C2 | 0.18 | 8 | 3200 | 0.141 |
| SEL 451 | A4245 | 60 | 400/1 | 10/0,10 | No | 0.85 | 340 | C2 | 0.18 | 8 | 3200 | 0.000 |
| GE T60 | 4-TP-056 | 60 | 200/1 | 60/0,10 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 4-TP-056 | 10 | 1200/1 | 10/0,10 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| GE F650 | 4-TP-056 | 60 | 300/1 | 60/0,10 | No | 0.5 | 150 | IEC Curva A | 0.14 | 6 | 1800 | 0.100 |
| GE F650 | 4-TP-056 | 10 | 1200/1 | 10/0,10 | No | 0.77 | 924 | IEC Curva A | 0.07 | - | - | - |
| GE F650 | A4241 | 10 | 400/1 | 10/0,10 | No | 0.85 | 340 | IEC Curva B | 0.13 | 7.5 | 3000 | 0.010 |
| GE F650 | A4243 | 10 | 400/1 | 10/0,10 | No | 0.85 | 340 | IEC Curva A | 0.06 | 7.5 | 3000 | 0.010 |
| SEL 411L | L6081 | 60 | 600/5 | 60/0,10 | Forward | 3 | 360 | C1 | 0.07 | 10 | 1200 | 0.100 |
| **SUBESTACION HUAYUCACHI** | | | | | | | | | | | | |
| SIEMENS 7SJ612 | T8 | 60 | 300/1 | 60/0,10 | - | 1.2 | 360 | IEC NI | 0.21 | - | - | - |
| SIEMENS 7UT6 | T19-261 | 60 | 1000/1 | 60/0,10 | - | 0.6 | 600 | IEC NI | 0.15 | - | - | - |
| SIEMENS 7SJ622 | L-6631 | 60 | 600/1 | 60/0,10 | Forward | 0.75 | 450 | IEC Normal Inverse | 0.13 | 5 | 3000 | 0.1 |
| SIEMENS 7SJ522 | L-6631 | 60 | 600/1 | 60/0,10 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| GE L90 | L-6632 | 60 | 300/1 | 60/0,10 | Forward | 1.2 | 360 | IEC Curva A | 0.1 | 8.7 | 2610 | 0.2 |
| GE F60 | L-6632 | 60 | 300/1 | 60/0,10 | Forward | 1.2 | 360 | IEC Curva A | 0.1 | 8.7 | 2610 | 0.2 |
| **SUBESTACION PARQUE INDUSTRIAL** | | | | | | | | | | | | |
| GE D60 | L-6070 | 60 | 300/5 | 60/0,10 | Forward | 7 | 420 | IEC Curva A | 0.13 | - | - | - |
| GE D60 | L-6078 | 60 | 500/5 | 60/0,10 | Forward | 4.25 | 425 | IEC Curva A | 0.07 | - | - | - |
| ABB RED670 | L-6078 | 60 | 500/5 | 60/0,10 | Forward | 4.25 | 425 | IEC NI | 0.07 | - | - | - |
| SEL 487E | 4-TP-040 | 60 | 350/5 | 60/0,10 | No | 5.5 | 385 | C2 | 0.1 | 31.45 | 2201.5 | 0.100 |
| | 4-TP-040 | 33 | 200/5 | 33/0,10 | No | 5.65 | 226 | C2 | 0.26 | - | - | - |
| | 4-TP-040 | 10 | 2000/5 | 10/0,10 | No | 5.85 | 2340 | C2 | 0.07 | - | - | - |
| SEL 451 | 4-TP-040 | 60 | 350/5 | 60/0,10 | No | 5.55 | 388.5 | C2 | 0.1 | 31.45 | 2201.5 | 0.100 |
| SEL 451 | 4-TP-040 | 33 | 200/5 | 33/0,10 | No | 5.65 | 226 | C2 | 0.26 | - | - | - |
| SEL 451 | 4-TP-040 | 10 | 2000/5 | 10/0,10 | No | 5.85 | 2340 | C2 | 0.07 | - | - | - |
| JINKWANG | 4RC-033-002 | 33 | 1000/1 | - | No | 0.226 | 226 | IEC VI | 0.18 | 1.5 | 1500 | 0.180 |
| GE F650 | A4211 | 10 | 400/5 | 10/0,10 | No | 3.5 | 280 | IEC Curva B | 0.2 | 75 | 6000 | 0.010 |
| GE F650 | A4212 | 10 | 400/5 | 10/0,10 | No | 3.5 | 280 | IEC Curva B | 0.3 | 75 | 6000 | 0.010 |
| GE F650 | A4213 | 10 | 400/5 | 10/0,10 | No | 3.5 | 280 | IEC Curva B | 0.4 | 75 | 6000 | 0.010 |
| GE F650 | A4216 | 10 | 400/5 | 10/0,10 | No | 4.5 | 360 | IEC Curva B | 0.22 | 75 | 6000 | 0.010 |
| SEL 411L | L6081 | 60 | 600/5 | 60/0,10 | Forward | 3.2 | 384 | C2 | 0.1 | 18.4 | 2208 | 0.100 |
| **SUBESTACION CONCEPCIÓN** | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HITACHI RED670 | L-6078 | 60 | 500/5 | 60/0,10 | Forward | 4 | 400 | IEC NI | 0.1 | - | - | - |
| HITACHI RED670 | L-6078 | 60 | 500/5 | 60/0,10 | Forward | 4 | 400 | IEC NI | 0.1 | - | - | - |
| ABB RED670 | L-6072 | 60 | 250/5 | 60/0,10 | Forward | 2.6 | 130 | IEC Very Inv. | 0.19 | - | - | - |
| ABB REF630 | L-6072 | 60 | 250/5 | 60/0,10 | Forward | 2.6 | 130 | IEC Very Inv. | 0.19 | - | - | - |
| ABB RED670 | L-6073 | 60 | 500/1 | 60/0,10 | Forward | 0.8 | 80 | IEC NI | 0.05 | 12 | 1500 | 0.100 |
| GE F650 | 4-TP-016 | 60 | 100/5 | 60/0,10 | No | 4.75 | 95 | IEC Curva C | 0.3 | 55 | 1100 | 0 |
| GE F650 | 4-TP-016 | 13.2 | 600/5 | 13.2/0,10 | No | 3.3 | 396 | IEC Curva C | 0.26 | - | - | - |
| GE F650 | A4501 | 13.2 | 600/5 | 13.2/0,10 | No | 0.5 | 60 | IEC Curva B | 0.1 | 12.5 | 1500 | 0.200 |
| GE F650 | A4502 | 13.2 | 600/5 | 13.2/0,10 | No | 1.67 | 200.4 | IEC Curva C | 0.44 | - | - | - |
| GE F650 | A4503 | 13.2 | 600/5 | 13.2/0,10 | No | 2 | 240 | IEC Curva B | 0.15 | 12 | 1440 | 0.050 |
| GE F650 | A4504 | 13.2 | 200/5 | 13.2/0,10 | No | 5 | 200 | IEC Curva C | 0.45 | - | - | - |
| **SUBESTACION XAUXA** | | | | | | | | | | | | |
| GE T60 | 4-TP-010 | 60 | 100/5 | 60/0,10 | No | 5 | 100 | IEC Curva B | 0.16 | 40 | 800 | 0.050 |
| | 4-TP-010 | 13.2 | 400/5 | 13.9/0,10 | No | 3.75 | 300 | IEC Curva B | 0.15 | - | - | - |
| ABB REF630 | 4-TP-010 | 60 | 100/5 | 60/0,10 | No | 5 | 100 | IEC Very Inv. | 0.16 | 40 | 800 | 0.050 |
| ABB REF630 | 4-TP-010 | 13.2 | 400/5 | 13.9/0,10 | No | 3.75 | 300 | IEC Very Inv. | 0.15 | - | - | - |
| ABB REF630 | A4601 | 13.2 | 400/5 | 13.9/0,10 | No | 1.6 | 128 | IEC VI | 0.15 | 22.5 | 1800 | 0.050 |
| ABB REF630 | A4602 | 13.2 | 150/5 | 13.9/0,10 | No | 4.25 | 127.5 | IEC EI | 0.15 | 60 | 1800 | 0.050 |
| ABB REF630 | A4603 | 13.2 | 150/5 | 13.9/0,10 | No | 4.25 | 127.5 | IEC VI | 0.15 | 60 | 1800 | 0.050 |
| ABB REF630 | A4604 | 13.2 | 200/5 | 13.9/0,10 | No | 3.2 | 128 | IEC VI | 0.1 | 45 | 1800 | 0.030 |
| ABB REF630 | A4605 | 13.2 | 200/5 | 13.9/0,10 | No | 3.2 | 128 | IEC VI | 0.15 | 45 | 1800 | 0.030 |
| **SUBESTACION RUNATULLO III** | | | | | | | | | | | | |
| ABB RED670 | L-6073 | 60 | 500/1 | 60/0,10 | Forward | 1 | 500 | IEC NI | 0,08 | 1.8 | 900 | 0.250 |
| ABB RET670 | TRX-RUNA3 | 60 | 300/1 | 60/0,10 | No | 1.04 | 312 | IEC NI | 0.06 | 3.33 | 999 | 0.100 |
| **SUBESTACION RUNATULLO II** | | | | | | | | | | | | |
| ABB RED670 | L-6074 | 60 | 300/1 | 60/0,10 | No | 1.04 | 312 | IEC NI | 0.06 | - | - | - |
| **SUBESTACION ORCOTUNA** | | | | | | | | | | | | |
| ABB RET670 ABB REC670 | T107-261 | 60 | 1600/5 | 60/0,10 | Forward | 1.95 | 624 | IEC NI | 0.14 | - | - | - |
| ABB RED670 | L6056 | 60 | 400/5 | 60/0,10 | Forward | 3.75 | 300 | IEC NI | 0.1 | 52.5 | 4200 | 0.150 |
| ABB RED670 | L6057 | 60 | 400/5 | 60/0,10 | Forward | 6 | 480 | IEC NI | 0.13 | 30.75 | 2460 | 0.150 |

En los siguientes cuadros se muestran los ajustes propuestos de sobrecorriente de tierra:

Cuadro 25 Ajustes propuestos de sobrecorriente de tierra

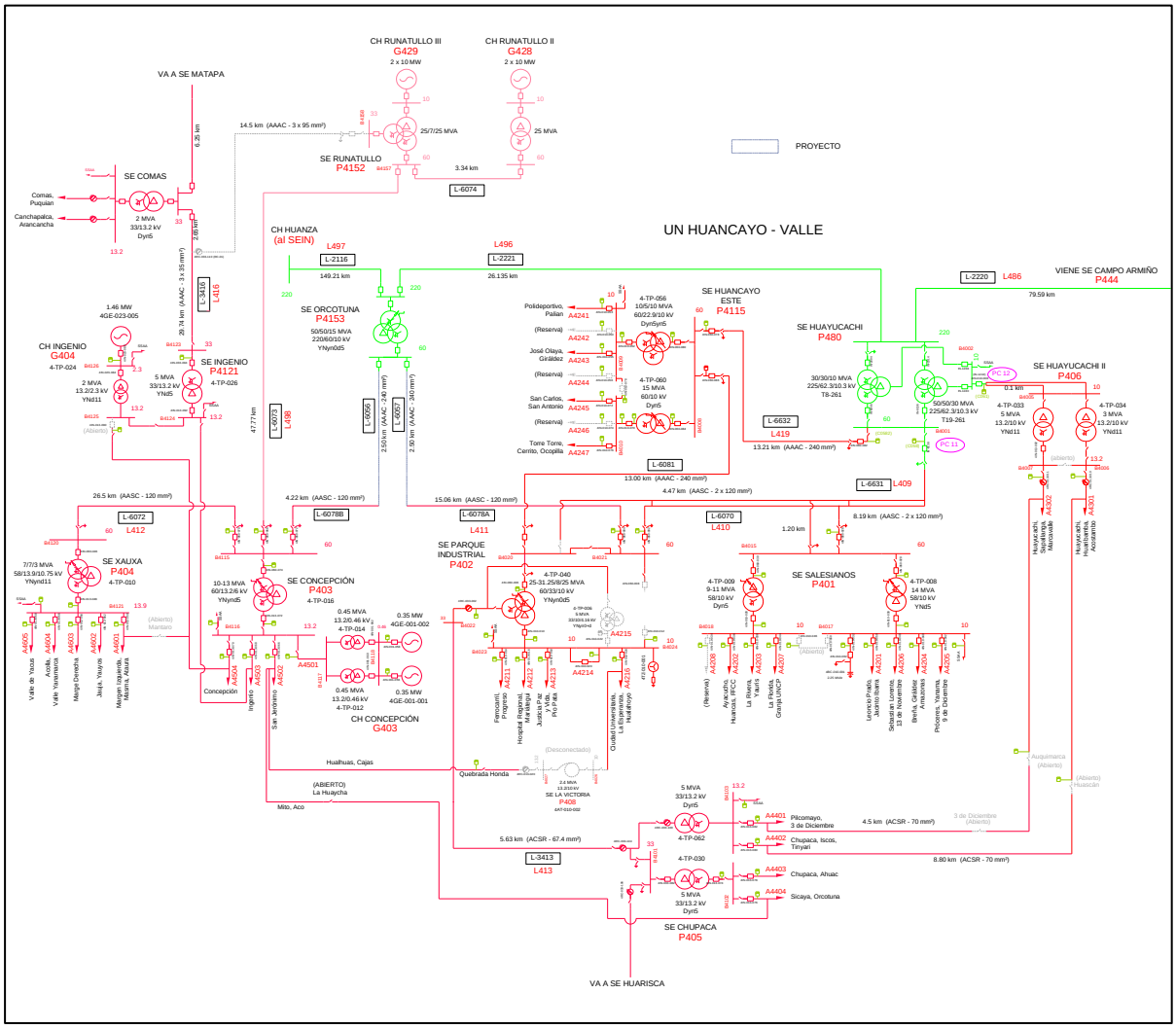
| Relé Modelo | Ubic. Codigo | kV (kV) | TC (A) | TT (kV) | 51N | | | | | 50N_1 | | | 50N_2 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Dir | Sec (A) | Prim (A) | (Curva) | (k) | Sec (A) | Prim (A) | T (s) | Sec (A) | Prim (A) | T (s) |
| **SUBESTACIÓN SALESIANO** | | | | | | | | | | | | | | | |
| GE F650 | L-6631 | 60 | 300/5 | 66/0,10 | No | 2 | 120 | IEC Curva A | 0.08 | 30 | 1800 | 0.05 | - | - | - |
| GE T60 | 4-TP-009 | 60 | 200/5 | 66/0,10 | No | 0.5 | 20 | IEC Curva A | 0.26 | 37.5 | 1500 | 0.05 | - | - | - |
| | 4-TP-009 | 10 | 700/5 | - | No | 0.5 | 70 | IEC Curva A | 0.2 | 12.85 | 1799 | 0.12 | - | - | - |
| GE F650 | 4-TP-009 | 60 | 200/5 | 66/0,10 | No | 1.75 | 70 | IEC Curva A | 0.26 | 37.5 | 1500 | 0.05 | - | - | - |
| GE F650 | 4-TP-009 | 10 | 700/5 | 10/0,10 | No | 1.75 | 245 | IEC Curva A | 0.21 | - | - | - | - | - | - |
| GE F650 | A4207 | 10 | 300/5 | 10/0,10 | No | 1.5 | 90 | IEC Curva A | 0.12 | 70 | 4200 | 0.01 | - | - | - |
| GE F650 | A4202 | 10 | 300/5 | 10/0,10 | No | 1.5 | 90 | IEC Curva A | 0.12 | 70 | 4200 | 0.01 | - | - | - |
| GE F650 | A4203 | 10 | 300/5 | 10/0,10 | No | 1.5 | 90 | IEC Curva A | 0.12 | 70 | 4200 | 0.01 | - | - | - |
| GE T60 | 4-TP-008 | 60 | 250/5 | 66/0,10 | Forward | 1.3 | 65 | IEC Curva B | 0.2 | 32 | 1600 | 0.05 | - | - | - |
| | 4-TP-008 | 10 | 1500/5 | - | No | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| GE F650 | 4-TP-008 | 60 | 250/5 | 66/0,10 | Forward | 1.3 | 65 | IEC Curva B | 0.2 | 32 | 1600 | 0 | - | - | - |
| GE F650 | 4-TP-008 | 10 | 1500/5 | 10/0,10 | No | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| GE F650 | A4204 | 10 | 400/5 | 10/0,10 | No | 0.15 | 12 | TD | 0.3 | 3.75 | 300 | 0.25 | - | - | - |
| GE F650 | A4205 | 10 | 400/5 | 10/0,10 | No | 0.15 | 12 | TD | 0.35 | 3.75 | 300 | 0.31 | - | - | - |
| GE F650 | A4206 | 10 | 400/5 | 10/0,10 | Forward | 0.15 | 12 | TD | 0.3 | 3.75 | 300 | 0.25 | - | - | - |
| GE F650 | A4201 | 10 | 400/5 | 10/0,10 | No | 0.15 | 12 | TD | 0.3 | 3.75 | 300 | 0.25 | - | - | - |
| GE F650 | BC | 10 | 200/5 | 10/0,10 | No | 0.3 | 12 | TD | 0.5 | 9 | 360 | 0.35 | - | - | - |
| GE F650 | ACOPLE B2 | 10 | 600/5 | 10/0,10 | No | 1.5 | 120 | IEC Curva A | 0.15 | - | - | - | - | - | - |
| GE F650 | ACOPLE B1 | 10 | 400/5 | 10/0,10 | Forward | 0.07 | 5.6 | TD | 0.2 | 0.38 | 30.4 | 0 | - | - | - |

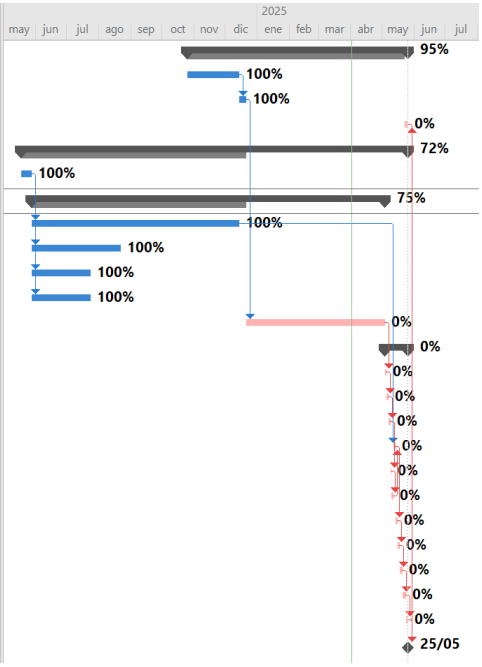
| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **SUBESTACIÓN HUANCAYO ESTE** | | | | | | | | | | | | | | | |
| GE L90 | L-6632 | 60 | 300/1 | 60/0,10 | Forward | 0.14 | 42 | IEC Curva A | 0.15 | 1.5 | 450 | 0.02 | - | - | - |
| GE F60 | L-6632 | 60 | 300/1 | 60/0,10 | Forward | 0.14 | 42 | IEC Curva A | 0.15 | 1.5 | 450 | 0.02 | - | - | - |
| SEL 487E | 4-TP-060 | 60 | 200/1 | 60/0,10 | No | 0.21 | 42 | C1 | 0.18 | 3 | 600 | 0.100 | - | - | - |
| | 4-TP-060 | 10 | 1200/1 | 10/0,10 | No | 0.14 | 168 | C1 | 0.18 | 0.05 | 60 | 1.394 | - | - | - |
| SEL 451 | 4-TP-060 | 60 | 200/1 | 60/0,10 | No | 0.21 | 42 | C1 | 0.18 | 3 | 600 | 0.100 | - | - | - |
| SEL 451 | A4247 | 10 | 400/1 | 10/0,10 | No | 0.3 | 120 | C1 | 0.12 | 5 | 2000 | 0.166 | 0.05 | 20 | 0.996 |
| SEL 451 | A4245 | 60 | 400/1 | 10/0,10 | No | 0.3 | 120 | C1 | 0.13 | 5 | 2000 | 0.000 | 0.05 | 20 | 0.996 |
| GE T60 | 4-TP-056 | 60 | 200/1 | 60/0,10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 4-TP-056 | 10 | 1200/1 | 10/0,10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| GE F650 | 4-TP-056 | 60 | 300/1 | 60/0,10 | No | 0.14 | 42 | TD | 0.1 | 1.3 | 390 | 0.010 | - | - | - |
| GE F650 | 4-TP-056 | 10 | 1200/1 | 10/0,10 | No | 0.14 | 168 | IEC Curva A | 0.18 | 0.05 | 60 | 1.200 | - | - | - |
| GE F650 | A4241 | 10 | 400/1 | 10/0,10 | No | 0.35 | 140 | IEC Curva A | 0.13 | 5 | 2000 | 0.050 | 0.03 | 12 | 0.900 |
| GE F650 | A4243 | 10 | 400/1 | 10/0,10 | No | 0.3 | 120 | IEC Curva A | 0.09 | 5 | 2000 | 0.050 | 0.03 | 12 | 0.900 |
| SEL 411L | L6081 | 60 | 600/5 | 60/0,10 | Forward | 0.5 | 60 | C1 | 0.14 | 7 | 840 | 0.100 | - | - | - |
| **SUBESTACIÓN HUAYUCACHI** | | | | | | | | | | | | | | | |
| SIEMENS 7SJ612 | T8 | 60 | 300/1 | 60/0,10 | - | 0.37 | 111 | IEC NI | 0.3 | - | - | - | - | - | - |
| SIEMENS 7UT6 | T19-261 | 60 | 1000/1 | 60/0,10 | - | 0.18 | 180 | IEC NI | 0.25 | - | - | - | - | - | - |
| SIEMENS 7SJ622 | L-6631 | 60 | 600/1 | 60/0,10 | Forward | 0.12 | 72 | IEC Normal Inverse | 0.2 | 5 | 3000 | 0.1 | - | - | - |
| SIEMENS 7SJ522 | L-6631 | 60 | 600/1 | 60/0,10 | Forward | 0.12 | 72 | IEC Normal Inverse | 0.2 | - | - | - | - | - | - |
| GE L90 | L-6632 | 60 | 300/1 | 60/0,10 | Forward | 0.14 | 42 | IEC Curva A | 0.28 | 3 | 900 | 0.3 | - | - | - |
| GE F60 | L-6632 | 60 | 300/1 | 60/0,10 | Forward | 0.14 | 42 | IEC Curva A | 0.28 | 3 | 900 | 0.3 | - | - | - |
| **SUBESTACIÓN PARQUE INDUSTRIAL** | | | | | | | | | | | | | | | |
| GE D60 | L-6070 | 60 | 300/5 | 60/0,10 | Forward | 1 | 60 | IEC Curva A | 0.17 | 9 | 540 | 0.25 | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GE D60 | L-6078 | 60 | 500/5 | 60/0,10 | Forward | 0.6 | 60 | IEC Curva A | 0.25 | 15 | 1500 | 0.25 | - | - | - |
| ABB RED670 | L-6078 | 60 | 500/5 | 60/0,10 | Forward | 0.6 | 60 | IEC NI | 0.25 | 15 | 1500 | 0.2 | - | - | - |
| SEL 487E | 4-TP-040 | 60 | 350/5 | 60/0,10 | No | 1.7 | 119 | C1 | 0.17 | 35.75 | 2502.5 | 0.100 | - | - | - |
| | 4-TP-040 | 33 | 200/5 | 33/0,10 | No | 1.75 | 70 | C2 | 0.78 | - | - | - | - | - | - |
| | 4-TP-040 | 10 | 2000/5 | 10/0,10 | No | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| SEL 451 | 4-TP-040 | 60 | 350/5 | 60/0,10 | No | 1.7 | 119 | C1 | 0.17 | 35.75 | 2502.5 | 0.100 | - | - | - |
| SEL 451 | 4-TP-040 | 33 | 200/5 | 33/0,10 | No | 1.75 | 70 | C2 | 0.78 | - | - | - | - | - | - |
| SEL 451 | 4-TP-040 | 10 | 2000/5 | 10/0,10 | No | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| JINKWANG | 4RC-033-002 | 33 | 1000/1 | - | No | 0.07 | 70 | IEC VI | 0.55 | 1.45 | 1450 | 0.180 | 0.02 | 20 | 8.500 |
| GE F650 | A4211 | 10 | 400/5 | 10/0,10 | No | 0.15 | 12 | TD | 0.4 | 2.5 | 200 | 0.350 | - | - | - |
| GE F650 | A4212 | 10 | 400/5 | 10/0,10 | No | 0.15 | 12 | TD | 0.3 | 2.5 | 200 | 0.250 | - | - | - |
| GE F650 | A4213 | 10 | 400/5 | 10/0,10 | No | 0.15 | 12 | TD | 0.4 | 2.5 | 200 | 0.350 | - | - | - |
| GE F650 | A4216 | 10 | 400/5 | 10/0,10 | No | 0.1 | 8 | TD | 0.5 | 1.6 | 128 | 0.470 | - | - | - |
| SEL 411L | L6081 | 60 | 600/5 | 60/0,10 | Forward | 0.5 | 60 | C1 | 0.17 | 4.5 | 540 | 0.250 | - | - | - |
| **SUBESTACIÓN CONCEPCIÓN** | | | | | | | | | | | | | | | |
| ABB RED670 | L-6078 | 60 | 500/5 | 60/0,10 | Forward | 0.6 | 60 | IEC Norm. Inv. | 0.2 | 8 | 800 | 0.25 | - | - | - |
| ABB REF630 | L-6078 | 60 | 500/5 | 60/0,10 | Forward | 0.6 | 60 | IEC Norm. Inv. | 0.2 | 8 | 800 | 0.25 | - | - | - |
| ABB RED670 | L-6072 | 60 | 250/5 | 60/0,10 | Forward | 1 | 50 | IEC Norm. Inv. | 0.15 | 17.5 | 875 | 0.25 | - | - | - |
| ABB REF630 | L-6072 | 60 | 250/5 | 60/0,10 | Forward | 1 | 50 | IEC Norm. Inv. | 0.15 | 17.5 | 875 | 0.3 | - | - | - |
| ABB RED670 | L-6073 | 60 | 500/5 | 60/0,10 | Forward | 0.6 | 60 | IEC NI | 0.15 | 7 | 700 | 0.25 | - | - | - |
| GE F650 | 4-TP-016 | 60 | 100/5 | 60/0,10 | No | 2.67 | 53.4 | IEC Curva A | 0.17 | 110 | 2200 | 0 | | | |
| GE F650 | 4-TP-016 | 13.2 | 600/5 | 13,2/0,10 | No | 2.1 | 252 | IEC Curva A | 0.14 | - | - | - | - | - | - |
| GE F650 | A4501 | 13.2 | 600/5 | 13,2/0,10 | No | 0.15 | 18 | IEC Curva B | 0.3 | 8.35 | 1002 | 0.020 | - | - | - |
| GE F650 | A4502 | 13.2 | 600/5 | 13,2/0,10 | No | 1 | 120 | IEEE Muy Inversa | 0.5 | 18 | 2160 | 0.180 | - | - | - |
| GE F650 | A4503 | 13.2 | 600/5 | 13,2/0,10 | No | 1 | 120 | IEC Curva A | 0.1 | 4.5 | 540 | 0.050 | 0.2 | 24 | 2.000 |
| GE F650 | A4504 | 13.2 | 200/5 | 13,2/0,10 | No | 3 | 120 | IEEE Muy | 0.5 | 54 | 2160 | 0.200 | 1.2 | 8 | 7.000 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | Inversa | | | | | | | |
| **SUBESTACIÓN XAUXA** | | | | | | | | | | | | | | | |
| GE T60 | 4-TP-010 | 60 | 100/5 | 60/0,10 | No | 2 | 40 | IEC Curva A | 0.12 | 9 | 180 | 0.18 | - | - | - |
| | 4-TP-010 | 13.2 | 400/5 | 13,9/0,10 | No | 2 | 160 | IEC Curva A | 0.12 | 40 | 3200 | 0.050 | - | - | - |
| ABB REF630 | 4-TP-010 | 60 | 100/5 | 60/0,10 | No | 2 | 40 | IEC Norm. Inv. | 0.1 | 9 | 180 | 0.18 | - | - | - |
| ABB REF630 | 4-TP-010 | 13.2 | 400/5 | 13,9/0,10 | No | 2 | 160 | IEC Norm. Inv. | 0.1 | 40 | 3200 | 0.050 | - | - | - |
| ABB REF630 | A4601 | 13.2 | 400/5 | 13,9/0,10 | No | 0.25 | 20 | IEC VI | 0.5 | 12.5 | 1000 | 0.020 | - | - | - |
| ABB REF630 | A4602 | 13.2 | 150/5 | 13,9/0,10 | No | 1.7 | 51 | IEC VI | 0.3 | 35 | 1050 | 0.170 | 55 | 1650 | 0.020 |
| ABB REF630 | A4603 | 13.2 | 150/5 | 13,9/0,10 | No | 1 | 30 | IEC VI | 0.45 | 25 | 750 | 0.180 | 37.5 | 1125 | 0.020 |
| ABB REF630 | A4604 | 13.2 | 200/5 | 13,9/0,10 | No | 1 | 40 | IEC VI | 0.25 | 25 | 1000 | 0.020 | - | - | - |
| ABB REF630 | A4605 | 13.2 | 200/5 | 13,9/0,10 | No | 1.75 | 70 | IEC VI | 0.25 | 37.5 | 1500 | 0.020 | - | - | - |
| **SUBESTACIÓN RUNATULLO III** | | | | | | | | | | | | | | | |
| ABB RED670 | L-6073 | 60 | 500/1 | 60/0,10 | Forward | 0.12 | 60 | IEC NI | 0.23 | 1.6 | 800 | 0.250 | - | - | - |
| ABB RET670 | TRX-RUNA3 | 60 | 300/1 | 60/0,10 | No | 0.24 | 72 | IEC NI | 0.25 | - | - | - | - | - | - |
| **SUBESTACIÓN RUNATULLO II** | | | | | | | | | | | | | | | |
| ABB RED670 | L-6074 | 60 | 300/1 | 60/0,10 | Forward | 0.24 | 72 | IEC NI | 0.21 | - | . | - | - | - | - |
| **SUBESTACIÓN ORCOTUNA** | | | | | | | | | | | | | | | |
| ABB RET670 ABB REC670 | T107-261 | 60 | 1600/5 | 60/0,10 | No | 0.6014 | 192.448 | IEC NI | 0.3 | - | - | - | - | - | - |
| ABB RED670 | L6056 | 60 | 400/5 | 60/0,10 | Forward | 0.75 | 60 | IEC NI | 0.2 | - | - | - | - | - | - |
| ABB RED670 | L6057 | 60 | 400/5 | 60/0,10 | Forward | 0.75 | 60 | IEC NI | 0.26 | 23.75 | 1900 | 0.250 | - | - | - |

# 10. DIAGRAMA UNIFILAR DEL PROYECTO



# 11. CRONOGRAMA DEL PROYECTO

| Nombre de tarea | Duraci | Comienzo | Fin |
|---|---|---|---|
| **II. Tendido de Fibra optica ADSS P83-P92.16** | **213 días** | **vie 25/10/24** | **dom 25/05/25** |
| Mejoramiento de tramo P83-P92.16 | 50 días | vie 25/10/24 | vie 13/12/24 |
| Tendido de fibra optica ADSS | 7 días | sáb 14/12/24 | vie 20/12/24 |
| Pruebas y puesta en servicio | 3 días | vie 23/05/25 | dom 25/05/25 |
| **III. Telecomunicaciones** | **373 días** | **sáb 18/05/24** | **dom 25/05/25** |
| 1. Ingeniería del Sistema de Automatización y Telecomunicacione | 10 días | sáb 18/05/24 | lun 27/05/24 |
| **2 Suministros** | **341 días** | **mar 28/05/24** | **sáb 3/05/25** |
| 2.1 Suministro de TCPM para SET Concepción | 200 días | mar 28/05/24 | vie 13/12/24 |
| 2.2 Suministro de caja de empalme, SET Orcotuna - SET Concep | 86 días | mar 28/05/24 | mié 21/08/24 |
| 2.3 Suministro de cable de control SET Concepción | 57 días | mar 28/05/24 | mar 23/07/24 |
| 2.4 Suministro de fibra optica y accesorios para el sistema de te | 57 días | mar 28/05/24 | mar 23/07/24 |
| **Suspensión de plazo** | **134 días** | **sáb 21/12/24** | **sáb 3/05/25** |
| **3. Montaje Electromecanico** | **22 días** | **dom 4/05/25** | **dom 25/05/25** |
| 3.1 Montaje de caja de empalme en SET Concepción | 1 día | dom 4/05/25 | dom 4/05/25 |
| 3.2 Montaje de cable de control en SET Concepción | 2 días | lun 5/05/25 | mar 6/05/25 |
| 3.3 Montaje fibra optica ADSS y accesorios en SET Concepción | 2 días | mié 7/05/25 | jue 8/05/25 |
| 3.4 Montaje de tablero de control, proteccion y medicion en SE | 2 días | lun 12/05/25 | mar 13/05/25 |
| 3.5 Montaje de caja de empalme en SET Orcotuna | 1 día | vie 9/05/25 | vie 9/05/25 |
| 3.6 Montaje fibra optica ADSS y accesorios en SET Orcotuna | 2 días | sáb 10/05/25 | dom 11/05/25 |
| 3.7 Integración de señales al RTU de ELECTROCENTRO | 2 días | mié 14/05/25 | jue 15/05/25 |
| 3.8 Integración de señales al Sistema SCADA de ELECTROCENTR | 2 días | vie 16/05/25 | sáb 17/05/25 |
| 3.9 Integración de señales al Sistema SCADA de TRANSMANTAR | 3 días | dom 18/05/25 | mar 20/05/25 |
| 3.10 Pruebas en blanco en sistema de comunicaciones entre SE | 3 días | mié 21/05/25 | vie 23/05/25 |
| 3.11 Puesta en servicio sistema de comunicaciones entre SET O | 2 días | sáb 24/05/25 | dom 25/05/25 |
| **FIN DE OBRA** | **0 días** | **dom 25/05/25** | **dom 25/05/25** |