Preparado para:

EO-RM-ANTAPATA-01-2024

Estudio de Operatividad

Conexión de la Etapa A del Proyecto Línea de Transmisión en 138kV Antapata – Corani

Resumen Ejecutivo

Preparado por:
Luis Flores

Aprobado por:
Miguel Rashta

Revisión:
REV-01

31 de Marzo del 2025

INDICE

1. ANTECEDENTES 3
2. OBJETIVO 3
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 3
4. UBICACIÓN 4
5. PUNTO DE CONEXIÓN 6
6. CARACTERISTICAS AMBIENTALES 6
7. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS GENERALES 7
8. AÑO DE CONEXIÓN 8
9. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES 8
9.1 Subestación Antapata 8
9.2 Subestación San Gabán II 10
9.3 Subestación Azángaro 10
9.4 Línea de Transmisión 10
9.5 Sistemas de Protección 13
9.6 Sistemas de Comunicación 18
9.7 Sistemas de Automatización y Control 21
10. CONCLUSIONES DE LOS ESTUDIOS ELÉCTRICOS 22
10.1 Resultados de la verificación de tensiones de operación 22
10.2 Resultados de flujo de potencia en operación normal 23
10.3 Resultados de flujo de potencia en contingencias 23
10.4 Resultados de cortocircuito 24
10.5 Resultados de Estabilidad Transitoria 24
10.6 Resultados del Procedimiento de maniobras 25
11. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE LA PROTECCIÓN 25
12. RESULTADOS DE LA VERIFICACIÓN DEL ESQUEMA ESPECIAL DE PROTECCIÓN DE LAS CH EL ANGEL I, II Y III 26
13. IMPACTOS NEGATIVOS DE LAS NUEVAS INSTALACIONES SOBRE LA OPERACIÓN DEL SEIN Y LAS MEDIDAS ADOPTADAS PARA CORREGIRLOS. 27
14. DIAGRAMA UNIFILAR DE LAS NUEVAS INSTALACIONES. 28
15. CRONOGRAMA LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138KV ANTAPATA – CORANI ETAPA A 30

1. ANTECEDENTES

- El COES mediante carta N° COES/D/DP-487-2024, de fecha 23 de mayo de 2024, dio su conformidad al Estudio de Pre-Operatividad (EPO) del proyecto "Línea de Transmisión en 138 kV Antapata – Corani", considerando como año de ingreso: 2024 (Etapa A) y 2025 (Etapa B).
- El COES, a través de la carta COES/D/DP-541-2024, de fecha 10 de junio del 2024, proporcionó los alcances para el Estudio de Operatividad del proyecto "Línea de Transmisión en 138 kV Antapata – Corani **Etapa A**".
- El COES, a través de la carta COES/D/DP-631-2024, de fecha 2 de julio del 2024, proporcionó la aclaración sobre los alcances para el Estudio de Operatividad para la conexión al SEIN de la **Etapa A** del proyecto "Línea de Transmisión en 138 kV Antapata – Corani".

2. OBJETIVO

Obtener la aprobación del "Estudio de Operatividad" para la conexión del proyecto "Línea de Transmisión 138kV Antapata – Corani" en su **Etapa A**, el cual consiste en lo siguiente:

Etapa A:

✓ Seccionamiento de la línea L-1010 para la conexión de la S.E. Antapata 138/22.9kV.
✓ Suministro eléctrico a las poblaciones de Macusani y Corani
✓ Suministro eléctrico para la etapa constructiva de la unidad minera Corani.

Para efectos del presente estudio, se considera:

✓ SE Antapata y SE Corani como nuevas.
✓ SE San Gabán II, SE El Angel y SE Azángaro como existentes.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto "Línea de Transmisión 138kV Antapata-Corani", se implementará en dos etapas:

- **Etapa A:** Comprende el seccionamiento de la línea L-1010 (LT 138kV San Gabán – Azángaro) y construcción de la subestación Antapata 138/22.9 kV conformado por dos (2) celdas de línea en 138kV y una (1) celda de transformación en 138/22.9kV, para suministro eléctrico a las poblaciones de Macusani y Corani se instalarán dos (2) celdas

de alimentador en 22.9 kV y se utilizarán sus redes de media tensión existentes. Además, proporcionará el suministro eléctrico para la etapa constructiva de la unidad minera Corani, la misma que será atendida desde el alimentador en 22.9kV que sale de la subestación Antapata y alimenta a la carga rural de Corani.

- La demanda total estimada en la subestación Antapata es 4.7 MW, de los cuales 2.5 MW corresponde a la etapa constructiva de la unidad minera Corani.
- El año de ingreso previsto para esta etapa es junio 2025.

- **Etapa B**: Comprende el seccionamiento de la línea L-1051 (LT 138 kV El Ángel – San Rafael) para conexión con la S.E. Antapata 138kV, ampliación de la S.E. Antapata mediante tres (3) celdas de línea en 138kV, construcción de la LT 138kV Antapata – Corani de aproximadamente 29.5 km, construcción de la SE Corani 138/13.8kV, para el suministro eléctrico a la unidad minera Corani.
  - Demanda proyectada de Unidad Minera Corani es de 48.2MW.
  - El año de ingreso de esta etapa está prevista para 2026.

4. UBICACIÓN

SUBESTACIÓN ANTAPATA

Se encuentra ubicada en la comunidad campesina de Pacaje, en el distrito de Macusani, provincia de Carabaya, Región Puno, a una altura aproximada de 4,500 msnm. En el cuadro N°1, se muestran las coordenadas en sistema UTM WGS-84 de los vértices del área de la subestación Antapata.

Cuadro N° 1 – Coordenadas S.E. Antapata

Cuadro de Coordenadas – DATUM WGS 84 ZONA 19L		
Vértice	Este	Norte
P1	341,149.05	8’456,438.48
P2	341,257.62	8’456,344.20
P3	341,212.08	8’456,291.76
P4	341,103.52	8’456,386.04

DERIVACIÓN L.T. 138 KV SAN GABÁN II – AZÁNGARO (L-1010) A S.E. ANTAPATA

Al seccionar la LT 138kV San Gabán II – Azángaro (L-1010) existente, se originan dos tramos:
LT 138kV San Gabán II – Antapata (L-1054) y LT 138kV Antapata – Azángaro (L.1010).

- **Línea de Transmisión 138kV San Gabán II - Antapata (L-1054)**

  La derivación a la S.E. Antapata, se realizará desde la torre N°59 de la línea de transmisión 138 kV San Gabán II - Azángaro (L1010) existente; ubicada en la comunidad campesina de Pacaje, en el distrito de Macusani de la provincia de Carabaya de la región Puno.

  La derivación consiste en instalar dos estructuras denominadas TN-5 de simple terna, TN-2 de doble terna y Pórtico SE Antapata, en el cuadro N°2, se muestran sus coordenadas en el sistema UTM WGS-84.

Cuadro N° 2 – Coordenadas LT 138 kV San Gabán II – Antapata (L-1054) Derivación a SE Antapata

Cuadro de Coordenadas – DATUM WGS 84 ZONA 19L		
N° Estructura	Este	Norte
T-59	341,028.64	8’456,916.59
TN-5	341,239.92	8’456,470.91
TN-2	341,233.46	8’456,399.48
Pórtico	341,208.21	8’456,373.90

- **Línea de Transmisión 138kV Antapata - Azángaro (L-1010)**

  La derivación a la S.E. Antapata, se realizará desde la torre N°61 de la línea de transmisión 138 kV San Gabán II - Azángaro (L1010) existente; ubicada en la comunidad campesina de Pacaje, en el distrito de Macusani de la provincia de Carabaya de la región Puno.

  La derivación consiste en instalar dos estructuras denominadas TN-1 de simple terna, TN-2 de doble terna y Pórtico SE Antapata, en el cuadro N°3, se muestran sus coordenadas en el sistema UTM WGS-84.

Cuadro N° 3 – Coordenadas LT 138 kV Antapata – Azángaro (L-1010) Derivación a SE Antapata

Cuadro de Coordenadas – DATUM WGS 84 ZONA 19L		
N° Estructura	Este	Norte
T-61	341,561.77	8’455,876.74
TN-1	341,268.20	8’456,408.46
TN-2	341,233.46	8’456,399.48
Pórtico	341,208.21	8’456,373.90

5. PUNTO DE CONEXIÓN

El punto de conexión del proyecto en la Etapa A es a partir del seccionamiento de la línea de transmisión 138kV San Gabán II – Azángaro (L-1010) a la altura de la torre N°60, desde el cual se derivará la línea con una doble terna hasta la SE Antapata.

La línea L-1010 tiene una longitud de 159 km aproximadamente, la torre 60 está a 38 km desde San Gaban II y 121 km desde Azángaro.

6. CARACTERISTICAS AMBIENTALES

Las características ambientales son las siguientes:

Altura sobre el nivel del mar	4500m
Temperatura mínima	-20ºC
Temperatura media	5 ºC
Temperatura máxima	20ºC
Humedad relativa	60%-80%
Nivel Ceraunico	50 días de tormenta al año (1)
Velocidad máxima del viento	31.5 m/s (113 km/h)
Nivel de contaminación	Alto (25mm/kV)
Espesor de hielo	25mm
Condiciones sísmicas	
➢ Zona sísmica	II
➢ Aceleración vertical	0.3g
➢ Aceleración horizontal	0.5g

(1): Obtenido del Mapa de Niveles Isoceraunico preparado por el Ing. Justo Yanque – año 2005.

7. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS GENERALES

Descripción	Unidad	138kV	22.9kV
Tensión nominal del equipamiento	kV	138	22.9
Tensión máxima del equipo	kV	145	24
Frecuencia	Hz	60	60
Niveles de aislamiento			
Aislamiento Interno			
• Tensión soportada a impulsos de rayos – BIL	kVp	650	125
• Tensión soportada a impulsos de corta duración a frecuencia industrial	kV	275	50
Aislamiento Externo			
• Tensión soportada a impulsos de rayos – BIL	kVp	1050	170
• Tensión soportada a impulsos de corta duración a frecuencia industrial	kV	460	70
Corriente nominal			
• Celda de línea			
Interruptor	A	3150	
Seccionador	A	1250	
Transformador de corriente	A	400-800/1-1-1-1	
• Celda de Transformador			
Interruptor	A	3150	
Seccionador	A	1250	
Capacidad de ruptura de cortocircuito trifásico	kA	31.5	25
Transformador de potencia			
• Potencia nominal	MVA	6/6/2 (ONAN) 8/8/2.7 (ONAF)	
• Relación de transformación		138±10x1%/22.9/10kV	
• Transformador de corriente en bushings	A	100/1-1-1-1	100-200/1-1
• Grupo de conexión		YN0yn0d5	
• Tipo de regulación de tomas		Automático bajo carga	
• Mando sincronizado		No	

8. AÑO DE CONEXIÓN

La etapa A del proyecto "Línea de transmisión en 138kV Antapata – Corani", tiene como fecha prevista de puesta en servicio en junio 2025 y la obtención de la conformidad de integración de instalaciones al SEIN en julio 2025.

9. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

9.1 Subestación Antapata

Las siguientes instalaciones estarán comprometidas en el desarrollo del proyecto:

- Implementar dos (2) celdas de línea en 138 kV, salida a SE Azángaro y salida a SE San Gabán II con equipos convencionales.

  Cada celda de línea está conformada por el siguiente equipamiento principal con tensión nominal en 138kV:

  - ✓ Tres (3) pararrayos OZn, Ur=120kV, Uc=92kV, 20kA, clase 4(SH), con contadores de descargas.
  - ✓ Tres (3) transformadores de tensión tipo capacitivo (Dos transformadores incluye accesorios para la onda portadora).
  - ✓ Dos (2) trampas de onda + unidad de acoplamiento.
  - ✓ Tres (3) transformadores de corriente.
  - ✓ Un (1) interruptor de potencia con tres mandos unipolares, 1050kVp BIL, 3150A, 31.5kA.
  - ✓ Un (1) seccionador de línea, 1050kVp BIL, 1250A, 31.5kA.
  - ✓ Un (1) seccionador de barra, 1050kVp BIL, 1250A, 31.5kA.
  - ✓ Un (1) aislador portabarras.
  - ✓ Un (1) Tablero de protección, mando, medición de Línea + Unidad remota de adquisición de datos (Registrador de falla).

- Implementar una (1) celda de transformación con equipos convencionales correspondiente al transformador de 138±10x1%/22.9/10 kV, 6/6/2 MVA (ONAN), 8/8/2,7 MVA (ONAF).

  La celda de transformación está conformada por el siguiente equipamiento principal con tensión nominal en 138kV:

  - ✓ Un (1) interruptor de potencia con mando tripolar, 1050kVp BIL, 3150A, 31.5kA.
  - ✓ Un (1) seccionador de barra 1050kVp BIL, 1250A, 31.5kA.

- ✓ Un (1) aislador portabarras.
- ✓ Tres (3) pararrayos OZn, Ur=120kV, Uc=92kV, 20kA, clase 4(SH), con contadores de descargas.
- ✓ Un (1) transformador de potencia 138±10x1%/22.9/10 kV, 6/6/2 MVA (ONAN), 8/8/2.7 MVA (ONAF).
- ✓ Un (1) Tablero de Regulación de tensión.
- ✓ Un (1) Tablero de protección, mando, medición de transformador + Unidad remota de adquisición de datos (Registrador de falla).

- Implementar el sistema de barras 138 kV. Equipado con:
  - ✓ Instalación de tres (3) transformadores de tensión de barras en 138kV.
  - ✓ Sistema de barras de **la subestación Antapata es simple barra**. Se utilizarán los siguientes conductores:
    - ❖ Sistema de barras : Un conductor de AAAC 700mm^2/fase.
    - ❖ Conexiones entre equipos: Un conductor de AAAC 600 MCM (300 mm^2)/fase.
  - ✓ Instalación de un (1) Tablero de protección de barras + Unidad central de adquisición de datos (Registrador de falla).

- Implementar el sistema de automatización. Equipado con:
  - ✓ Un (1) Tablero de Automatización (Supervisión y Control SAS).
  - ✓ Una (1) estación de gestión, Una (1) estación de operación + HMI y mobiliario.

- Implementar el sistema comunicaciones. Equipado con:
  - ✓ Un (1) Tablero de Terminal óptico, el cual contiene dos terminales ópticos con dirección a SE San Gabán II y SE Azángaro.
  - ✓ Dos (2) Tableros de Onda Portadora, uno con dirección a SE Gabán II y el otro con dirección a SE Azángaro.

- Implementar el sistema servicios auxiliares. Equipado con:
  - ✓ Un (1) transformador de SSAA 22.9±2*2.5%/0.38-0.22 kV – 200 kVA.
  - ✓ Dos (2) Cargadores – Rectificadores 380Vac/110Vcc – 100A. Los cargadores – rectificadores, serán independientes y redundantes.

- ✓ Un (1) Tablero de Servicios Auxiliares 380/220 Vac.
- ✓ Un (1) Tablero de Servicios Auxiliares 110 Vcc.
- ✓ Un (1) Banco de Baterías en 110Vcc – 300 A-hr.
- ✓ Un (1) Grupo electrógeno 380/230 Vac – 100 kW.

9.2 Subestación San Gabán II

Se realizarán las siguientes adecuaciones:

- Retiro del relé principal existente e instalación de un nuevo relé principal diferencial de línea (87L) que además incluye las funciones mínimas consideradas en el PR-20. Consecuencia de este cambio se efectuará acondicionamientos en el tablero de protección existente (Etapa A).
- Para el sistema de comunicaciones por fibra óptica se propone cambiar el multiplexor TN1U de marca GE por un nuevo multiplexor SDH hibrido.

  Consecuencia de este cambio se efectuará acondicionamientos en el tablero de comunicaciones por fibra óptica existente (Etapa A).

9.3 Subestación Azángaro

Se realizarán las siguientes adecuaciones:

- Para el sistema de comunicaciones por fibra óptica se propone cambiar el multiplexor TN1U de marca GE por un nuevo multiplexor SDH hibrido.

  Consecuencia de este cambio se efectuará acondicionamientos en el tablero de comunicaciones por fibra óptica existente (Etapa A).

9.4 Línea de Transmisión

La línea de transmisión 138kV San Gabán II – Azángaro (L-1010) existente tiene una longitud de 159.15 km aproximadamente, consta de 310 estructuras de celosía (Torres tipo SPS, SPR, SPA, SPT y SBA).

La sección del conductor es de 300mm2 (600MCM), cable de guarda tipo OPGW de 8 fibras y cable de fibra ADSS correspondiente a la red dorsal nacional de fibra óptica.

Respecto al proyecto LT 138kV Antapata – Corani en la Etapa A" se acordó seccionar la Línea de Transmisión 138kV San Gabán II – Azángaro (L-1010) existente mediante una conexión tipo π para conectar a la Subestación Antapata, el cual origina dos tramos de línea:

- LT 138kV San Gabán II – Antapata (L-1054) tiene una longitud de 38.24km.
- LT 138kV Antapata - Azángaro (L-1010) tiene una longitud de 121.13km.

La codificación de las líneas fue asignada por el COES mediante carta COES/D/DP-863-2024 del 10-9-2024.

9.4.1 Línea de Transmisión 138kV San Gabán II – Antapata (L-1054)

LT 138kV San Gabán II – Antapata (L-1054) está conformada por las estructuras existentes de la T-1 a T-59 de la LT 138kV San Gabán II – Azángaro (L-1010) existente y las nuevas estructuras TN-5, TN-2 y Pórtico.

Respecto a las nuevas estructuras se describirán las siguientes consideraciones adoptadas:

- **Instalación del conductor AAAC desde T-59 a SE Antapata**

  Se van a instalar dos estructuras denominadas TN-5 de simple terna y la estructura TN-2, de doble terna, ubicada aproximadamente a 35 metros del pórtico de la S.E. Antapata, esta estructura permitirá la instalación de los conductores de fase y de los cables de guarda a la S.E. Antapata. Respecto al conductor AAAC-300mm2 se reutilizará para el tramo entre las estructuras T-59 y TN-5 el conductor existente entre las estructuras T-59 y T-61. Para el tramo TN-5, TN-2 y pórtico se va a instalar conductor AAAC-300mm2 nuevo.

- **Reubicación del cable de guarda tipo OPGW existente**

  Teniendo en cuenta que el cable de guarda de la línea existente LT 138kV San Gabán II – Azángaro (L-1010) del circuito de donde se realizará la derivación a la S.E. Antapata es del tipo OPGW y además en la torre existente T-59 se encuentra instalada una caja de empalme así como reserva de este cable de fibra óptica OPGW, por lo que, para mantener el apantallamiento de la derivación de la línea, se propone reubicar el cable de guarda existente tipo OPGW entre las estructuras T-59,T-60,T-61, hacia las estructuras proyectadas TN-5 y TN-1, siendo su nuevo recorrido entre las estructuras T-59,TN-5,TN-1,T-61. Al ser mínimo el

desplazamiento del cable OPGW existente entre las torres T-59 a T-61, se ha estimado que con el nuevo recorrido la longitud cable OPGW se incrementa en aproximadamente 2m, longitud que será cubierta con la reserva del cable OPGW ubicado en la torre T-59 anteriormente mencionada.

- **Instalación del cable de guarda EHS**

  Además, para completar el apantallamiento de la derivación de línea, se instalará cable de guarda de acero galvanizado (EHS) en el siguiente tramo de las estructuras proyectadas TN-5, TN-2 y pórtico.

- **Instalación del cable de comunicaciones de fibra óptica tipo ADSS**

  La instalación del cable de comunicación por FO para conectar la S.E. Antapata se realizará desde la caja de empalme existente ubicado en la torre T59 hasta una nueva caja de empalme de FO la cual ubicará en el pórtico de ingreso a la SE Antapata. Para el enlace entre estas cajas de empalme se utilizará cable de FO tipo ADSS.

  El recorrido del cable FO tipo ADSS propuesto será por la parte inferior de las torres existentes (T-59) y proyectadas (TN-5, TN-2 y Pórtico SE Antapata).

9.4.2 Línea de Transmisión 138kV Antapata – Azángaro (L-1010)

LT 138kV Antapata – Azángaro (L-1010) está conformada por las estructuras existentes de la T-61 a T-310 de la LT 138kV San Gabán II – Azángaro (L-1010) existente y las nuevas estructuras TN-1, TN-2 y Pórtico.

Respecto a las nuevas estructuras se describirán las siguientes consideraciones adoptadas:

- **Instalación del conductor AAAC desde T-61 a SE Antapata**

  Se van a instalar dos estructuras denominadas TN-1 de simple terna y la estructura TN-2, de doble terna, ubicada aproximadamente a 35 metros del pórtico de la S.E. Antapata, esta estructura permitirá la instalación de los conductores de fase y de los cables de guarda a la S.E. Antapata. Respecto al conductor AAAC-300mm2 se va a

reutilizar para el tramo entre las estructuras T-61 y TN-1 el conductor existente entre las estructuras T-59 y T-61. Para el tramo TN-1, TN-2 y pórtico se va a instalar un conductor AAAC-300mm2 nuevo.

- **Instalación del cable de guarda EHS**

  Además, para completar el apantallamiento de la derivación de línea, se instalará cable de guarda de acero galvanizado (EHS) en el siguiente tramo de las estructuras proyectadas TN-1, TN-2 y pórtico.

9.5 Sistemas de Protección

Subestación Antapata

- Protección de línea 138kV

  Salida a SE San Gabán II

  El relé de protección principal de la línea RED670 (ABB) tendrá las siguientes funciones de protección:

  - Protección Diferencial de Línea (87L).
  - Protección de Distancia entre fases (21).
  - Protección de Distancia entre fase y tierra (21N).
  - Función de sincronismo (25).
  - Función recierre (79).
  - Bloqueo contra oscilaciones de potencia (68).
  - Protección de Sobrecorriente direccional a tierra (67N).
  - Protección de Sobretensión (59).
  - Unidad de control (UC).

  El relé de protección respaldo de la línea RED670 (ABB) tendrá las siguientes funciones de protección:

  - Protección de Distancia entre fases (21).
  - Protección de Distancia entre fase y tierra (21N).
  - Protección de Sobrecorriente direccional a tierra (67N).
  - Función de sincronismo (25).

- Función recierre (79).
- Bloqueo contra oscilaciones de potencia (68).
- Protección de Sobretensión (59).

Salida a SE Azángaro

El relé de protección principal de la línea RED670 (ABB) tendrá las siguientes funciones de protección:

- Protección de Distancia entre fases (21).
- Protección de Distancia entre fase y tierra (21N).
- Protección de Sobrecorriente direccional a tierra (67N).
- Función de sincronismo (25).
- Función recierre (79).
- Bloqueo contra oscilaciones de potencia (68).
- Protección de Sobretensión (59).
- Unidad de control (UC).

El relé de protección respaldo de la línea RED670 (ABB) tendrá las siguientes funciones de protección:

- Protección de Distancia entre fases (21).
- Protección de Distancia entre fase y tierra (21N).
- Protección de Sobrecorriente direccional a tierra (67N).
- Función de sincronismo (25).
- Función recierre (79).
- Bloqueo contra oscilaciones de potencia (68).
- Protección de Sobretensión (59).

- <u>Protección del Transformador de potencia 138±10x1%/22.9 kV</u>

  El relé de protección principal del transformador de potencia RET670 (ABB) tendrá las siguientes funciones de protección:

  - Protección diferencial del transformador (87T).
  - Protección de Sobrecorriente temporizada (51).

- Protección de Sobrecorriente temporizada a tierra (51N).

El relé de protección respaldo del transformador de potencia tendrá las siguientes funciones de protección:

Lado 138kV-REC670 (ABB)

- Protección de Sobrecorriente temporizada (51).
- Protección de Sobrecorriente temporizada a tierra (51N).
- Unidad de control (UC).

Lado 22.9kV-REF615 (ABB)

- Protección de Sobrecorriente temporizada (51).
- Protección de Sobrecorriente temporizada a tierra (51N).

Protecciones Propias son las siguientes:

- Protección de imagen térmica (49).
- Protección de Flujo y/o Sobrepresión (Buchholz- 63).
- Protección de nivel de aceite (71).

- <u>Protección de celdas de salida en 22.9 kV</u>

El relé de protección de las celdas de salida en 22.9kV (Macusani, Corani y SSAA) REF615-ABB, tendrá las siguientes funciones de protección:

- Protección de Sobrecorriente temporizada (51).
- Protección de Sobrecorriente temporizada a tierra (51N).

- <u>Protección diferencial de barras</u>

La protección diferencial de barras debe ser de tecnología numérica, del tipo centralizada. Su principio de operación debe ser del tipo porcentual con pendiente de operación ajustable. Con capacidad hasta 8 celdas, de baja impedancia y para una configuración de simple barra.

El relé de protección diferencial de barras tendrá las siguientes funciones de protección:

- Protección diferencial de barras (87B).
- Protección de falla de interruptor (50BF).

- <u>Registradores de Falla</u>

  En cumplimiento del procedimiento técnico del COES Nº 40 “Procedimiento para la aplicación del numeral 3.5 de la NTCSE” aprobado mediante resolución ministerial Nº237-2012-MEM/DM, del 18 de mayo de 2012, se implementará registrador de fallas para la subestación Antapata.

  El registrador de falla estará conformado por una (1) unidad central de Adquisición de Datos y tres (3) unidades remotas de adquisición de datos para tres (03) celdas 138kV (02 celdas de línea y 01 celda de transformación en configuración simple barra).

Subestación San Gabán II

El ingreso del proyecto de la subestación Antapata ha considerado reemplazar un relé de protección en la S.E. San Gabán II, por lo tanto, la configuración final será el relé principal ABB modelo RED670 y el relé de respaldo SEL-421.

- <u>Protección de línea 138kV</u>

  Salida a SE Antapata

  El relé de protección principal de la línea, RED670 (ABB) tendrá las siguientes funciones de protección:

  - Protección Diferencial de Línea (87L).
  - Protección de Distancia entre fases (21).
  - Protección de Distancia entre fase y tierra (21N).
  - Función de sincronismo (25).
  - Función recierre (79).
  - Bloqueo contra oscilaciones de potencia (68).
  - Protección de Sobrecorriente direccional a tierra (67N).
  - Protección de Sobretensión (59).
  - Unidad de control (UC).

  El relé de protección respaldo de la línea, SEL 421 (SEL) tendrá las siguientes funciones de protección:

  - Protección de Distancia entre fases (21).

- Protección de Distancia entre fase y tierra (21N).
- Protección de Sobrecorriente direccional a tierra (67N).
- Función de sincronismo (25).
- Función recierre (79).
- Bloqueo contra oscilaciones de potencia (68).
- Protección de Sobretensión (59).

Subestación Azángaro

Se mantienen los mismos relés existentes:

- <u>Protección de línea 138kV</u>

  Salida a SE Antapata

  El relé de protección principal de la línea L-1010 de 138kV, REL316 (ABB) tendrá las siguientes funciones de protección:

  - Protección de Distancia entre fases (21).
  - Protección de Distancia entre fase y tierra (21N).
  - Bloqueo contra oscilaciones de potencia (68).
  - Protección de Sobretensión (59).

  El relé de protección secundaria de la línea L-1010 de 138kV, REC316 (ABB) tendrá las siguientes funciones de protección:

  - Protección de Sobrecorriente direccional a tierra (67N).
  - Función de sincronismo (25).
  - Función recierre (79).
  - Protección de Sobretensión (59).

  El relé de protección terciaria de la línea L-1010 de 138kV, SPAS348 (ABB) tendrá la siguiente función de protección:

  - Protección de Sobrecorriente direccional (67).

9.6 Sistemas de Comunicación

La línea de transmisión 138kV San Gabán II – Azángaro (L-1010) existente cuenta con dos (2) sistemas de comunicaciones independientes. Un (1) sistema de comunicaciones óptica (Multiplexor SDH, Modelo: TN1U, Marca: General Electric) como enlace principal y un (1) sistema de comunicaciones por onda portadora (Modelo: PowerLink50, Marca: Siemens) como enlace de respaldo. Los servicios implementados en ambos sistemas son: voz, datos y teleprotección.

Sistema de Comunicación por Onda Portadora

Actualmente existe un enlace de comunicaciones vía Onda Portadora que utiliza como medio de transmisión la LT 138 kV San Gabán II – Azángaro (L-1010) y tiene equipos terminales de Onda Portadora de la marca SIEMENS modelo PowerLink50. Las trampas de onda y unidades de acoplamiento se encuentran dispuestas en topología fase-fase, instalados en las fases R y S.

Al seccionar la LT 138kV San Gabán II – Azángaro (L-1010) existente, se originan dos tramos:

- LT 138kV San Gabán II – Antapata (L-1054): con la finalidad de evitar el traslado del equipamiento se ha adquirido los equipos terminales de onda portadora del mismo modelo y marca de los existentes. En este enlace se instalará en la SE Antapata con dirección a San Gabán II un (1) equipo activo terminal de onda portadora (Modelo: PowerLink50, Marca: Siemens) y sus componentes pasivos en topología fase – fase, en las fases R y S. Se propone usar las siguientes frecuencias [192-204] y [220-232] kHz.

- LT 138kV Antapata – Azángaro (L-1010): con la finalidad de evitar el traslado del equipamiento, se ha adquirido los equipos terminales de onda portadora del mismo modelo y marca de los existentes. En este enlace se instalará en la SE Antapata con dirección a Azángaro existente un (1) equipo activo terminal de onda portadora (Modelo: PowerLink50, Marca: Siemens) y sus componentes pasivos conservando su configuración (fase – fase, en las fases R y S) y frecuencias [116-128] y [144-156] kHz.

Los servicios por implementar son:

- Servicios de Teleprotección

  Para el enlace **San Gabán II – Antapata**, se instalará equipos terminales de onda

portadora (PowerLink50), estos contarán con tarjetas integradas cada uno con 4 comandos para poder comunicar a los relés principal y respaldo las funciones asociadas a la teleprotección:

21PTx – 21PRx (Teleprotección con disparo permisivo por sobrealcance - POTT).

67NPTx – 67NPRx (Comparación Direccional - CD).

21RTx – 21RRx (Teleprotección con disparo permisivo por sobrealcance - POTT).

67NRTx – 67NRRx (Comparación Direccional - CD).

.

Para el enlace **Antapata – Azángaro**, se instalará equipos terminales de onda portadora (PowerLink50), estos contarán con tarjetas integradas cada uno con 4 comandos para poder comunicar a los relés principal y respaldo las funciones asociadas a la teleprotección:

21PTx – 21PRx (Teleprotección con disparo permisivo por subalcance - PUTT).

67NRTx – 67NRRx (Comparación Direccional - CD).

- Servicios de Voz

Para el enlace San Gabán II – Antapata, contará con servicio telefónico para la comunicación entre las subestaciones, para ello se instalará una (1) tarjeta VFS en el equipo terminal de onda portadora existente en SE San Gabán II y dos (2) teléfonos de servicio una para cada subestación.

Para el enlace Antapata – Azángaro contará con servicio telefónico para la comunicación entre las subestaciones, para ello se instalará una (1) tarjeta VFS en el equipo terminal de onda portadora existente en SE Azángaro y dos (2) teléfonos de servicio una para cada subestación.

- Servicios de datos

Para el enlace San Gabán II – Antapata, se configurará dos (2) canales de datos RS232 y un (1) canal ETH, los cuales quedan en reserva.

Para el enlace Antapata – Azángaro, se configurará dos (2) canales de datos RS232 y un (1) canal ETH, los cuales quedan en reserva.

<u>Sistema de Comunicación por Fibra Óptica</u>

Actualmente existe un enlace de multiplexores marca: General Electric, modelo: TN1U, entre las subestaciones San Gabán II – Azángaro.

Estos equipos tienen las siguientes interfaces: Cuatro (04) ordenes de teleprotección, cuatro (04) puertos ETH-1000 (Ethernet), cuatro (04) puertos FXO (voz-lado central telefónica / SE San Gabán II), dos (02) puertos FXS (voz-lado abonado extendido / SE Azángaro).

Se propone cambiar los multiplexores TN1U de marca GE dado que actualmente ese modelo se encuentra descontinuado por uno de igual tecnología, pero con mayores capacidades en base a las nuevas tecnologías para redes industriales. El nuevo multiplexor SDH es un equipo de comunicaciones hibrido SDH / MPLS-TP, compacto y flexible de plataforma universal, que ofrece las máximas prestaciones de servicios con un consumo mínimo de energía. Estos equipos están diseñados para el transporte y transmisión de voz, datos, teleprotección y otros servicios agregados.

Los servicios por implementar son:

- **Servicios de Telefonía**.

  Se deberá conservar la comunicación telefónica analógica entre las subestaciones San Gabán II y Azángaro, gestionados desde la Central telefónica que se encuentra en la subestación San Gabán II y los abonados de la subestación Azángaro.

- **Servicios SCADA - Protocolo IEC 101.**

  De igual manera se deberá conservar la comunicación por datos seriales para el SCADA en protocolo IEC101 de la subestación Azángaro hacia el centro de control ubicado en la subestación San Gabán II.

- **Servicios de Datos Ethernet.**

  Se debe establecer un canal de comunicaciones entre las 03 subestaciones a través de los módulos ELET1 de tal forma que se pueda implementar un canal por datos IP para datos administrativos o SCADA en protocolo IEC 104 con posterior conversión en S.E. San Gabán II.

- **Servicio de Teleprotecciones Binarias.**

  Se debe establecer un canal de comunicaciones con 04 comandos de teleprotección (señales binarias cableadas) entre las subestaciones San Gabán II y S.E. Antapata y de igual forma entre las subestaciones S.E. Antapata y S.E. Azángaro, las cuales quedarán en reserva.

- **Servicios de Protección Diferencial.**

  Se debe establecer 01 canal de comunicación para el envío de la protección diferencial mediante protocolo C37.94 implementado en el relé de protección principal de línea

entre la S.E. San Gabán II y S.E. Antapata comunicados mediante el módulo de protección diferencial cuyo puerto es óptico con transmisor y receptor multimodo.

9.7 Sistemas de Automatización y Control

Arquitectura de Automatización

Comprende lo siguiente:

- Dos (2) servidores principal y respaldo para instalar el SCADA (SYS600 Micro SCADA X con ICCP embebido).
- Un (1) servidor para los históricos.
- Una (1) estación de operación y un (1) IHM para maniobra e interacción
- Una (1) estación de gestión de protecciones y medición.
- Los relés de protección principal y respaldo de las celdas de línea 138kV a SE Azángaro, SE San Gabán II y celda de transformación 138/22.9kV. Relés de protección de las celdas en 22.9kV, y el relé diferencial de barra se conectarán a la red a través de una topología redundante PRP (IEDs con puertos duales y red redundante). Para los enlaces se utilizará fibra óptica multimodo. Protocolo IEC 61850.
- Los medidores de energía, los cargadores – rectificadores, regulador de tensión y la RTU para integración de los servicios auxiliares, se conectarán a la red a través de una topología en anillo y distribuido. Para los enlaces se utilizará cable SFTP. Protocolo a utilizar IEC 61850 y DNP 3.0 según corresponda
- El monitor de temperatura del transformador de potencia se conectará a la red a través de una topología en anillo y distribuido. Para el enlace se utilizará fibra óptica multimodo. Protocolo DNP3.0
- El registrador de falla se conectará a la red a través de una topología en anillo y distribuido. Para los enlaces se utilizará cable SFTP. Protocolo a utilizar IEC 61850.Los enlaces entre la unidad central y las unidades remotas de adquisición de datos se utilizarán fibra óptica. Multimodo.
- El servidor de tiempo GPS será utilizada para sincronizar los servidores SCADA y los IEDs vía protocolo SNTP, con excepción del registrador de falla el cual se sincronizará en base a la norma IRIG-B.
- Dos (2) switches industriales capa 2 y Dos (2) switches industriales capa 3 con la función de integrar todos los relés de protección-control, medidores de energía, cargadores-rectificadores, regulador de tensión, RTU para integración de los servicios auxiliares, registrador de falla y monitor de temperatura.

Sistema de Control

El sistema de control y mando de los equipos de patio de llaves de las celdas de línea 138kV a SE Azángaro, SE San Gabán II y la celda de transformación 138/22.9kV (Lado 138kV) será efectuado en tres niveles de control:

- Nivel 0: Corresponde al nivel de control local desde los equipos de maniobra ubicados en patio de llaves de la subestación.
- Nivel 1: Corresponde al nivel de control local desde el controlador de bahía ubicado en el relé de protección principal para las celdas de línea 138kV y en el relé de protección secundaria para la celda de transformación 138kV.
- Nivel 2: Corresponde al nivel de control local desde el sistema de control y supervisión SCADA.
- Nivel 3: Corresponde al centro de control local ubicada en la SE Antapata.

Transferencia de información entre SE Antapata y Centro de Control San Gabán II

Desde el centro de control local ubicado en la subestación Antapata reportará en protocolo IEC61850-5-104 al centro de control de San Gabán II, señales de medida, estados y alarmas de las celdas de línea en 138 kV a SE San Gabán II y a SE Azángaro, ubicadas en la SE Antapata.

Enlace de Datos ICCP para el CC COES-SEIN

Las señales acordadas con el COES de las dos (2) celdas de línea en 138kV (Azángaro y San Gabán II) y de la celda de transformación 138/22.9kV de la subestación Antapata se enviarán en tiempo real a los centros de control del COES (principal y respaldo) en protocolo ICCP, desde el centro de control local ubicado en la SE Antapata.

10. CONCLUSIONES DE LOS ESTUDIOS ELÉCTRICOS

10.1 Resultados de la verificación de tensiones de operación

- Se observa que las tensiones en las barras supervisadas por COES y puntos de entrega Generador-Distribuidor mayores a 35kV que figuran en el informe ETO 2022 se encuentran dentro del ±2.5 % de la tensión de operación, por lo que se concluye que, con el ingreso del proyecto, no es necesario modificar las tensiones de operación propuestas en el informe ETO 2022.

- Para las barras que no tienen tensión de operación definida en el informe ETO 2022, se observa que las tensiones son similares con y sin el proyecto.
- De los resultados de flujo de potencia obtenidos en el presente estudio, se estima que la tensión de operación para la barra de la SE Antapata 138kV debe ser igual a 143kV. Se recomienda que este valor sea revisado en los futuros estudios de tensiones de operación realizados por el COES.

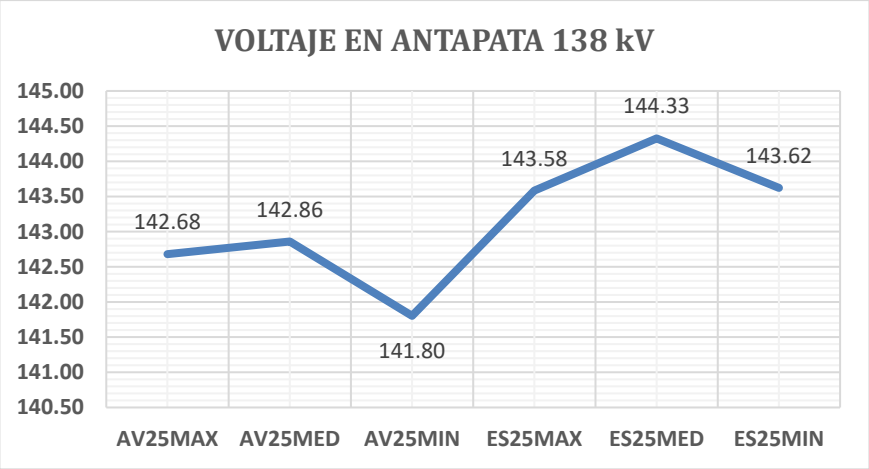


Figura N°1 – Voltaje en la subestación Antapata 138 kV

10.2 Resultados de flujo de potencia en operación normal

- De los análisis del comportamiento del sistema en operación normal, se concluye que las nuevas instalaciones asociadas al proyecto no afectan de manera negativa la operación del Sistema Interconectado Nacional, puesto que los niveles de tensión en las barras próximas al proyecto se encuentran dentro de los límites de operación permitidos y el flujo en las líneas de transmisión y transformadores de potencia no superan su capacidad nominal de operación.
- El factor de potencia medido en las líneas L-1054 y L-1010 en el lado de Antapata 138kV es mayor a 0.98 para todos los escenarios analizados.

10.3 Resultados de flujo de potencia en contingencias

- Los resultados obtenidos en todas las contingencias y escenarios analizados permiten concluir que la conexión al SEIN de la etapa A del proyecto no pone en

riesgo la operación del SEIN, se ha observado en los escenarios de avenida 2025 en las contingencias 1, 2 y 3 que las líneas L-1051, L-1054 y L-1010 en mínima demanda superan el 20% de sobrecarga y en la contingencia 3 la barra de San Rafael 138 kV en máxima y mínima demanda presenta tensiones por debajo de 0.9p.u., estás se dan, en magnitudes similares, tanto para los casos sin y con el ingreso del proyecto.

- No se presentan problemas de sobrecarga en los transformadores en ninguna de las contingencias analizadas.

10.4 Resultados de cortocircuito

- Se ha verificado que los equipos tienen la capacidad de soportar las máximas corrientes de cortocircuito, los niveles de cortocircuito están por debajo de la capacidad de ruptura de los interruptores asociados.

Cuadro N° 4 – Máximas corrientes de cortocircuito

ESTIAJE MEDIA DEMANDA 2025							
BARRA	Tensión Operac.	Tipo de Falla	SIN PROYECTO		CON PROYECTO		Capacidad de equipos
			Sk''	Ik''	Sk''	Ik''	
	kV		MVA	kA	MVA	kA	kA
SAN GABAN 138	145	Monofásica	408.771	4.883	410.018	4.898	40
AZANGARO 138	141	Monofásica	413.571	5.080	414.011	5.086	40
ANTAPATA 138	138	Trifásica	-	-	654.562	2.738	31.5
ANTAPATA 22.9	22.9	Bifásica a tierra	-	-	33.432	2.529	25

10.5 Resultados de Estabilidad Transitoria

- Con el esquema especial de protección de la C.H. El Ángel desactivado, la CH El Ángel y la CH San Gabán despachando cerca de su plena capacidad, se observa que, en algunos casos de avenida ante la ocurrencia de eventos de falla trifásica en las líneas L-1054, L-1010, L-1051, L-1013, L-1009, L-1014, el sistema se vuelve inestable tanto para los casos sin proyecto y con el proyecto, por lo cual la inestabilidad no está asociada al ingreso del proyecto.
- Para los escenarios de estiaje el sistema es estable para todos los eventos de falla analizados.
- Ante la ocurrencia de eventos de falla monofásica con recierre exitoso y desconexión intempestiva de transformadores no se produce inestabilidad del sistema.

- Se espera la actuación del esquema especial de protección de la C.H. El Ángel I, II, III, pues para los escenarios de avenida se supera la potencia de 123MW medida para la activación del esquema.
- El ingreso del proyecto no afecta de manera negativa los tiempos críticos de despeje de falla (CCTs) de las barras en el área de influencia y menos en otras barras del SEIN. Los CCTs para los casos sin proyecto y con proyecto son prácticamente iguales, en algunos casos se observa que los CCTs con proyecto son ligeramente mayores a los obtenidos sin proyecto.

10.6 Resultados del Procedimiento de maniobras

- Para los nuevos tramos de línea de 138 kV que se forman con el ingreso de la S.E. Antapata 138/22.9kV, línea L-1054 San Gabán II – Antapata y a la línea L-1010 Antapata – Azángaro, es factible aplicar el procedimiento de maniobras de desconexión y conexión existente para la actual línea L-1010 entre San Gabán II – Azángaro, se ha verificado mediante simulaciones que el SEIN operará de manera adecuada y sin riesgo en cada uno de los pasos del procedimiento de maniobras.

11. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE LA PROTECCIÓN

- Se recomienda implementar los ajustes propuestos en el estudio de coordinación de protecciones para la línea de transmisión L-1010, L-1054, para el transformador 138/22.9 kV, barra en 138 kV y las protecciones de las celdas en 22.9 kV, en el cual se ha verificado la confiabilidad, selectividad, velocidad y sensibilidad de las funciones de protección.
- El esquema de teleprotección por la función distancia de la línea L-1010 está habilitada como PUTT (Disparo con subalcance permisivo), este esquema se encontraba habilitado en la L-1010 antes de su seccionamiento y este esquema se sigue manteniendo en la línea Azángaro – Antapata debido a que ha estado operando de manera adecuada antes del ingreso del proyecto de la S.E. Antapata, no se propone el cambio a un esquema POTT (Disparo con sobrealcance permisivo) debido a que existe un riesgo de una operación inadecuada debido a que tenemos un equipo antiguo como es el REL316 en la S.E. Azángaro, asimismo,

el manual de instrucción del REL316 no ofrece detalles de la lógica del esquema POTT (Disparo con sobrealcance permisivo).

- El esquema de teleprotección por la función distancia de la línea L-1054 está habilitada como POTT (Disparo con sobrealcance permisivo), este esquema se ha definido teniendo en consideración que se tiene relés de protección modernos el cual permite su implementación sin inconvenientes.
- El sistema de protecciones de la línea L-1010, se ha realizado considerando el equipamiento existente en la S.E. Azángaro (relés de la marca ABB modelos REL316, REC316 y SPAS348). Asimismo, el sistema de teleprotección por onda portadora se ha considerado el equipamiento existente.
- El estudio de operatividad de la Etapa A del Proyecto "LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 KV ANTAPATA – CORANI" secciona sólo la línea San Gabán II - Azángaro de 138 kV (L-1010), en ese sentido, en esta etapa no hay seccionamiento de la línea San Rafael - El Ángel de 138 kV (L-1051).

  El estudio de coordinación de protecciones no propone ningún cambio de ajustes de protecciones en las líneas Azángaro - San Rafael de 138 kV (L-1009), San Rafael - El Ángel de 138 kV (L-1051) y El Ángel - San Gabán de 138 kV (L-1013).

  Por último, no existe ningún cambio del nivel de corriente de cortocircuito para fallas trifásicas en la barra de la S.E. Azángaro debido al ingreso de la S.E. Antapata, y para fallas monofásicas en la barra de la S.E. Azángaro existe un incremento del 0.2% debido al ingreso de la S.E. Antapata, por tal motivo, no es necesario realizar cambios en los ajustes de protecciones en las líneas Azángaro - San Rafael de 138 kV (L-1009), San Rafael - El Ángel de 138 kV (L-1051) y El Ángel - San Gabán de 138 kV (L-1013), en consecuencia no se generará perturbaciones en la SE San Rafael.

12. RESULTADOS DE LA VERIFICACIÓN DEL ESQUEMA ESPECIAL DE PROTECCIÓN DE LAS CH EL ANGEL I, II Y III.

- Se ha verificado que la operación del Esquema Especial de Protección de la CH El Ángel es necesaria para mantener la estabilidad del sistema cuando se presenten fallas en las líneas adyacentes a las subestaciones San Gabán II y Azángaro.
- El presente informe ha propuesto la modificación de la lógica del esquema especial de protección, en el cual se adiciona a la apertura de las líneas L-1010 y L-1051, la

apertura de la línea L-1054, esto debido al ingreso de la S.E. Antapata que secciona la línea existente San Gabán II – Azángaro de 138 kV.

- Se ha verificado con simulaciones de fallas trifásicas y monofásicas la operación de la protección de distancia ubicado en la S.E. El Ángel y que forma parte del esquema especial de protección; como resultado de esta verificación, se concluye que, con el ingreso de la S.E. Antapata 138/22.9 kV, no es necesario modificar los ajustes de la protección de distancia del relé SEL-421 instalado en la S.E. El Ángel.
- Debido a que la topología del sistema de transmisión en 138 kV entre San Gabán II y Azángaro, así como la potencia transmitida por este enlace, no cambian significativamente con el ingreso de la S.E. Antapata 138/22.9 kV ni con su demanda de 4.37 MW, los límites para la activación del Esquema Especial de Protección de CH El Ángel en operación normal y mantenimiento no cambian, es decir se mantiene en 123 MW en operación normal y 100 MW en mantenimiento.

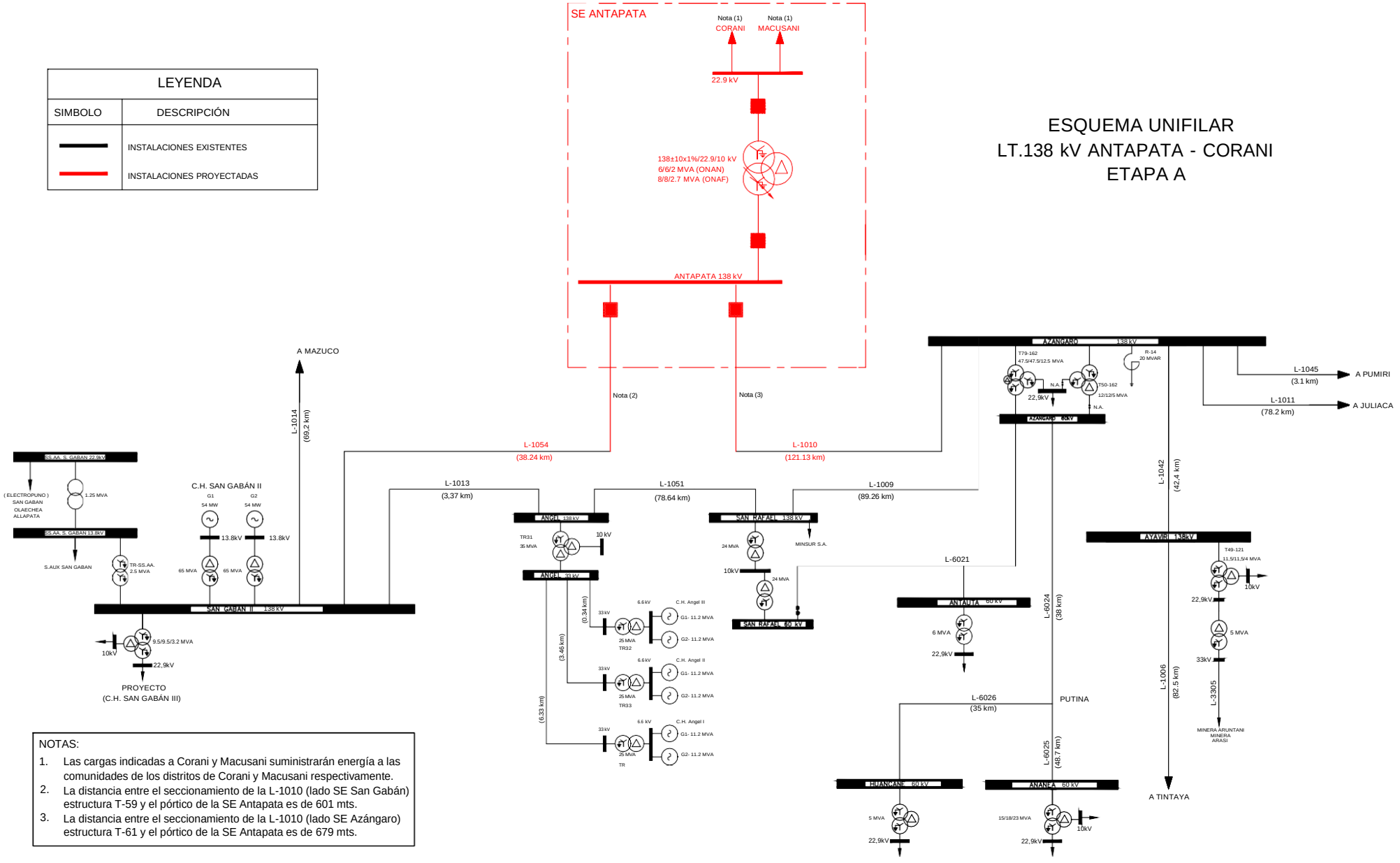
13. IMPACTOS NEGATIVOS DE LAS NUEVAS INSTALACIONES SOBRE LA OPERACIÓN DEL SEIN Y LAS MEDIDAS ADOPTADAS PARA CORREGIRLOS.

El ingreso del proyecto en su **ETAPA A** no genera impactos negativos sobre la operación del SEIN, pues se han obtenido resultados muy similares sin y con el proyecto, asimismo, se ha verificado y propuesto la adecuación del Esquema Especial de Protección de las CH EL Ángel I, II y III, con el fin de garantizar la estabilidad del sistema eléctrico en la zona de influencia.

14. DIAGRAMA UNIFILAR DE LAS NUEVAS INSTALACIONES.

ESQUEMA UNIFILAR
LT.138 kV ANTAPATA - CORANI
ETAPA A

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
▬	INSTALACIONES EXISTENTES
▬	INSTALACIONES PROYECTADAS



NOTAS:

1. Las cargas indicadas a Corani y Macusani suministrarán energía a las comunidades de los distritos de Corani y Macusani respectivamente.
2. La distancia entre el seccionamiento de la L-1010 (lado SE San Gabán) estructura T-59 y el pórtico de la SE Antapata es de 601 mts.
3. La distancia entre el seccionamiento de la L-1010 (lado SE Azángaro) estructura T-61 y el pórtico de la SE Antapata es de 679 mts.

N°. REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	DIS.	DIB.	REV.	APR.	CLIENT.
5	20-11-24	ACTUALIZACIÓN DEL PLANO	ELCTA	K.B.	P.C.	E.H.	—
4	15-03-24	ACTUALIZACIÓN DEL PLANO	ELCTA	K.B.	P.C.	E.H.	—
3	05-12-23	ACTUALIZACIÓN DEL PLANO	ELCTA	K.B.	P.C.	E.H.	—
2	13-04-22	ACTUALIZACIÓN DEL PLANO	PDEP	K.B.	J.G.	P.C.	—
1	16-12-21	ACTUALIZACIÓN DEL PLANO	PDEP	K.B.	J.G.	P.C.	—
0	02-12-21	APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN	PDEP	K.B.	J.G.	P.C.	—
B	05-11-21	EMITIDO PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL CLIENTE	PDEP	K.B.	J.G.	P.C.	—

OBSERVACIONES | N°. REV. | FECHA | PLANO N° | PLANOS DE REFERENCIA

CONFIDENCIAL: ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA SON PROPIEDAD DE ELECTRO ANTAPATA S.A.C. SU USO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN ESTÁ PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACIÓN O ADAPTACIÓN DE LOS DATOS EN EL PLANO SERÁ RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL DE ELECTRO ANTAPATA.

CLIENTE	APROBACIÓN	FECHA	FIRMA
	CLIENTE: A. FRANCO	20-11-24	
	GTE. INGL.:		
	GTE. PROY.:		

ELCTANT	NOMBRES	FECHA	FIRMA
	DISEÑADO POR: ELCTANT	20-11-24	
	DIBUJADO POR: B. BACHMANN	20-11-24	
	REVISADO POR: P. CALLAS	20-11-24	
	APROBADO POR: E. HURTADO	20-11-24	
	GTE. INGL.:		

COD. PROY.: – | PLANO N°.: | ESCALA: –

ELECTRO ANTAPATA

INGENIERIA DE DETALLE L.T.138kV
ANTAPATA – CORANI Y SUBESTACIÓN ANTAPATA

ESQUEMA UNIFILAR
LT.138 kV ANTAPATA – CORANI
ETAPA A

PLANO N°: ELCTANT-COR-LTYSE138-03-310-06-DWG-0115 | REV.: 5

15. CRONOGRAMA LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138KV ANTAPATA – CORANI ETAPA A

Se ha previsto la puesta en servicio para el proyecto LT 138kV Antapata – Corani Etapa A, para el 15 junio 2025. A continuación, pasamos a describir la situación de las principales secciones de obra:

- Derivación LT 138kV San Gabán II – Azángaro (L-1010):
  - Adquisición de las torres (TN1, TN2 y TN5) se ha considerado un plazo de 60 días calendarios. Los demás materiales tal como el conductor, ferretería, aisladores ya se han adquirido y se encuentran en obra.
  - Obras civiles se ha considerado el inicio de esta actividad para el 24 de abril 2025 por un plazo de 35 días calendarios, fecha de culminación para el 28 mayo 2025.
  - Obras electromecánicas se ha considerado el inicio de esta actividad para el 29 de mayo 2025 por un plazo de 15 días calendarios, fecha de culminación para el 12 de junio 2025.

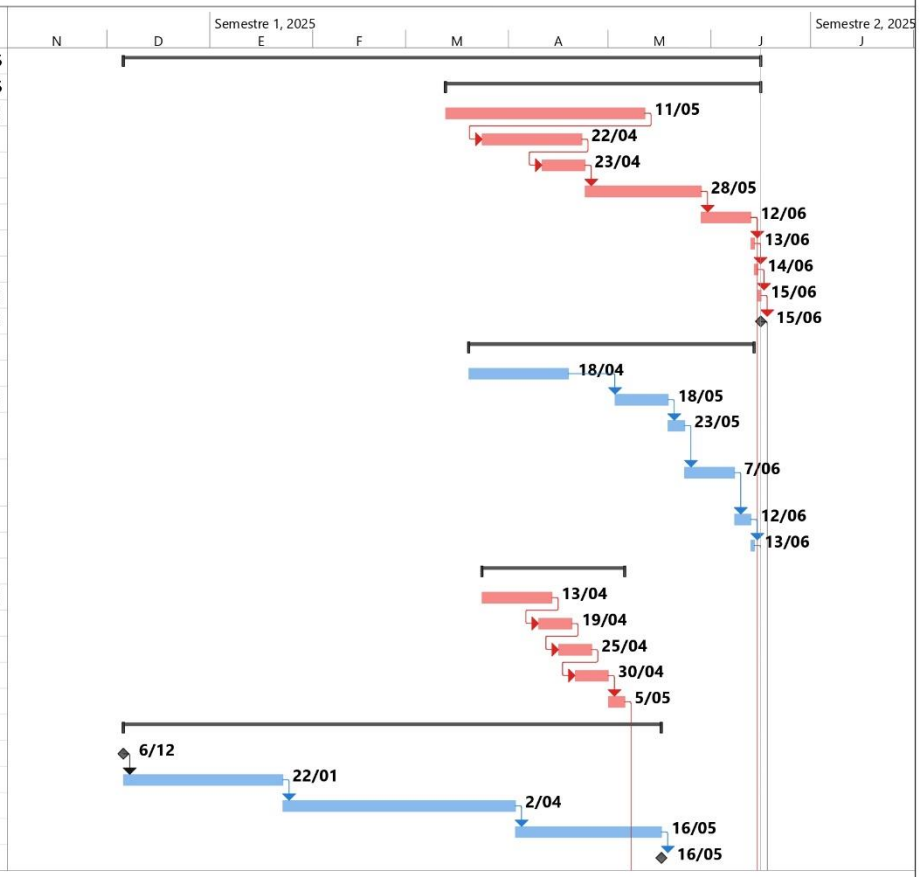
- LT 22.9kV Antapata – V2:
  - Todos los materiales necesarios para el montaje de la LT 22.9kV Antapata – V2 de 2.4km se han adquirido y se encuentran en el almacén en obra.
  - Las estructuras T1 al T7 se encuentran montadas, queda pendiente el Montaje de las estructuras T8 y T9, para esta actividad se ha considerado un plazo de 16 días calendarios.
  - Tendido de cable de guarda OPGW entre T1 y T9 se ha considerado el inicio de esta actividad para el 19 de mayo 2025 por un plazo de 5 días calendarios, fecha de culminación para el 23 mayo 2025.
  - Tendido de conductor AAAC 240mm2 entre T1 y T9 se ha considerado el inicio de esta actividad para el 24 de mayo 2025 por un plazo de 15 días calendarios, fecha de culminación para el 7 junio 2025.

- SE Antapata 138kV:
  - Pruebas de equipo de patio de llaves se ha considerado el inicio de esta actividad para el 10 de abril 2025 por un plazo de 10 días calendarios, fecha de culminación para el 19 abril 2025.

- Pruebas de relés se ha considerado el inicio de esta actividad para el 16 de abril 2025, por un plazo de 10 días calendarios, fecha de culminación para el 25 abril 2025.
- Sistema de Automatización se ha considerado el inicio de esta actividad para el 21 de abril 2025, por un plazo de 10 días calendarios, fecha de culminación para el 30 abril 2025.
- Pruebas COES tiempo real se ha considerado el inicio de esta actividad para el 1 de mayo 2025, por un plazo de 5 días calendarios, fecha de culminación para el 5 mayo 2025.

CRONOGRAMA LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138kV ANTAPATA - CORANI
ETAPA A

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	**Línea de Transmisión 138 kV Antapata - Corani (Etapa**	**192 días**	**vie 6/12/24**	**dom 15/06/25**
2	**Derivación LT 138kV San Gabán - Azángaro (L-1010**	**95 días**	**jue 13/03/25**	**dom 15/06/25**
3	Procura	60 días	jue 13/03/25	dom 11/05/25
4	Ingeniería de Detalle	30 días	lun 24/03/25	mar 22/04/25
5	Obras preliminares	13 días	vie 11/04/25	mié 23/04/25
6	Obras Civiles	35 días	jue 24/04/25	mié 28/05/25
7	Obras Electromecánicas	15 días	jue 29/05/25	jue 12/06/25
8	Conexión a la L-1010/L-1054	1 día	vie 13/06/25	vie 13/06/25
9	Pruebas de Línea	1 día	sáb 14/06/25	sáb 14/06/25
10	Pruebas End to End	1 día	dom 15/06/25	dom 15/06/25
11	Puesta en servicio	0 días	dom 15/06/25	dom 15/06/25
12	**LT 22.9kV Antapata - V2 (2.4km)**	**86 días**	**jue 20/03/25**	**vie 13/06/25**
13	Ingenieria de Detalle	30 días	jue 20/03/25	vie 18/04/25
14	Montaje de estructuras T8 y T9	16 días	sáb 3/05/25	dom 18/05/25
15	Tendido de cable de guarda OPGW entre T1 y T9	5 días	lun 19/05/25	vie 23/05/25
16	Tendido de conductor AAAC 240mm2 entre T1 y T9	15 días	sáb 24/05/25	sáb 7/06/25
17	Montaje de acometida	5 días	dom 8/06/25	jue 12/06/25
18	Pruebas de Línea	1 día	vie 13/06/25	vie 13/06/25
19	**SE Antapata 138kV**	**43 días**	**lun 24/03/25**	**lun 5/05/25**
20	Levantamento de observaciones generales	21 días	lun 24/03/25	dom 13/04/25
21	Pruebas de equipos de patio de llaves	10 días	jue 10/04/25	sáb 19/04/25
22	Pruebas de reles y funcionales	10 días	mié 16/04/25	vie 25/04/25
23	Sistema de automatización	10 días	lun 21/04/25	mié 30/04/25
24	Pruebas COES Tiempo real	5 días	jue 1/05/25	lun 5/05/25
25	**Estudio de Operatividad**	**162 días**	**vie 6/12/24**	**vie 16/05/25**
26	Presentación EO	0 días	vie 6/12/24	vie 6/12/24
27	1era Revisión del EO por el COES	48 días	vie 6/12/24	mié 22/01/25
28	Subsanación de observaciones	70 días	jue 23/01/25	mié 2/04/25
29	2da Revisión del EO por el COES	44 días	jue 3/04/25	vie 16/05/25
30	Aprobación EO	0 días	vie 16/05/25	vie 16/05/25

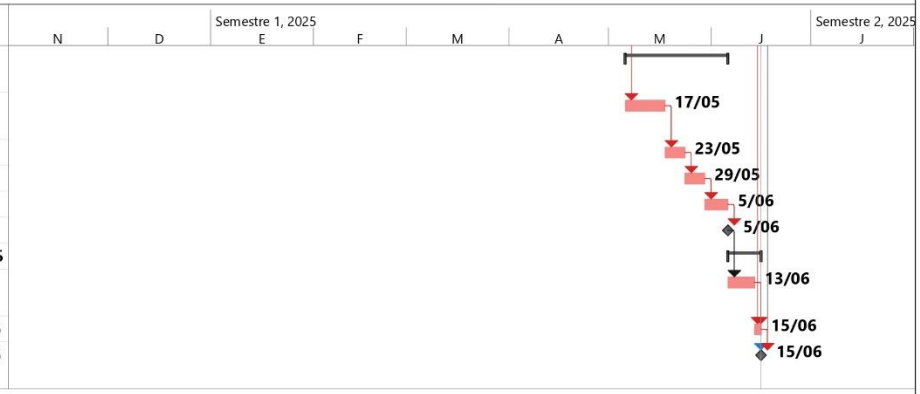


Proyecto: LT 138kV Antapata - Corani Etapa A
Fecha: 26/02/25

Tarea		Hito inactivo		solo el comienzo		División crítica	
División		Resumen inactivo		solo fin		Línea base	
Hito		Tarea manual		Tareas externas		Hito de línea base	
Resumen		solo duración		Hito externo		Resumen de línea base	
Resumen del proyecto		Informe de resumen manual		Fecha límite		Progreso	
Tarea inactiva		Resumen manual		Tareas críticas		Progreso manual	

CRONOGRAMA LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138kV ANTAPATA - CORANI
ETAPA A

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
31	**Obtención de la autorización de conexión para realizar las pruebas de puesta en servicio**	**31 días**	**mar 6/05/25**	**jue 5/06/25**
32	Requisitos para solicitar la autorización de conexión para pruebas de puesta en servicio	12 días	mar 6/05/25	sáb 17/05/25
33	1era Revisión del COES	6 días	dom 18/05/25	vie 23/05/25
34	Subsanación de Observaciones Electroantapata	6 días	sáb 24/05/25	jue 29/05/25
35	2da Revisión del COES	7 días	vie 30/05/25	jue 5/06/25
36	Obtención de la autorización	0 días	jue 5/06/25	jue 5/06/25
37	**Ejecución de las pruebas de puesta en servicio**	**10 días**	**vie 6/06/25**	**dom 15/06/25**
38	Plazo para inicio de pruebas (Plazo máximo 60 dias calendario para iniciar las pruebas)	8 días	vie 6/06/25	vie 13/06/25
39	Duración máxima de las pruebas (10 días calenda	2 días	sáb 14/06/25	dom 15/06/25
40	Culminación de Pruebas de puesta en servicio	0 días	dom 15/06/25	dom 15/06/25



Proyecto: LT 138kV Antapata - Corani Etapa A
Fecha: 26/02/25

Tarea		Hito inactivo		solo el comienzo		División crítica	
División		Resumen inactivo		solo fin		Línea base	
Hito		Tarea manual		Tareas externas		Hito de línea base	
Resumen		solo duración		Hito externo		Resumen de línea base	
Resumen del proyecto		Informe de resumen manual		Fecha límite		Progreso	
Tarea inactiva		Resumen manual		Tareas críticas		Progreso manual	