KIPAQ ENERGÍA S.A.C.

ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD PARA LA CONEXIÓN DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA HUMAY AL SEIN

EXPEDIENTE TÉCNICO

Nº 9-843-5-001-C

VOLUMEN I

RESUMEN EJECUTIVO

PEPSA TECSULT

MIEMBRO DEL GRUPO AECOM

PROYECTOS ESPECIALES PACÍFICO S.A. - PEPSA

Rev.	Fecha	Por	Revisado	Aprobado	Descripción
A	Abril 2023	S.P.	S.P.	M.L.	Revisión interna.
B	Mayo 2023	S.P.	S.P.	M.L.	Emitido para revisión del Cliente.
C	Septiembre 2023	S.P.	S.P.	M.L.	Emisión con Levantamiento de observaciones de COES

ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD PARA LA CONEXIÓN DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA HUMAY AL SEIN

EXPEDIENTE TÉCNICO

Nº 9-843-5-001-C

ÍNDICE GENERAL

VOLUMEN I : RESUMEN EJECUTIVO

VOLUMEN II : INGENIERÍA DEL PROYECTO
PARTE A : C.T. HUMAY

VOLUMEN II : INGENIERÍA DEL PROYECTO
PARTE B : SUBESTACIÓN HUMAY 500 kV

VOLUMEN II : INGENIERÍA DEL PROYECTO
PARTE C : LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

VOLUMEN II : INGENIERÍA DEL PROYECTO
PARTE D : SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES Y CONTROL DIGITAL

VOLUMEN III : ESTUDIOS ELÉCTRICOS
PARTE A : ESTADO ESTACIONARIO Y ESTABILIDAD

VOLUMEN III : ESTUDIOS ELÉCTRICOS
PARTE B : TRANSITORIOS ELECTROMAGNÉTICOS

VOLUMEN III : ESTUDIOS ELÉCTRICOS
PARTE C : ESTUDIO DE RESONANCIA SUBSÍNCRONA

VOLUMEN I
RESUMEN EJECUTIVO

ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD PARA LA CONEXIÓN DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA HUMAY AL SEIN

EXPEDIENTE TÉCNICO

Nº 9-843-5-001-C

VOLUMEN I
RESUMEN EJECUTIVO

INDICE

Pág

CONTENIDO

1. GENERALIDADES 1
1.1 Antecedentes..... 1
1.2 Ubicación del Proyecto 2
1.3 Condiciones Climatológicas..... 3
1.4 Descripción del Proyecto 4
1.4.1 CT HUMAY – Año 2026 Sin SE Bicentenario, Sin CE Los Vientos..... 5
1.4.2 CT HUMAY – Año 2026 Sin SE Bicentenario, Con CE Los Vientos 8
1.4.3 CT HUMAY – Año 2028 Con SE Bicentenario, Sin CE Los Vientos ...11
1.4.4 CT HUMAY – Año 2028 Con SE Bicentenario, Con CE Los Vientos..14
1.5 Puesta en Operación Comercial 17
1.6 Características Generales del Proyecto.....17
2. RESUMEN DE LA INGENIERÍA DEL PROYECTO 19
2.1 Central Térmica Humay.....19
2.1.1 Grupo Turbina-Generador a Gas (GTG).....19
2.1.2 Grupo Turbina-Generador a Vapor (STG) 23
2.2 Líneas de Transmisión 500 kV 27
2.2.1 Concepción del proyecto.....27
2.2.2 Cuadro de vértices de la línea de enlace Humay – L5032 (año 2026)31
2.2.3 Cuadro de vértices de la línea Humay – Bicentenario (año 2028 31
2.2.4 Condiciones de operación.....32
2.2.5 Transposiciones.....32
2.2.6 Selección de Conductor de fases y de comunicaciones (OPGW).....35
2.2.7 Materiales principales.....35
2.3 Subestaciones 500 kV.....36
2.3.1 CT Humay Año 2026 Sin Bicentenario, Sin Los Vientos.....36
2.3.2 CT Humay Año 2026 Sin Bicentenario, Con Los Vientos 53
2.3.3 CT Humay Año 2028 Con Bicentenario, Sin Los Vientos 56
2.3.4 CT Humay Año 2028 Con Bicentenario, Con Los Vientos.....62
2.4 Sistema de Telecomunicaciones y Automatización 66
2.4.1 Sistema de Telecomunicaciones.....66
2.4.2 Sistema de Control Digital. 67
2.4.3 Esquema de Reducción automática de generación por contingencia. 68

3. ESTUDIOS ELÉCTRICOS 71

3.1 Conclusiones del Análisis en Estado Estacionario y Estabilidad 71
3.1.1 Conclusiones del Análisis de Energización y Sincronización 71
3.1.2 Conclusiones del Análisis en Estado Estacionario - Flujo de Potencia 71
3.1.3 Conclusiones del Análisis de Corto Circuito 75
3.1.4 Conclusiones de la Estimación de Estabilidad 77
3.1.5 Conclusiones de la Verificación de Barras 80
3.2 Conclusiones del Análisis de Transitorios Electromagnéticos 82
3.2.1 Estudio de Recierre Monofásico 82
3.2.2 Maniobras en Líneas de Transmisión 83
3.2.3 Solicitación Térmica de los Descargadores de sobretensión 84
3.2.4 Estudios de Solicitaciones Térmicas y Dinámicas en los Reactores de Neutro 85
3.2.5 Sobretensiones por Fenómenos de Resonancia con Fases Abiertas 86
3.2.6 Verificación de Tensiones de Restablecimiento (TRV) 87
3.2.7 Estudios y especificaciones particulares para reactores 88
3.2.8 Energización de transformadores 89
3.3 Conclusiones del Estudio de Resonancia Subsíncrona 89

4. PLANOS 96

5. CRONOGRAMA ESTIMADO DEL INGRESO DEL PROYECTO. 96

6. LISTA DE EQUIPAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS. 96

ÍNDICE – ANEXOS

ANEXO N° 1 : PLANOS
DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELÉCTRICO PROYECTADO
DIAGRAMA UNIFILAR DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

ANEXO N° 2 : CRONOGRAMA ESTIMADO DEL INGRESO DEL PROYECTO

ANEXO N° 3 : LISTA DE EQUIPAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS 2026 SIN PROYECTO S.E. BICENTENARIO SIN PROYECTO C.E. LOS VIENTOS

ANEXO N° 4 : LISTA DE EQUIPAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS 2026 SIN PROYECTO S.E. BICENTENARIO, CON PROYECTO C.E. LOS VIENTOS

ANEXO Nº 5 : LISTA DE EQUIPAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS 2028 CON PROYECTO S.E. BICENTENARIO Y SIN PROYECTO C.E. LOS VIENTOS

ANEXO Nº 6 : LISTA DE EQUIPAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS 2028 CON PROYECTO S.E. BICENTENARIO Y CON PROYECTO C.E. LOS VIENTOS

ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD PARA LA CONEXIÓN DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA HUMAY AL SEIN

EXPEDIENTE TÉCNICO Nº 9-843-5-001-C

RESUMEN EJECUTIVO

1. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

Gaz Et L'energie S.A.C. ("GAZ") ha desarrollado un proyecto de central térmica de Ciclo Combinado que estará ubicado en el distrito de Independencia, provincia de Pisco, región de Ica y que utilizará el gas natural del gasoducto de la empresa Contugas S.A.C. existente en la zona (el "Proyecto Humay").

GAZ gestionó la obtención y es titular de: (i) los permisos de agua necesarios para el desarrollo del Proyecto Humay; (ii) el Estudio de Impacto Ambiental Detallado del Proyecto "Central Térmica Humay", y (iii) el Estudio de Pre Operatividad para la conexión al SEIN del Proyecto Humay, aprobado mediante carta del Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional de fecha 19 de diciembre del 2019 (el "EPO Humay Aprobado"); y (iv) la propiedad de ciertos predios sobre los cuales se desarrollarían algunos componentes del Proyecto Humay.

La adquisición y/u obtención de los activos antes mencionados que comprenden actualmente el Proyecto Humay fue financiada con fondos obtenidos por Energía Green Evolution Sur S.A.C. ("EGES"), accionista mayoritario de GAZ, mediante un financiamiento otorgado por Mitsubishi Hitachi Power Systems Americas, Inc. ("MPWA").

A efectos de garantizar el préstamo otorgado por MPWA bajo el DERA, EGES y GAZ constituyeron una serie de garantías a favor de MPWA, incluyendo el contrato de fideicomiso de fecha 4 de febrero de 2020, suscrito, entre otros, entre GAZ como fideicomitente, MPWA como fideicomisario, La Fiduciaria S.A. como fiduciario, el cual consta inscrito en el Registro de Propiedad Inmueble y Registro Mobiliario de Contratos (en adelante, el "Contrato de Fideicomiso"), en virtud del cual se constituyó el patrimonio fideicometido (el "Patrimonio Fideicometido") a favor del cual GAZ cedió en dominio fiduciario el EPO Humay Aprobado y los demás activos que conforman el Proyecto Humay.

MPWA ha iniciado gestiones a efectos proceder con la ejecución del Patrimonio Fideicometido, conforme a los términos del Contrato de Fideicomiso, con la finalidad de que transferir la titularidad de todos los activos y derechos existentes vinculados al Proyecto Humay, incluyendo el EPO Humay Aprobado, a favor de Kipaq Energía S.A.C. (“KIPAQ"). La transferencia de titularidad se efectuará de conformidad con las disposiciones del contrato de transferencia de titularidad correspondiente y los términos y condiciones pactados entre MPWA, KIPAQ y su matriz, EDF Perú S.A.C.

La Central Térmica está prevista para entrar en funcionamiento con la instalación de un esquema de Ciclo Combinado, con una unidad Turbogenerador a gas (TG) de potencia bruta variable de 383.7 MW hasta 401 MW y una Turbogeneradora a vapor (TV) de potencia bruta variable entre 164.2 MW hasta 173.9 MW (según las condiciones atmosféricas encontradas en el sitio a lo largo del año). La potencia bruta del ciclo combinado completo encontrándose entonces en un rango preliminar de 547 hasta 575 MW[1].

De acuerdo con el Reglamento de Transmisión aprobado por el Decreto Supremo Nº 027-2007-EM, establece con carácter de obligatorio que las nuevas instalaciones que se conecten al sistema de transmisión del SEIN deben elaborar y presentar al COES un Estudio de Pre-Operatividad (EPO).

KIPAQ ha encargado a la empresa PROYECTOS ESPECIALES PACIFICO S.A. (PEPSA TECSULT) la elaboración del Estudio de Pre-Operatividad correspondiente a la CT HUMAY y su interconexión con al SEIN.

1.2 Ubicación del Proyecto

El área del proyecto correspondiente a las instalaciones del proyecto (Central Térmica, Subestación y Líneas de Transmisión) se encuentra ubicada en la Región Ica, Provincia de Pisco, distrito de Independencia.

Este :	396,616	400,000
Norte :	8’483,606	8´487,200

(Datum WGS84, zona 18L)

[1] La potencia propuesta será de 560 MW y será ajustada con valores definitivos en el EO, una vez cerrado el proceso de licitación en curso

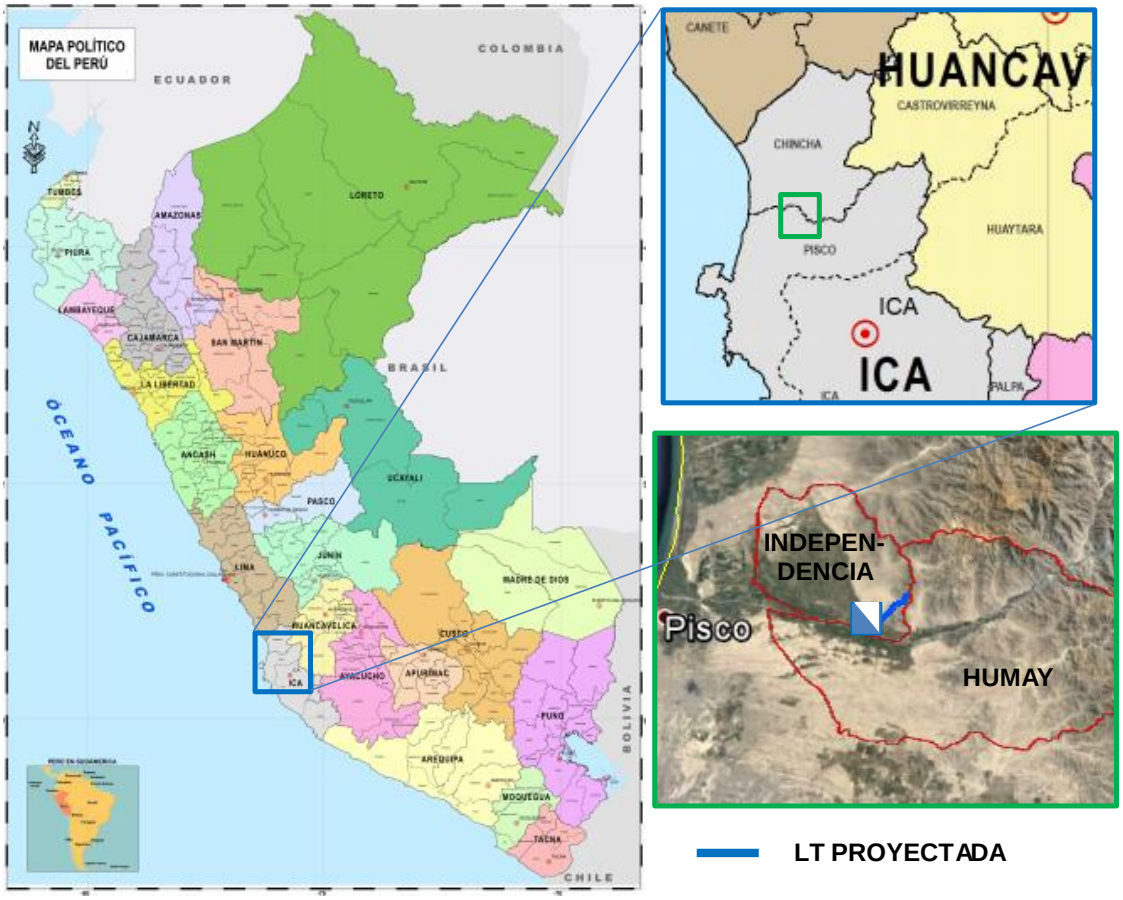


Figura 1-1: Ubicación del proyecto

La principal vía de acceso al proyecto desde la ciudad de Lima es mediante la utilización de la carretera Panamericana Sur. A la altura del kilómetro 227 de la referida carretera, se toma la carretera Los Libertadores unos 20 km hasta una trocha carrozable ubicada a 0,5 km pasando la Subestación Independencia (REP).

Esta trocha recorre junto a un canal de regadío que nos acerca hasta la zona del proyecto de la SE Humay en un recorrido de aproximadamente 1,3 km. A partir de la zona del proyecto de la planta térmica, la trocha continúa su recorrido muy próximo al trazo de ruta del presente proyecto, por lo que puede ser aprovechado para las obras a ejecutar.

1.3 Condiciones Climatológicas

La ciudad de Pisco tiene un clima templado, desértico y oceánico con temperaturas altas y bajas durante todo el año, presenta también frecuentemente en épocas del año los

denominados vientos Paracas que alcanzan velocidades de más de 70 km/h en varias localidades.

Las temperaturas máxima y mínima registradas en la zona son de 34 ºC y de 7 ºC respectivamente, así como una temperatura promedio de 23 °C. La lluvia es casi inexistente con un promedio anual de 1.5 mm.

1.4 Descripción del Proyecto

Los criterios adoptados para el desarrollo del Proyecto son aquellos que permiten cumplir con los lineamientos establecidos en el Procedimiento COES PR-20, correspondiente a la calificación de “Sistema de Transmisión Troncal Nacional (STTN)”.

De acuerdo con las coordinaciones efectuadas con el COES para el desarrollo de los proyectos CT HUMAY y SE BICENTENARIO, se ha visto por conveniente que el proyecto de la CT HUMAY se implemente inicialmente (año 2026) seccionando la línea L-5032 Chilca – Poroma 500 kV con una línea derivación doble terna 500 kV y la SE Humay 500 kV adyacente a la CT Humay. Posteriormente, cuando se implemente la SE BICENTENARIO 500/220 kV (año 2028), desde el mismo punto de derivación inicial de la CT HUMAY saldría la línea de derivación doble terna 500 kV para la conexión de la SE BICENTENARIO a la línea L-5032. En ese momento la SE HUMAY se conectaría a las barras de la SE BICENTENARIO por intermedio una línea independiente de doble terna 500 kV. Adicionalmente para ambas etapas se considera la posibilidad que el proyecto de la CE Los Vientos sea implementado.

A continuación, se presenta la descripción de las instalaciones de la CT Humay en los siguientes casos solicitados por COES:

- CT Humay Año 2026 Sin Bicentenario, Sin Los Vientos
- CT Humay Año 2026 Sin Bicentenario, Con Los Vientos
- CT Humay Año 2028 Con Bicentenario, Sin Los Vientos
- CT Humay Año 2028 Con Bicentenario, Con Los Vientos

1.4.1 CT HUMAY – Año 2026 Sin SE Bicentenario, Sin CE Los Vientos

Para este caso las instalaciones a ser implementadas serían las siguientes de acuerdo con la figura 1-2:

- Central Térmica HUMAY, con un esquema de Ciclo Combinado, con una unidad Turbogenerador a gas (TG) de 21 kV con una potencia bruta variable de 383.7 MW hasta 401 MW y un Turbogenerador a vapor (TV) de 16 kV con una potencia bruta variable entre 164.2 MW hasta 173.9 MW La potencia bruta del ciclo combinado completo encontrándose entonces en un rango preliminar de 547 hasta 575 MW [2]. Cada grupo contará con un transformador de potencia elevador a 500 kV y de potencia apropiada a cada grupo.

- Para la interconexión de la C.T. Humay al SEIN se tiene previsto la implementación de la S.E. Humay 500 kV, con equipamiento del tipo aislada en aire (AIS) en un esquema de doble barra con interruptor y medio para instalación al exterior. La subestación contará con dos (02) diámetros: un primer diámetro para la llegada del transformador elevador del turbogenerador a gas (GTG) de la C.T. Humay y la conexión de la L.T. 500 kV Humay – Poroma; y un segundo diámetro para la llegada del transformador elevador del turbogenerador a vapor (STG) de la C.T. Humay y la conexión de la L.T. 500 kV Humay – Chilca.

- La interconexión entre los transformadores elevadores de las unidades GTG y STG con las correspondientes llegadas a la SE Humay se realizarán cada una con un circuito con cable de energía aislado, del tipo unipolar con conductor de cobre, con aislamiento XLPE 500/290 kV, sección 1000 mm^2, con una capacidad de transporte a 50°C de 707 A, pantalla metálica de cobre de 240 mm^2, cubierta externa de PVC y para las condiciones de instalación. El circuito para la interconexión con el transformador elevador de la unidad de vapor (STG) tendrá una longitud aproximada de 235 m y el circuito para la interconexión con el transformador elevador de la unidad de gas (GTG) tendrá una longitud aproximada de 435 m.

[2] Ver comentario en nota (1) pag. 2

- Una línea de transmisión de doble terna en 500 kV, de aproximadamente 5 km de longitud, para la interconexión al SEIN, para ello se seccionará la línea de transmisión existente L-5032 Chilca - Poroma (358 km) de “Atlantica Transmisión Sur” entre las estructuras T-339 (P1) y T-340 (P2), formando los nuevos enlaces LT 500 kV Humay – Chilca (173 km) por un lado y la LT 500 kV Humay – Poroma (195 km) por el otro lado.

- Con el seccionamiento de la LT 500 kV Chilca – Poroma, en los nuevos tramos Chilca – Humay y Humay – Poroma, se ha llegado a la conclusión que es viable operar con los reactores de línea existentes de 200 MVAR en el lado de la S.E. Chilca y en el lado de la S.E. Poroma. Los cálculos que sustentan esta configuración se encuentran en el Volumen III Estudios Eléctricos B1 -parte1 Estudios de transitorios Electromagnéticos que forma parte del expediente. En consecuencia, no se requerirá para esta etapa la instalación de reactores de línea ni de compensación serie en la S.E. Humay.

- Se implementarán los sistemas de protección, control, medición, comunicaciones, pórticos y barras, puesta a tierra, servicios auxiliares, obras civiles y las que correspondan para la correcta operación de la Subestación Humay 500 kV en AIS.

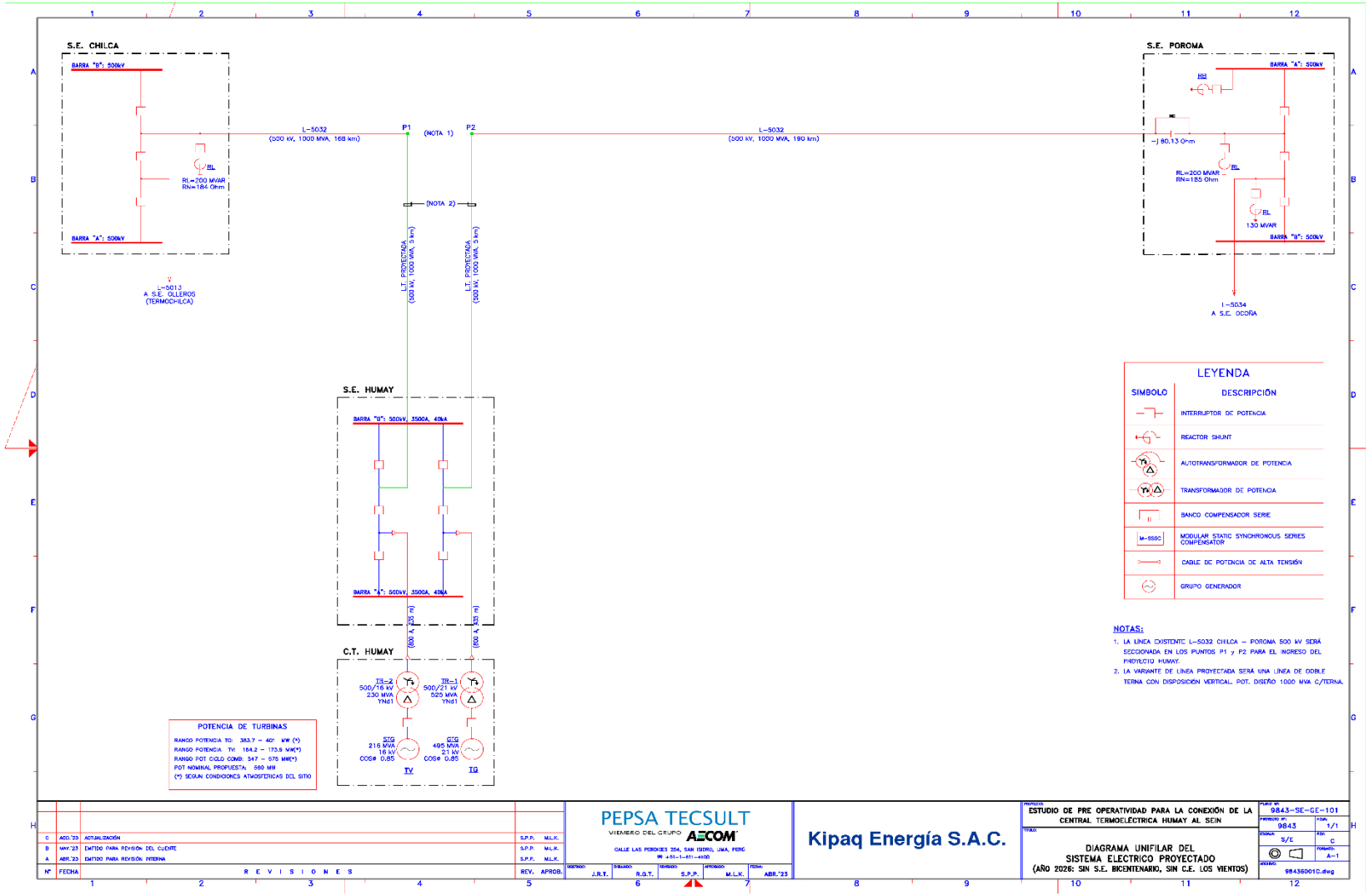


Figura 1-2: Diagrama Unifilar del Sistema del Proyecto - Año 2026 (Sin S.E. Bicentenario, Sin C.E. Los Vientos)

1.4.2 CT HUMAY – Año 2026 Sin SE Bicentenario, Con CE Los Vientos

En este caso se tiene previsto el proyecto de una futura Central Eólica denominada "C.E. Los Vientos" en el marco del desarrollo de los proyectos C.T. Humay y S.E. Bicentenario. Por lo tanto, considerando previamente el Proyecto C.E. Los Vientos, el Proyecto de la C.T. Humay llevaría a cabo su implementación seccionando la línea Chilca – Gamonal 500 kV a través de una derivación de línea de doble terna en 500 kV. Esta derivación permitiría la conexión de la línea a la S.E. Humay 500 kV.

En este contexto, de acuerdo con el diagrama unifilar de la Figura 1-3, las instalaciones de la S.E. Humay, así como la C.T. Humay y sus Interconexiones tendrán las mismas características detalladas en el Numeral 1.4.1 salvo que la referencia a Poroma sea ahora Gamonal.

En resumen, es relevante señalar que se llevará a cabo la implementación de las siguientes instalaciones:

- Una línea de transmisión de doble terna en 500 kV, de aproximadamente 5 km de longitud, para la interconexión al SEIN, para ello se seccionará la línea de transmisión Chilca - Gamonal (271.56 km) entre las estructuras T-339 (P1) y T-340 (P2), formando los nuevos enlaces LT 500 kV Humay – Chilca (173 km) por un lado y la LT 500 kV Humay – Gamonal (108.56 km) por el otro lado.

- Con el seccionamiento de la LT 500 kV Chilca – Gamonal, en los nuevos tramos Chilca – Humay y Humay – Gamonal, se ha llegado a la conclusión que es viable operar con los reactores de línea del proyecto Los Vientos en las subestaciones Chilca y Gamonal, y no se requerirá la instalación de reactores de línea ni compensación serie en la S.E. Humay. Los cálculos que sustentan esta configuración se encuentran en el Volumen III Estudios Eléctricos B1 parte1 Estudios de transitorios Electromagnéticos que forma parte del expediente. Con el proyecto Los Vientos se reemplaza el reactor de línea de Chilca de 200 Mvar a 150 Mvar y el reactor de Poroma de 200 Mvar queda fuera de servicio. Adicionalmente, en el lado de la S.E. Gamonal se dispondrá del reajuste de impedancia del dispositivo proyectado FACTS (M-SSSC) y la puesta en servicio de sus Reactores de línea de 61 MVAR y 89 MVAR.

- Se implementarán los sistemas de protección, control, medición, comunicaciones, pórticos y barras, puesta a tierra, servicios auxiliares, obras civiles y las que correspondan para la correcta operación de la S.E. Humay 500 kV.

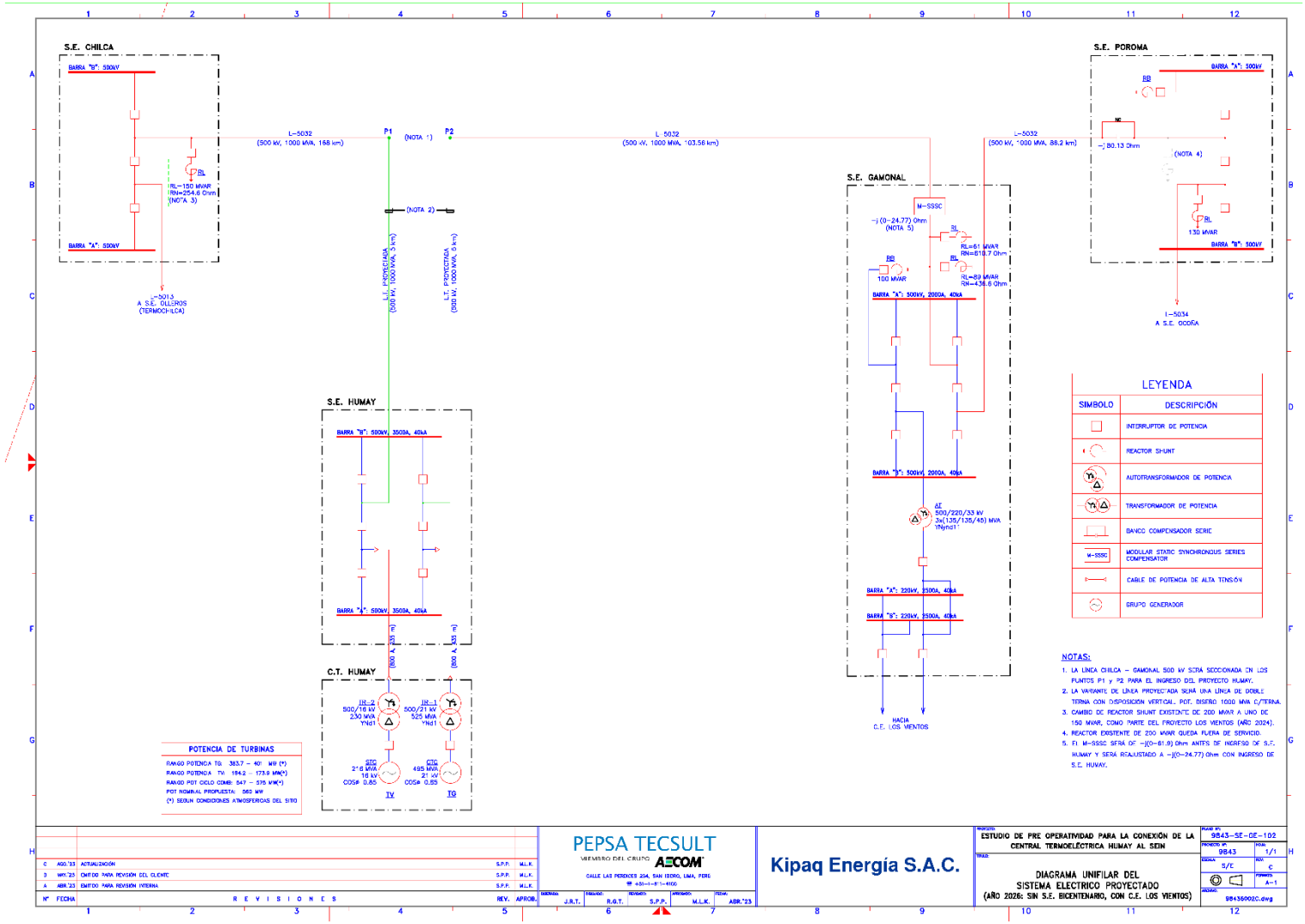


Figura 1-3: Diagrama Unifilar del Sistema del Proyecto - Año 2026 (Sin S.E. Bicentenario, Con C.E. Los Vientos)

1.4.3 CT HUMAY – Año 2028 Con SE Bicentenario, Sin CE Los Vientos

En este caso en una etapa posterior al proyecto de la C.T. Humay, se tiene planeado el ingreso del proyecto de la S.E. Bicentenario de 500/220 kV. Este plan conllevará a la implementación de la línea de derivación de doble terna en 500 kV a la SE Bicentenario desde los mismos puntos de seccionamiento en la línea L-5032 Chilca – Poroma de 500 kV establecidos en el Año 2026 para el proyecto de la C.T. Humay, según lo indicado en el Numeral 1.4.1 anterior. Esta derivación permitirá la conexión de la línea a la S.E. Bicentenario.

Adicionalmente, la S.E. Humay modificará su conexión existente con la línea L-5032 Chilca – Poroma, para establecer una nueva conexión directa con la S.E Bicentenario a través de una línea de doble terna en 500 kV.

En este contexto, de acuerdo con el diagrama unifilar de la Figura 1-4, las instalaciones de la S.E. Humay conservarán las mismas características que las establecidas en el Año 2026

En resumen, es relevante señalar que se llevará a cabo la implementación de las siguientes instalaciones:

- Como parte del proyecto Bicentenario, una línea de transmisión de doble terna en 500 kV, de aproximadamente 4.8 km de longitud, para la interconexión al SEIN de la SE Bicentenario. La derivación de la línea existente L-5032 Chilca - Poroma (358 km) sería en los mismos puntos de seccionamiento original de la línea a SE Humay, entre las estructuras T-339 (P1) y T-340 (P2), formando los nuevos enlaces LT 500 kV Bicentenario – Chilca (172.8 km) por un lado y la LT 500 kV Bicentenario – Poroma (194.8 km) por el otro lado.
- Una línea de transmisión de doble terna en 500 kV, de aproximadamente 0.9 km de longitud, para la interconexión entre la S.E. Humay y S.E. Bicentenario.
- La S.E. Bicentenario como parte de su proyecto contará con las bahías de salida de líneas correspondientes para la conexión con la S.E. Chilca y S.E. Poroma, con sus correspondientes reactores de línea y compensación serie. Además, se ampliará la S.E. Bicentenario con dos (02) diámetros correspondientes para la conexión de la línea doble terna a la S.E. Humay.

- Con la implementación de la S.E. Bicentenario y la conexión de la SE Humay a ella, no se requerirá la instalación de reactores de línea ni compensación serie en la S.E. Humay. Como parte del proyecto Bicentenario, se trabajará con los reactores de línea proyectados de 97 MVAR en el lado de la S.E. Chilca y 110 MVAR en el lado de la S.E. Poroma, que reemplazarán a los Reactores de línea existentes de 200 MVAR en ambos extremos. Adicionalmente, en la S.E. Bicentenario se dispondrá de dispositivos FACTS (M-SSSC) junto con Reactores de línea de 97 MVAR y 110 MVAR en las salidas a Chilca y Poroma. Estos equipos forman parte del Proyecto Bicentenario.

- Adecuaciones y/o modificaciones que sean requeridas en los sistemas de protección, control, medición y comunicaciones actuales en la S.E. Humay para la adecuada coordinación con la S.E. Bicentenario.

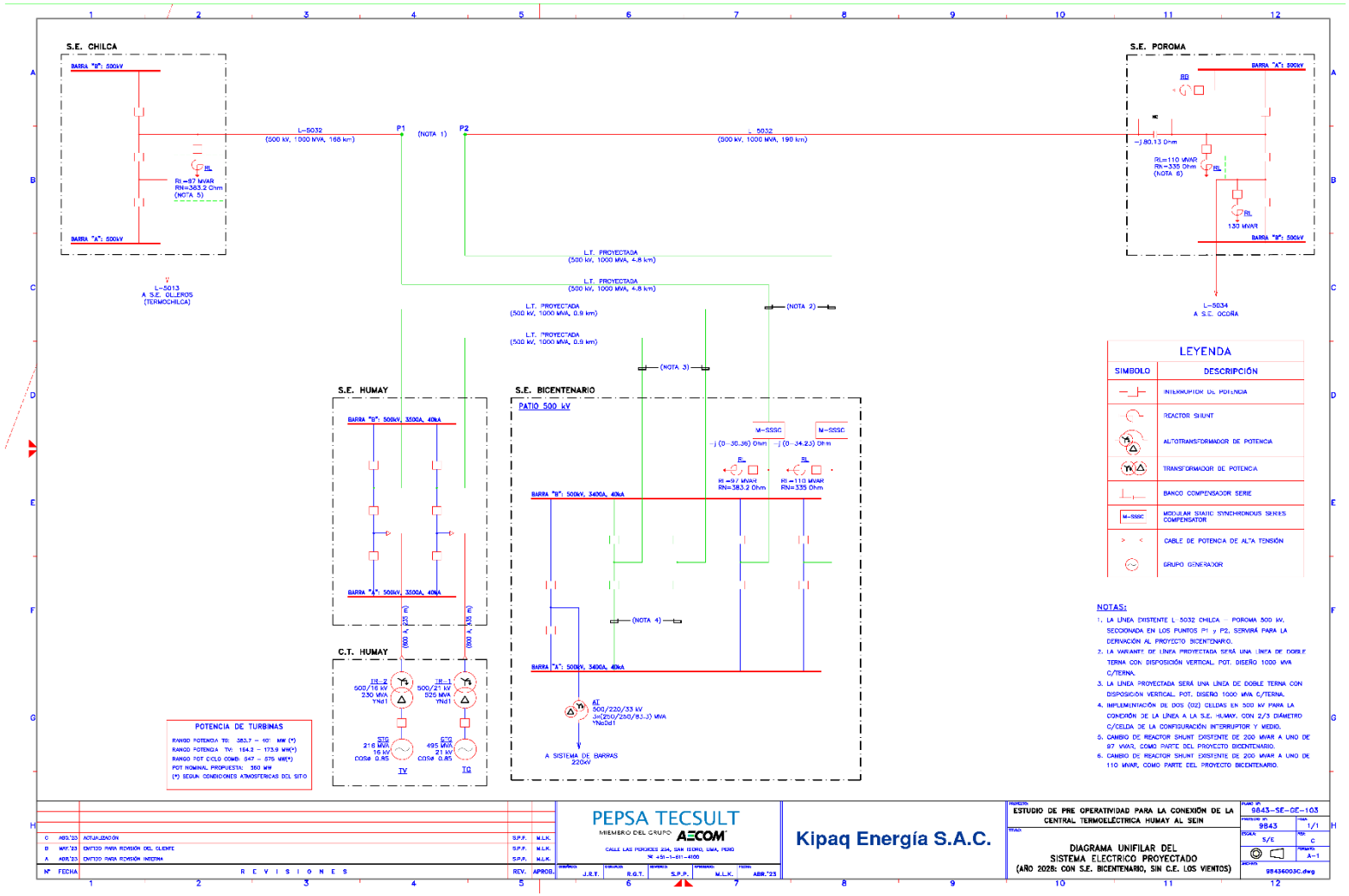


Figura 1-4: Diagrama Unifilar del Sistema del Proyecto - Año 2028 (Con S.E. Bicentenario, Sin C.E. Los Vientos)

1.4.4 CT HUMAY – Año 2028 Con SE Bicentenario, Con CE Los Vientos

En este caso en una etapa posterior al proyecto de la C.T. Humay, se tiene planeado el ingreso del proyecto de la S.E. Bicentenario de 500/220 kV. Este plan conllevará a la implementación de la línea de derivación de doble terna en 500 kV a la SE Bicentenario desde los mismos puntos de seccionamiento en la línea L-5032 Chilca – Gamonal de 500 kV establecidos en el Año 2026 para el proyecto de la C.T. Humay, según indicado en Numeral 1.4.2. Esta derivación permitirá la conexión de la línea a la S.E. Bicentenario.
Adicionalmente, la S.E. Humay modificará su conexión existente con la línea Chilca – Gamonal para establecer una nueva conexión directa con la S.E Bicentenario a través de una línea de doble terna en 500 kV.
En este contexto, de acuerdo con el diagrama unifilar de la Figura 1-5, las instalaciones de la S.E. Humay conservarán las mismas características que las establecidas en el Año 2026.

En resumen, es relevante señalar que se llevará a cabo la implementación de las siguientes instalaciones:

- Como parte del proyecto Bicentenario, una línea de transmisión de doble terna en 500 kV, de aproximadamente 4.8 km de longitud, para la interconexión al SEIN de la SE Bicentenario. La derivación de la línea Chilca - Gamonal (271.56 km) sería en los mismos puntos de seccionamiento original de la línea a SE Humay, entre las estructuras T-339 (P1) y T-340 (P2), formando los nuevos enlaces LT 500 kV Bicentenario – Chilca (172.8 km) por un lado y la LT 500 kV Bicentenario – Gamonal (108.36 km) por el otro lado.

- Una línea de transmisión de doble terna en 500 kV, de aproximadamente 0.9 km de longitud, para la interconexión entre la S.E. Humay y S.E. Bicentenario.

- La S.E. Bicentenario como parte de su proyecto contará con las bahías de salida de líneas correspondientes para la conexión con la S.E. Chilca y S.E. Gamonal, con sus correspondientes reactores de línea y compensación serie. Además, se ampliará la S.E. Bicentenario con dos (02) diámetros correspondientes para la conexión de la línea doble terna a la S.E. Humay.

- Con la implementación de la S.E. Bicentenario y la conexión de la SE Humay a ella, no se requerirá la instalación de reactores de línea ni compensación serie en la S.E. Humay. Como parte del proyecto Bicentenario, se trabajará con el reactor de línea proyectado de 97 MVAR en el lado de la S.E. Chilca, que reemplazará al Reactor de línea de 150 MVAR existente en ese momento. En simultáneo, el Reactor de línea de 200 MVAR en el lado de S.E. Poroma mantendrá su estado fuera de servicio. Adicionalmente, en el lado de la S.E. Bicentenario se dispondrá del reajuste de impedancia de los dispositivos proyectados FACTS (M-SSSC) junto con Reactores de línea de 97 MVAR y 61 MVAR en las salidas a Chilca y Gamonal. Estos equipos forman parte del Proyecto Bicentenario. Mientras que, en el lado de la S.E. Gamonal se dispondrá del reajuste de impedancia del dispositivo FACTS (M-SSSC) y la puesta en servicio de su Reactor de línea de 61 MVAR.

- Adecuaciones y/o modificaciones que sean requeridas en los sistemas de protección, control, medición y comunicaciones actuales en la S.E. Humay para la adecuada coordinación con la S.E. Bicentenario.

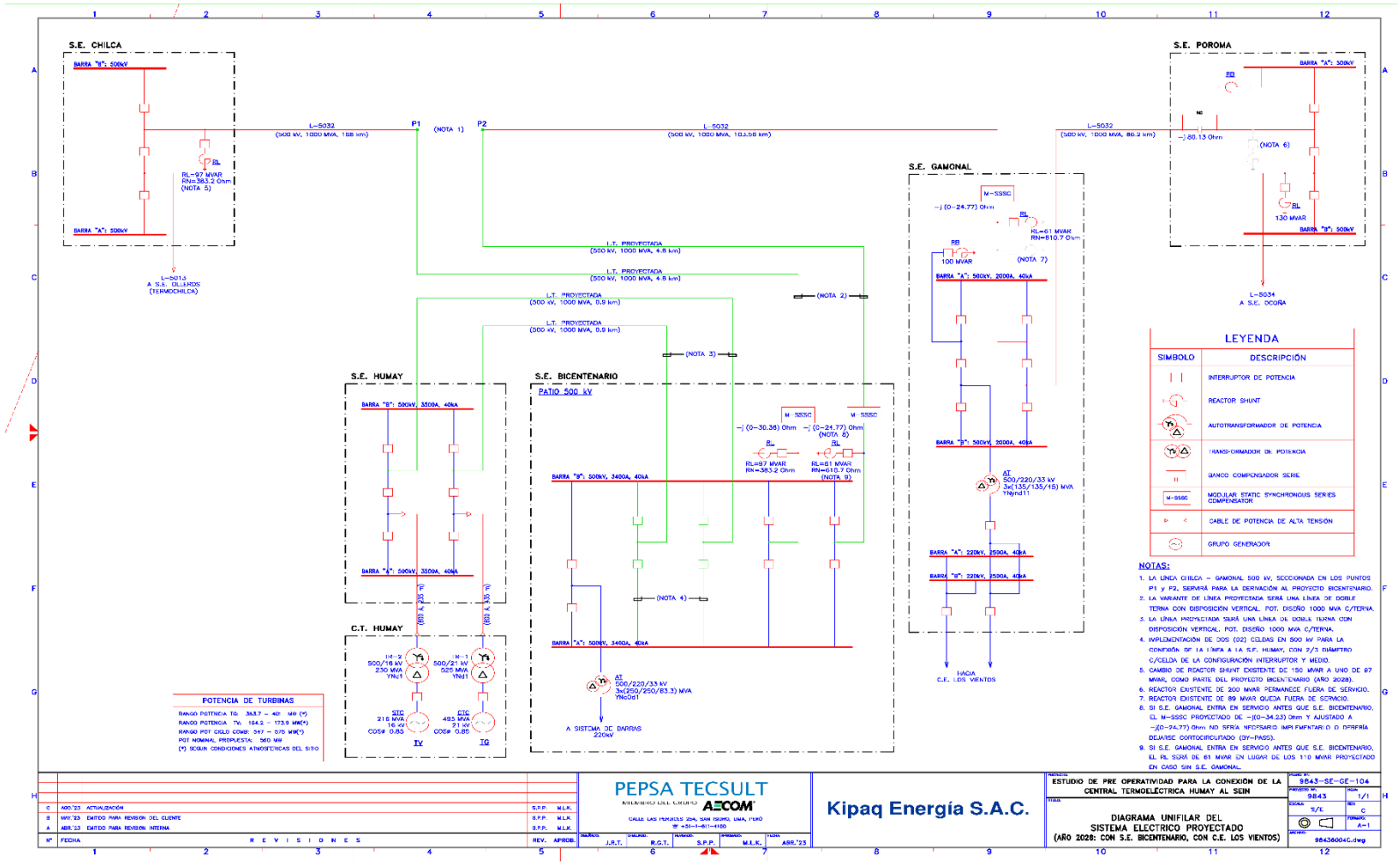


Figura 1-5: Diagrama Unifilar del Sistema del Proyecto - Año 2028 (Con S.E. Bicentenario, Con C.E. Los Vientos)

1.5 Puesta en Operación Comercial

La puesta en operación comercial de la Central Termoeléctrica Humay está prevista para llevarse a cabo en el primer trimestre del año 2026.

1.6 Características Generales del Proyecto

Las principales características del sistema eléctrico para el desarrollo del proyecto se presentan en el Cuadro 1-1, a continuación:

Cuadro 1-1- Características del sistema eléctrico

Descripción	Unidad	C.T. Humay (GTG)	C.T. Humay (GTV)	S.E. Humay 500 kV
Tensión nominal	kV	16	21	500
Tensión asignada del equipo	kV	17.5	24	550
Frecuencia asignada	Hz	60	60	60
Sistema de puesta a tierra		Transformador de neutro con resistencia secundaria	Transformador de neutro con resistencia secundaria	Sólido
Número de fases		3	3	3
Niveles de aislamiento:				
a) Tensión soportada asignada al impulso tipo rayo (LWIL)	kV	110	125	1550
b) Tensión soportada asignada al impulso tipo maniobra (SWIL)	kV	------	------	1175
c) Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial	kV	50	60	620
Corriente de corta duración admisible asignada	kA	63	80	40
Duración del cortocircuito asignada	s	1	1	1
Distancia de fuga unitaria	mm/kV	31	31	31

2. RESUMEN DE LA INGENIERÍA DEL PROYECTO

A continuación, se presenta una breve descripción de las instalaciones del Proyecto, según los alcances que se presentaron en el numeral 1.4 “Descripción del Proyecto”.

2.1 Central Térmica Humay

La Central termoeléctrica contará con un bloque de turbina a gas en ciclo combinado la misma que comprende una turbina a gas con su generador (GTG), un generador de vapor con recuperación de calor (HRSG) y una turbina de vapor con su generador (STG).

2.1.1 Grupo Turbina-Generador a Gas (GTG)

Los datos principales de la Turbina a Gas son los siguientes:

DESCRIPCION	VALOR
Fabricante / Modelo	Mitsubishi M501JAC Versión 2022
Tipo de operación	Ciclo Combinado con STG
Número de etapas	3
Configuración	Eje único, 2 cojinetes
Velocidad de operación	3600 rpm
Combustible	Gas natural
Potencia Nominal	383.7 – 401 MW (*)
Equipo de arranque	Convertidor de frecuencia estático (SFC)
Secciones de la turbina gas	- Sección del compresor - Sección de combustión - Sección de turbina - Sección de escape de gases
Descarga de gases	Al generador de vapor con recuperación de calor (HRSG)
(*) Rango potencia bruta según condiciones atmosféricas del sitio	

Los principales datos del generador son los siguientes:

DESCRIPCION	VALOR
Tipo	Generador Síncrono AC de rotor cilíndrico, montaje horizontal, con estructura a prueba de explosiones.
Normas	IEEE C50.13
Numero de fases	3
Potencia Nominal	495 MVA
Factor de potencia en atraso	0.85
Tensión Nominal	21 kV
Frecuencia	60 Hz
Corriente Nominal	13 609 A
Tipo de excitación	Excitación estática por tiristores
Velocidad	3600 rpm
Numero de polos	2
Sistema enfriamiento	Hidrogeno
Reactancia síncrona directa (Xd)	2.21 (No saturada) 1.83 (saturada)
Reactancia síncrona quadratura (xq)	2.15 (No saturada) 1.61 (saturada)
Reactancia transitoria directa (X'd)	0.305 (No saturada) 0.268 (Saturada)
Reactancia transitoria Quadratura (X'q)	0.476 (No saturada) 0.419 (Saturada)
Reactancia subtransitoria directa(X''d)	0.238 (No saturada) 0.209 (Saturada)
Reactancia subtransitoria quadratura (X''q)	0.231 (No saturada) 0.203 (Saturada)

El eje de la Turbina TG contará con un sistema de protección de estrés torsional de tipo GE "TSR" o equivalente. Sera presentado en el EO el modelo especifico.

Los datos principales del transformador elevador serán:

DESCRIPCION		VALOR
Tipo		Trifásico, inmerso en aceite.
Normas		IEC
Numero de arrollamientos		2
Tipo enfriamiento		ONAN – ONAFI - ONAFII
Potencia Nominal a 40ºC:		315 / 420 / 525 MVA
Frecuencia		60 Hz
Tensión nominal (HV)		500 kV
Tensión nominal (LV)		21 kV
Grupo Conexión		YNd1
Tensión de cortocircuito a 75ºC a tensión y potencia nominal (incluido tolerancias)		14.2 % ± 7.5 %
Cambiador de tomas bajo carga (OLTC) en AT		± 10 x1%
Tensión sostenimiento a frecuencia industrial – 1 minuto (*)	HV	630 kVrms
	LV	38 kVrms
Tensión sostenimiento al impulso atmosférico 1.2x50us (*)	HV	1550 kVp
	LV	95 kVp
Puesta a tierra neutro HV		Sólida
(*) Valor preliminar a ser confirmado por el EPC.		

A continuación, se presentan los datos principales del Interruptor de Generador:

DESCRIPCION	DATOS TECNICOS
Tipo	Interruptor de Generador
Operación	Tripolar
Altura de instalación	335.1 msnm
Norma Técnica	IEC/IEEE 62271-37-013
Clase de capacidad de interrupción	G2
Tensión de servicio	21 kV
Tensión máxima de servicio	22 kV
Tensión máxima del equipo	24 kV
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 ms	125 kVp
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	60 kV rms
Frecuencia nominal	60 Hz
Corriente nominal en servicio continuo	15000 A
Corriente de corte nominal de cortocircuito (1s)	80 kA
Asimetría	130%
Sincronización fuera de fase	180°
Cámara de interrupción: - Medio de extinción del arco	 SF6
Instalación	Exterior
Dispositivo de mando: - Funcionamiento - Tipo de mecanismo de operación - Tensión auxiliar	 Tripolar Por resortes hidro-mecánico 110 Vcc
Refrigeración	Aire Natural

2.1.2 Grupo Turbina-Generador a Vapor (STG)

Los datos principales de la Turbina a Vapor son los siguientes:

DESCRIPCION	VALOR
Fabricante / Modelo	Mitsubishi SRT-40
Tipo de operación	Ciclo Combinado con GTG y HRSG
Número de etapas	3 etapas (Alta Presión - HP, Presión intermedia - IP y Baja Presión -LP)
Configuración	HP, IP y LP en un único cilindro formando una única turbina a vapor compacta.
Velocidad de operación	3600 rpm
Combustible	Vapor del HRSG
Potencia Nominal	164.2 – 173.9 MW (*)
(*) Rango potencia bruta según condiciones atmosféricas del sitio	

Los datos principales del Generador son los siguientes:

DESCRIPCION	VALOR
Tipo	Generador Síncrono AC de rotor cilíndrico, montaje horizontal.
Normas	ANSI
Numero de fases	3
Potencia Nominal	216 MVA
Factor de potencia en atraso	0.85
Tensión Nominal	16 kV
Frecuencia	60 Hz
Corriente Nominal	7 794 A
Tipo de excitación	Excitación estática por tiristores
Velocidad	3600 rpm
Numero de polos	2
Sistema enfriamiento	Aire
Reactancia síncrona directa (Xd)	1.89 (No saturada) 1.67 (saturada)
Reactancia síncrona quadratura (xq)	1.82 (No saturada) 1.37 (saturada)
Reactancia transitoria directa (X'd)	0.209 (No saturada) 0.184 (Saturada)
Reactancia transitoria Quadratura (X'q)	0.372 (No saturada) 0.327 (Saturada)
Reactancia subtransitoria directa(X''d)	0.158 (No saturada) 0.139 (Saturada)
Reactancia subtransitoria quadratura (X''q)	0.153 (No saturada) 0.135 (Saturada)

El eje de la Turbina TV contará con un sistema de protección de estrés torsional de tipo GE "TSR" o equivalente. Sera presentado en el EO el modelo especifico.

Los datos principales del transformador elevador serán:

DESCRIPCION		VALOR
Tipo		Trifásico, inmerso en aceite.
Normas		IEC
Numero de arrollamientos		2
Tipo enfriamiento		ONAN – ONAFI - ONAFII
Potencia Nominal a 40ºC:		138 / 184 / 230 MVA
Frecuencia		60 Hz
Tensión nominal (HV)		500 kV
Tensión nominal (LV)		16 kV
Grupo Conexión		YNd1
Tensión de cortocircuito a 75ºC a tensión y potencia nominal (incluido tolerancias)		14.0 % ± 7.5 %
Cambiador de tomas bajo carga (OLTC) en AT		± 10 x1%
Tensión sostenimiento a frecuencia industrial – 1 min (*)	HV	630 kVrms
	LV	38 kVrms
Tensión sostenimiento al impulso atmosférico 1.2x50us (*)	HV	1550 kVp
	LV	95 kVp
Puesta a tierra neutro HV		Sólida
(*) Valor preliminar a ser confirmado por el EPC.		

A continuación se presentan los datos principales del Interruptor de Generador:

DESCRIPCION	DATOS TECNICOS
Tipo	Interruptor de Generador
Operación	Tripolar
Altura de instalación	335.1 msnm
Norma Técnica	IEC/IEEE 62271-37-013
Clase de capacidad de interrupción	G2
Tensión de servicio	16 kV
Tensión máxima de servicio	17 kV
Tensión máxima del equipo	17.5 kV
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 ms	110 kVp
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	50 kV rms
Frecuencia nominal	60 Hz
Corriente nominal en servicio continuo	10000 A
Corriente de corte nominal de cortocircuito (1s)	63 kA
Asimetría	130%
Sincronización fuera de fase	180°
Cámara de interrupción: - Medio de extinción del arco	 SF6
Instalación	Exterior
Dispositivo de mando: - Funcionamiento - Tipo de mecanismo de operación - Tensión auxiliar	 Tripolar Por resortes hidro-mecánico 110 Vcc
Refrigeración	Aire Natural

2.2 Líneas de Transmisión 500 kV

2.2.1 Concepción del proyecto

La línea L-5032 pasa cerca de la SE Humay, estando la zona más cercana aproximadamente a 5 km de distancia. La línea L-5032 es de simple terna, en disposición horizontal y tiene 2 cables de guarda (uno OPGW y otro alumoweld).

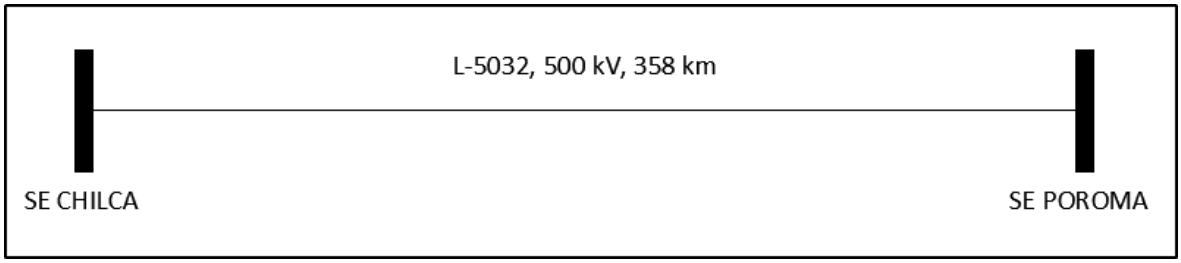


Figura 2-1 Instalación actual

El planteamiento del presente proyecto consiste en hacer un seccionamiento a la línea L-5032 en el vano mencionado, para que a partir de allí se extienda su recorrido aproximadamente en 5 km hacia la SE Humay, en estructuras de doble circuito.

Desde el punto de seccionamiento sólo se va a extender a la línea L-5032 una longitud de 5 km por circuito, utilizando los mismos tipos de conductores y cables de guarda OPGW de la línea existente.

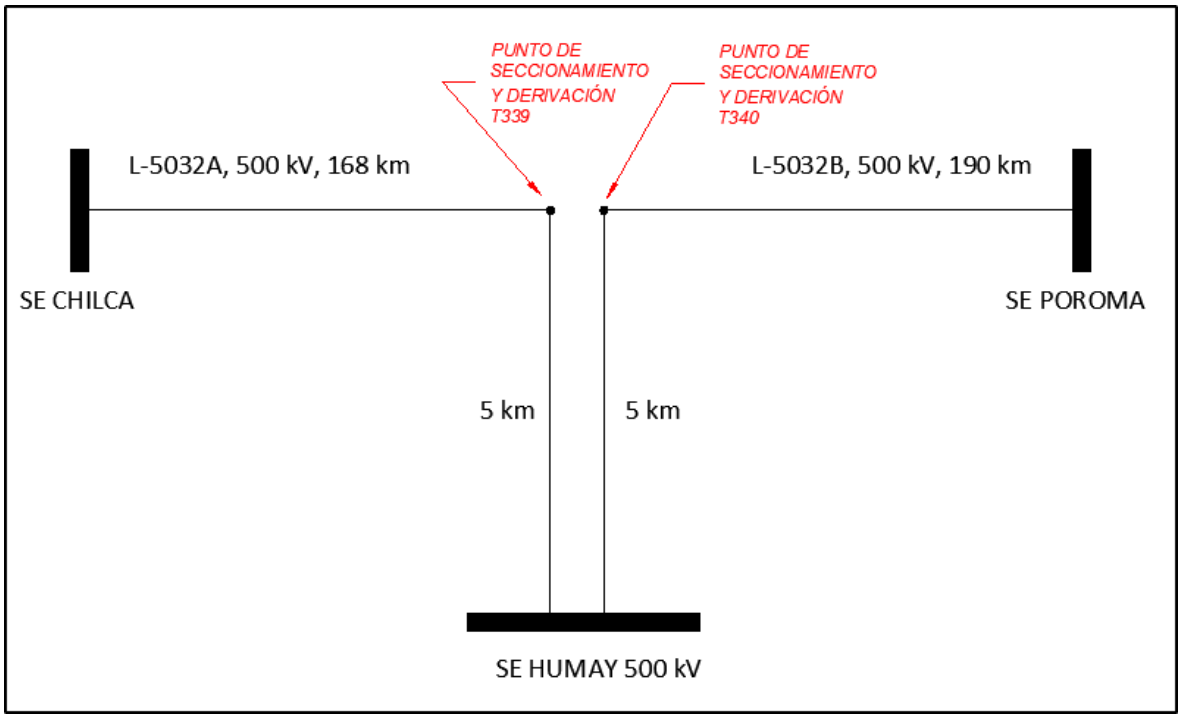


Figura 2-2 Instalación con proyecto Humay 500 kV.
Longitud proyectada de L-5032A: 168 km + 5 km = 173 km
Longitud proyectada de L-5032B: 190 km + 5 km = 195 km
(Las denominaciones finales de las líneas Chilca – Humay y Humay Poroma las definirá en COES.)

La entrada del proyecto dividirá a la línea L-5032 en dos tramos: Chilca – Humay y Humay – Poroma. Cada uno de estos tramos deberá de considerar en su etapa de ejecución la implementación de un ciclo de transposiciones completas, conforme al procedimiento PR20 del COES. En la sección C2 del presente documento (Estudios de Diseño de la Línea de Transmisión) se da mayor detalle acerca de las transposiciones.

El presente proyecto considera para un futuro la entrada de la Subestación Bicentenario, la cual se conectará al SEIN en 500 kV mediante un seccionamiento y derivación en π de la línea L-5032. En este esquema, la SE Humay cambiará su conexión (dejará de conectarse a la línea L-5032 y se conectará a la SE Bicentenario en 500 kV).

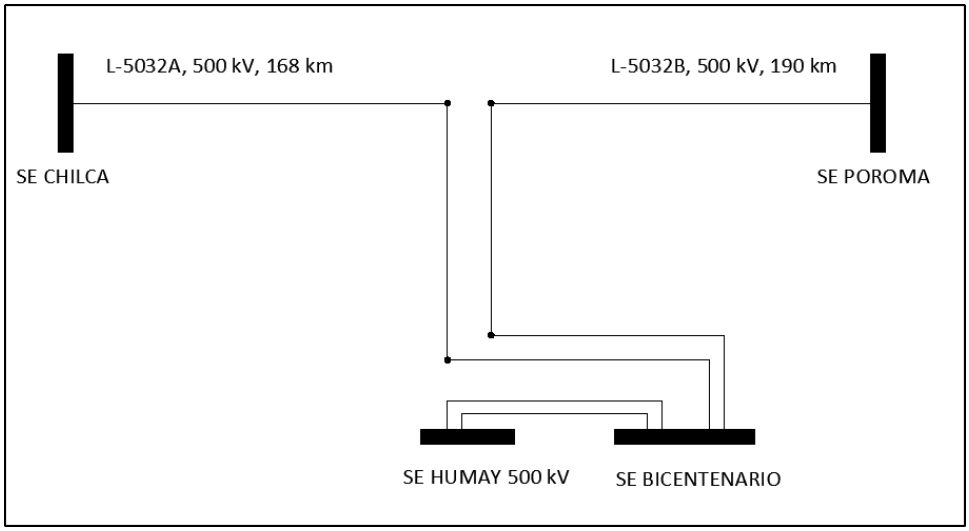


Figura 2-3 Esquema propuesto con la SE Bicentenario.

Las características principales de la línea en el tramo proyectado será la misma que la de la línea L-5032 existente:

Cuadro 2.1 Características principales de la línea en el tramo proyectado

Característica	LT Enlace Humay – L5032	LT Humay - Bicentenario
Tensión nominal	500 kV	500 kV
Tensión de operación máxima	550 kV	550 kV
Longitud del tramo	5 km	0.9 km
Potencia de diseño (Ampacidad)	1000 MVA en operación normal (**) 1000 MVA + 30% en emergencia, por 30 minutos.	1000 MVA en operación normal 1000 MVA + 30% en emergencia, por 30 minutos.
Frecuencia	60 Hz	60 Hz
Número de circuitos	2 (tramo de derivación en PI, de la línea L-5032)	2 (enlace Humay - Bicentenario)
Tipo de estructuras	Torres metálicas de acero galvanizado, autosoportadas.	Torres metálicas de acero galvanizado, autosoportadas.
Conductor	ACAR 750 MCM (*)	ACAR 750 MCM
Número de conductores por fase	4 (*)	4
Cable de guarda 1	OPGW 120 mm², 70 kAs²(*)	OPGW 120 mm², 70 kAs²
Cable de guarda 2	OPGW 120 mm², 70 kAs²(*)	OPGW 120 mm², 70 kAs²

(*) Materiales iguales a la línea existente para tramos cercanos a subestaciones. En el numeral 10 del presente documento se detallan las características de los materiales principales.

(**) Acorde al Contrato de Concesión de la línea L-5032 (Contrato de Concesión "Línea de Transmisión SGT 500 kV Chilca - Marcona - Montalvo"), la potencia de transmisión es 700 MVA; la potencia de diseño por limite térmico debe ser mayor a 1000 MVA en condiciones de operación normal, y deberá poder soportar una sobrecarga no menor al 30% en emergencia por 30 minutos. El diseño del tramo de 5 km mantiene las mismas características.

2.2.2 Cuadro de vértices de la línea de enlace Humay – L5032 (año 2026)

Cuadro 2.2 Cuadro de vértices de la línea de enlace Humay – L5032 (año 2026)

CUADRO DE VERTICES					
SISTEMA DE COORDENADAS UTM WGS84 (ZONA 18 Sur)					
ENLACE HUMAY - CHILCA			ENLACE HUMAY - POROMA		
VERTICE	ESTE	NORTE	VERTICE	ESTE	NORTE
Pórtico SE Humay (Hacia Chilca)	396304	8483827	Pórtico SE Humay (Hacia Poroma)	396323	8483808
V-01	396356	8483859	V-01	396356	8483859
V-02	396637	8483941	V-02	396637	8483941
V-03	397639	8484793	V-03	397639	8484793
V-04	398293	8485681	V-04	398293	8485681
V-05	399417	8486142	V-05	399417	8486142
V-06	399623	8486761	V-06	399623	8486761
V-07N	399667	8486933	V-07S	399736	8486851
TORRE T-339 (L-5032)	399453	8487192	TORRE T-340 (L-5032)	399883	8486673
Longitud	5.2 km		Longitud	5.0 km	

2.2.3 Cuadro de vértices de la línea Humay – Bicentenario (año 2028)

Cuadro 2.3 Cuadro de vértices de la línea Humay – Bicentenario (año 2028)

ENLACE HUMAY - BICENTENARIO 500 kV CUADRO DE VERTICES					
SISTEMA DE COORDENADAS UTM WGS84 (ZONA 18 Sur)					
ENLACE 1 HUMAY - BICENTENARIO			ENLACE 2 HUMAY - BICENTENARIO		
VERTICE	ESTE	NORTE	VERTICE	ESTE	NORTE
Pórtico 1 SE Humay	396304	8483827	Pórtico 2 SE Humay	396323	8483808
E-01	396356	8483859	V-01	396356	8483859
E-02	396637	8483941	V-02	396637	8483941
E-03	396756	8483984	V-03	396756	8483984
E-04	396906	8483696	V-04	396906	8483696
Pórtico 1 SE Bicentenario	396851	8483666	Pórtico 2 SE Bicentenario	396877	8483640
Longitud	0.9 km		Longitud	0.9 km	

2.2.4 Condiciones de operación

El tramo de línea del Proyecto Conexión de la Central Térmica Humay al SEIN se ha diseñado considerando los siguientes parámetros de operación:

Cuadro 2.4 Parámetros de Condiciones de Operación

Tensión nominal	500 kV
Tensión de operación máxima	550 kV
Potencia de diseño (Ampacidad)	1000 MVA en operación normal (**) 1000 MVA + 30% en emergencia, por 30 minutos.
Frecuencia	60 Hz

(**) Igual que la línea L-5032 existente. Acorde al Contrato de Concesión de la línea L-5032 (Contrato de Concesión "Línea de Transmisión SGT 500 kV Chilca - Marcona - Montalvo"), la potencia de transmisión es 700 MVA; la potencia de diseño por limite térmico debe ser mayor a 1000 MVA en condiciones de operación normal, y deberá poder soportar una sobrecarga no menor al 30% en emergencia por 30 minutos.

2.2.5 Transposiciones

La actual línea L-5032 Chilca – Poroma tiene un ciclo de transposiciones completa. La entrada del proyecto Humay dividirá a la línea L-5032 en dos tramos, tal como se ha descrito anteriormente.

Cada uno de estos tramos deberá considerar en su etapa de ejecución la implementación de un ciclo de transposiciones completas, conforme al procedimiento PR20 del COES.

Nota: Existe un proyecto de generación eólica denominada “Central Eólica Los Vientos”, el cual tiene su conexión prevista mediante una línea a la futura subestación Gamonal 500/220 kV, con ubicación en Ocucaje (Ica). Se presenta a continuación las distancias para las transposiciones para los 2 casos del proyecto Humay (sin Los Vientos – Gamonal, y con Los Vientos – Gamonal).

Casos año 2026 (sin SE Bicentenario):

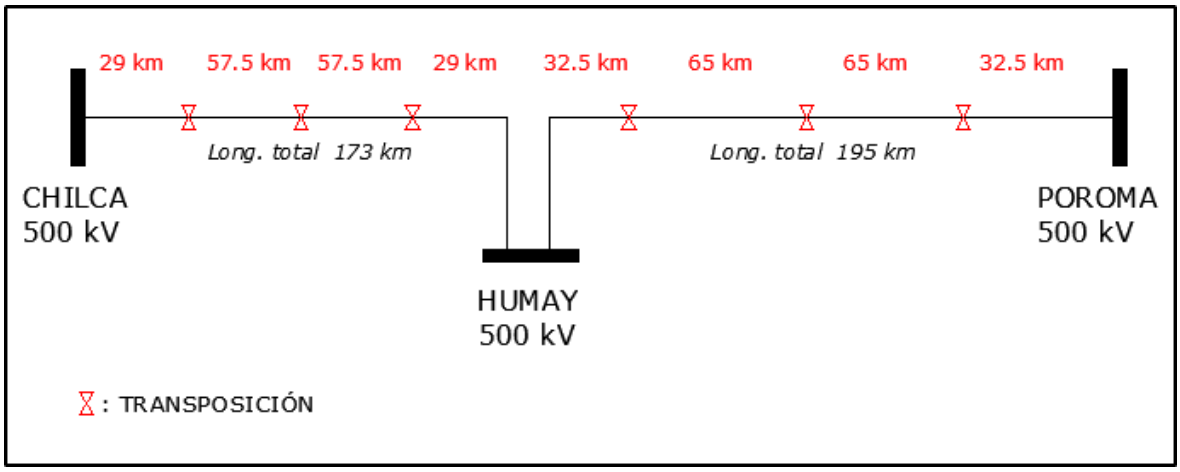


Figura 2-4 Distancias para transposiciones de la línea L-5032, con proyecto Humay. (Sin subestación Gamonal)

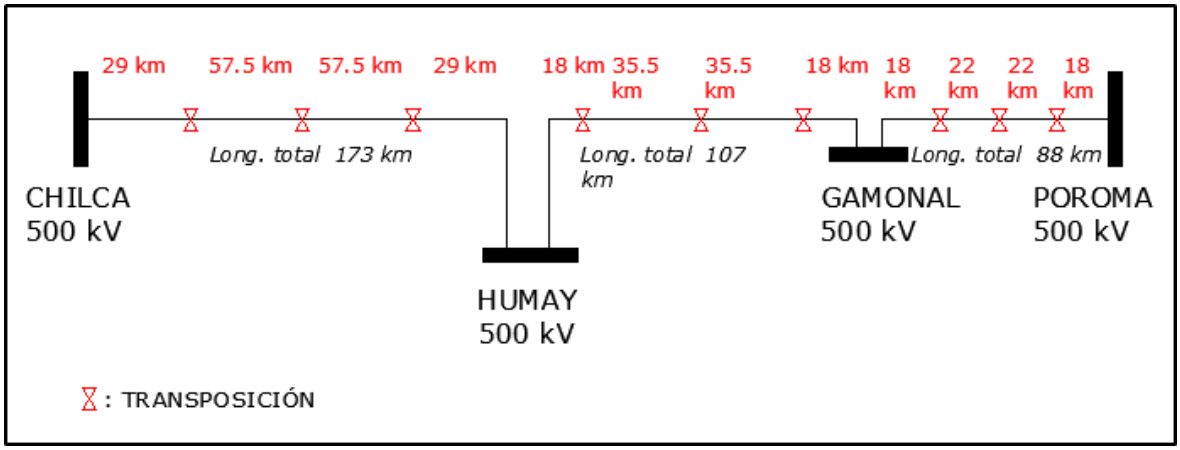


Figura 2-5 Distancias para transposiciones de la línea L-5032, con proyecto Humay. (Con subestación Gamonal)

Casos año 2028 (con SE Bicentenario):

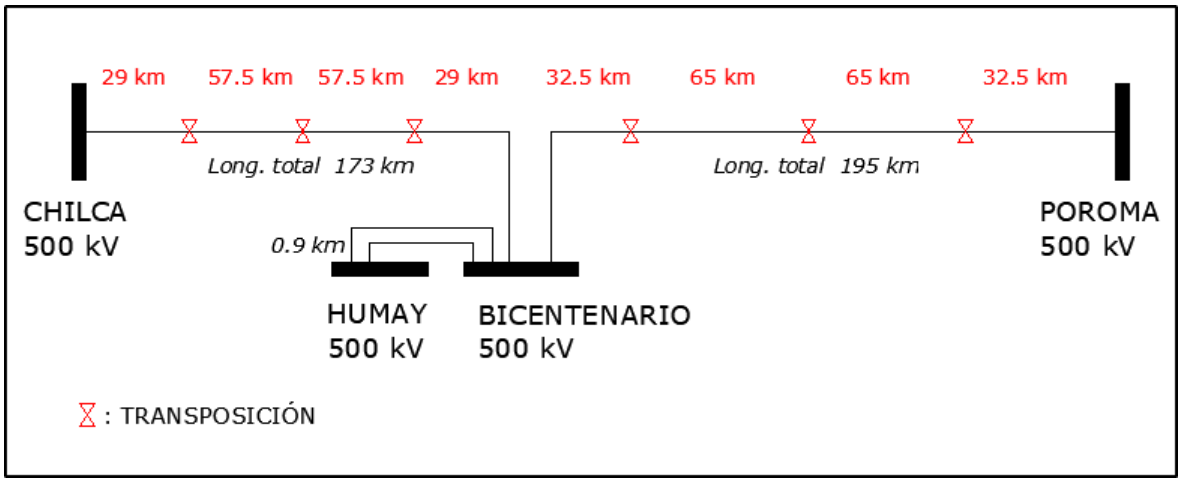


Figura 2-6 Distancias para transposiciones de la línea L-5032, con proyecto Humay y Bicentenario.

(Sin subestación Gamonal)

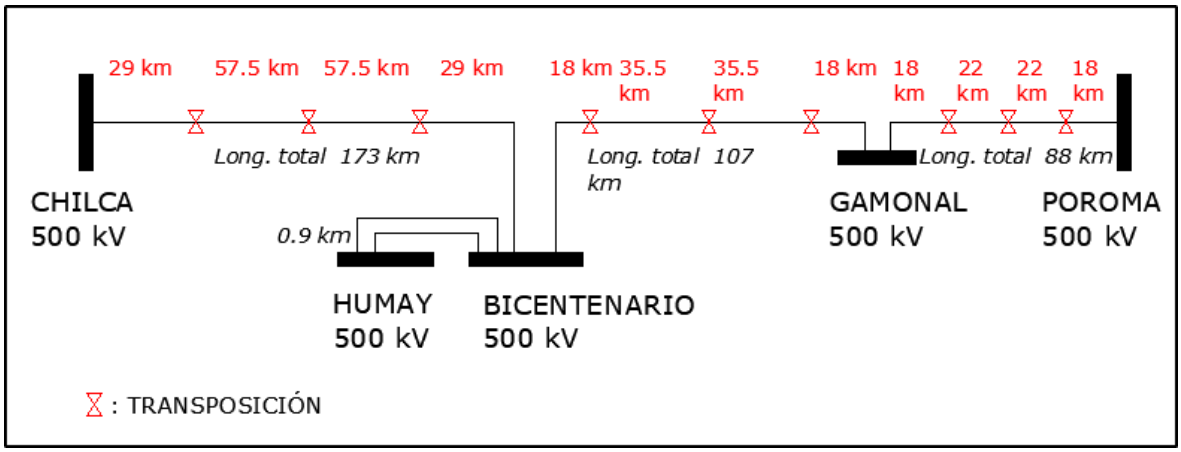


Figura 2-7 Distancias para transposiciones de la línea L-5032, con proyecto Humay y Bicentenario.

(Con subestación Gamonal)

2.2.6 Selección de Conductor de fases y de comunicaciones (OPGW)

El proyecto considera el uso de los mismos tipos y sección de conductor de fases de la línea L-5032. Así mismo, se considera 2 cables OPGW con características funcionales equivalentes que los de la línea existente.

2.2.7 Materiales principales

Estructuras

Las estructuras serán torres metálicas autosoportadas, de acero galvanizado en caliente. Estarán preparadas para llevar 2 circuitos en disposición vertical cada uno. Llevarán también 2 cables de guarda (uno para cada circuito).

Cadenas de aisladores

Aisladores	Material: vidrio templado. Tipo: antifog. Paso y diámetro: 170 x 320 mm. Línea de fuga 545 mm.
Cadenas de suspensión	Conformadas por 32 unidades de aisladores.
Cadenas de anclaje	Conformadas por 33x2 unidades de aisladores.

Conductor de fase

Conductor	Tipo: ACAR Sección: 750 MCM (380 mm²) Diámetro: 25.32 mm

Cable OPGW

Cable de comunicaciones	Tipo: OPGW Sección: 120 mm² o equivalente Diámetro: 13.2 mm

2.3 Subestaciones 500 kV

A continuación, se presenta la descripción de las instalaciones de las subestaciones en 500 kV de la CT Humay en los siguientes casos:

- CT Humay Año 2026 Sin Bicentenario, Sin Los Vientos
- CT Humay Año 2026 Sin Bicentenario, Con Los Vientos
- CT Humay Año 2028 Con Bicentenario, Sin Los Vientos
- CT Humay Año 2028 Con Bicentenario, Con Los Vientos

2.3.1 CT Humay Año 2026 Sin Bicentenario, Sin Los Vientos

2.3.1.1 Descripción de las instalaciones

La CT HUMAY contará con una subestación de 500 kV del mismo nombre que la central. La subestación estará adyacente a las instalaciones de la planta y será una subestación de maniobra, de configuración de doble barra con interruptor y medio; será del tipo convencional aislada en aire (AIS). La subestación servirá de patio de llaves donde se conectarán las llegadas en 500 kV de cada grupo generador – transformador de la planta térmica y las salidas de la LT 500 kV Humay – Chilca y la LT 500 kV Humay - Poroma.

La subestación Humay contará con el equipamiento e instalaciones que se describen a continuación:

a. Descripción General.

La Subestación Humay será del tipo convencional, aislada en aire (AIS), para instalación exterior, 550 kV, de doble barra con esquema de interruptor y medio, con tensión de sostenimiento de maniobra de 1,175 kVp, tensión sostenimiento al impulso atmosférico de 1,550 kVp, corriente nominal en barras de 3500 A y en los diámetros de 2,500 A, corriente cortocircuito 40 kA (1 seg), preparada para albergar inicialmente los siguientes equipamientos:

El primer diámetro, con equipamiento completo, tendrá habilitadas las dos bahías; una de ellas será la llegada del transformador elevador del turbogenerador a gas (GTG) de la C.T. Humay, mientras que la otra bahía corresponderá a la salida de la línea de transmisión en 500 kV Humay – Poroma.

El segundo diámetro, con equipamiento completo, tendrá habilitadas las dos bahías; una de ellas será la llegada del transformador elevador del turbogenerador a vapor (STG) de la C.T. Humay, mientras que la otra bahía corresponderá a la salida de la línea de transmisión en 500 kV Humay – Chilca.

b. Equipos de Patio

El equipamiento del patio de llaves de 500 kV estará conformado por los siguientes equipos:

Diámetro N° 01: Línea a S.E. Poroma – C.T. Humay (GTG):

- Dos (02) seccionadores tripolares de barra del tipo semipantógrafo vertical.
- Cuatro (04) seccionadores tripolares tipo semipantógrafo vertical de conexión a contacto sobre tubo.
- Seis (06) transformadores de corriente de cinco núcleos, tipo pedestal.
- Tres (03) transformadores de corriente de siete núcleos, tipo pedestal.
- Un (01) interruptor uni-tripolar de potencia de tanque vivo.
- Dos (02) interruptores uni-tripolares de potencia de tanque vivo con mando sincronizado.
- Dos (02) seccionadores tripolares de línea tipo semipantógrafo con cuchilla de puesta a tierra.
- Seis (06) transformadores de tensión de dos núcleos del tipo capacitivo.
- Seis (06) pararrayos de óxido metálico.
- Tres (03) terminales exteriores de cable de potencia, tipo pedestal.
- Dos (02) trampas de onda, tipo pedestal.

Diámetro N° 02: Línea a S.E. Chilca – C.T. Humay (STG):

- Dos (02) seccionadores tripolares de barra del tipo semipantógrafo vertical.

- Cuatro (04) seccionadores tripolares tipo semipantógrafo vertical de conexión a contacto sobre tubo.
- Seis (06) transformadores de corriente de cinco núcleos, tipo pedestal.
- Tres (03) transformadores de corriente de siete núcleos, tipo pedestal.
- Un (01) interruptor uni-tripolar de potencia de tanque vivo.
- Dos (02) interruptores uni-tripolares de potencia de tanque vivo con mando sincronizado.
- Dos (02) seccionadores tripolares de línea tipo semipantógrafo con cuchilla de puesta a tierra.
- Seis (06) transformadores de tensión de dos núcleos del tipo capacitivo.
- Seis (06) pararrayos de óxido metálico.
- Tres (03) terminales exteriores de cable de potencia, tipo pedestal.
- Dos (02) trampas de onda, tipo pedestal.

Barras:

- Seis (06) transformadores de tensión de dos núcleos del tipo capacitivo.

Los equipos de patio de llaves 500 kV estarán diseñados considerándose la categoría de corrosividad atmosférica C5-I, según ISO 9223.
Las conexiones entre los equipos, las barras 500 kV y las salidas a las líneas aéreas serán mediante conductores de aleación de aluminio (AAC), cuyas características principales se indican en el literal g) del Numeral 3.1.12 de este documento.

Así mismo, los enlaces entre la S.E. Humay y la C.T. Humay se realizarán mediante cables de potencia en 500 kV monopolares, de cobre electrolítico, aislamiento XLPE, con características principales que se indican en el Literal h) del Numeral 3.1.12 de este documento.

La S.E. Humay contará con dos (02) Casetas de Campo y un (01) Edificio de Control. En ellas, se localizarán los equipos de control, medición y protección asociados a los diámetros proyectados del patio de llaves, además de contar con cargadores – rectificadores, banco de baterías y tableros de distribución para los servicios auxiliares CA y CC.

El equipamiento principal de la S.E. Humay se muestra en el Volumen II -Parte B

SE HUMAY - Anexo N° 1.1, Plano N° 9843-SE-EM-101 “Subestación Humay 500 kV - Diagrama Unifilar General”

c. Espacios de reserva.

En la Subestación Humay se está considerando espacio de reserva para un diámetro completo.

d. Estructuras metálicas.

Estructuras metálicas para soporte de barras y templas, y de los soportes de los diferentes equipos que conformarán la subestación, así como de los pórticos de salida de las Líneas de Transmisión en 500 kV. Los soportes y pórticos contarán con un galvanizado mayor al que indica la norma ASTM A123 de acuerdo con la zona y la ingeniería del proyecto.

e. Sistemas de barras y conexiones primarias.

Sistema de barras y conexiones primarias entre equipos y bajantes; compuesta por haz de 2 conductores por fase, separados 400 mm, conductor de aleación de aluminio AAC 1500 mm2 y conectores anti corona.

f. Sistema de aterramiento.

El sistema de aterramiento comprende la implementación del sistema de red de tierra profunda y del sistema de tierra superficial necesario de ejecutar para garantizar la correcta puesta a tierra de equipos, estructuras, tableros, cerco metálico, etc. El diseño de la malla será de acuerdo con las Normas ANSI/IEEE Std 80 y 81, tomando en cuenta su conexión con la malla de tierra de toda la central térmica.

g. Sistema de protección.

Los sistemas de protección a ser implementados estarán de acuerdo con las recomendaciones del PR-20 y para el caso de las líneas de transmisión que serán seccionadas cumplirán también con el esquema de protecciones existentes en dichas líneas.

El sistema de protecciones incluido en la SE Humay contará con el siguiente equipamiento:

- La LT 500 kV Humay – Chilca y la LT 500 kV Humay - Poroma contarán con protecciones primaria, secundaria y terciarias, manteniendo el esquema de protección existente de las líneas existentes seccionadas. Las protecciones primaria y secundaria contarán con función de protección diferencial de línea (87L) mediante un enlace de fibra óptica y funciones de protección complementarias con esquema de teleprotección por onda portadora de protección de distancia (21/21N) y sobrecorriente direccional de tierra 67N, y otras funciones adicionales que se detallan en los planos correspondientes. Las protecciones contarán con algoritmo de compensación serie para los ajustes de las protecciones de distancia y con funciones adicionales que se detallan en los planos correspondientes. Estos relés de protección serán de la misma marca, modelo y versión que los relés de los extremos correspondientes a las subestaciones Chilca y Poroma; es decir, marca ABB, modelo RED 670, versión 1.1.

La protección terciaria contará con función de sobrecorriente temporizado de tierra (51N/67N) similar a las existentes en los otros extremos.

- En los sistemas de control y protecciones de las líneas de transmisión en 500 kV, Humay – Chilca y Humay – Poroma, contarán con medición fasorial (PMU) sincronizadas por GPS con protocolo IRIG B.
- Para los enlaces con cable de energía 500 kV entre la SE Humay y la planta térmica se implementarán protección primaria y secundaria, que proporcionen protección diferencial (87T) con características especiales para protección diferencial de cables de potencia, con funciones adicionales de sobrecorriente direccional de fases y de tierra (67/67N) y otras que se detallan en los planos correspondientes.
- Como parte de la CT Humay se contará con una protección diferencial extendida para cada unidad GTG y STG, que cubrirá desde el patio de llaves de la subestación 500 kV hasta los neutros de los generadores. Adicionalmente los transformadores y generadores contarán con sus propias protecciones diferenciales.
- Los sistemas de barras A y B en 500 kV de la SE Humay contarán cada una con un sistema de protección diferencial de barras (87B) distribuido, con función de falla de interruptor, según se muestra en los planos correspondientes.

El sistema de protección de la S.E. Humay se presenta en el Volumen II -Parte B -SE HUMAY en el Anexo N° 1.1, Plano N° 9843-SE-EM-102 “Subestación Humay 500 kV en AIS – Diagrama Unifilar de Protección, Control y Medición”; correspondiente a este caso:

h. Sistemas de registro de fallas.

Según los requerimientos técnicos establecidos en el Procedimiento COES PR-40, en la S.E. Humay, se contarán con las siguientes Registradores de fallas distribuidos, con funciones de osciloperturbografía y registro de secuencia de eventos:

- Equipo registrador de fallas para la LT 500 kV Humay - Chilca.
- Equipo registrador de fallas para la LT 500 kV Humay – Poroma.
- Equipo registrador de fallas para el enlace 500 kV entre la SE Humay – Transformador GTG de la Planta Térmica.
- Equipo registrador de fallas para el enlace 500 kV entre la SE Humay – Transformador STG de la Planta Térmica.

Los Registradores de fallas distribuidos requerirán de su integración a la Unidad Central de Registrador de fallas.

i. Sistema de Control y Telecomunicaciones.

La descripción de los sistemas de control y telecomunicaciones se describen en el capítulo 2.4 de este documento.

j. Sistema de medición de energía.

El sistema de medición en la subestación Humay para cada una de las bahías de salida de las líneas de 500 kV y de las salidas a la C.T. Humay, así como para el alimentador principal en cada uno de los sistemas de servicios auxiliares, se realizará mediante medidores de energía multifunción, de última generación, los mismos que contarán con un display local de lectura directa de los parámetros eléctricos, así como la energía activa y reactiva utilizada. El sistema de medición estará de acuerdo con lo requerido por el Operador del Sistema en la actualidad.

k. Sistema de servicios auxiliares de la Subestación.

La energía eléctrica para los servicios auxiliares será suministrada mediante dos circuitos alimentadores desde el sistema principal redundante de servicios auxiliares 380/220 Vac de la C.T. Humay. Para los servicios auxiliares en DC, tanto en 110 Vdc como en 48 Vdc, se implementará un sistema con un banco de baterías y dos cargadores de baterías según sea el caso. Adicionalmente, la subestación Humay contará con un grupo electrógeno de emergencia para los servicios auxiliares esenciales.

l. Sistemas de iluminación y fuerza.

La Subestación contará con sistemas de iluminación y fuerza, normal y de emergencia adecuados para la correcta iluminación de las áreas de trabajo y para las diversas funciones y actividades complementarias requeridas en la Subestación.

m. Sistema de Aire Acondicionado y Ventilación.

El Edificio de control y casetas de campo deberán contar con sistemas de Aire Acondicionado, Ventilación y/o Extracción de aire según el ambiente que corresponda y de acuerdo con la ingeniería del proyecto.

n. Sistema de Detección y Alarma Contra Incendios.

Se instalarán sistemas de detección y alarma contra Incendios tanto en el Edificio de Control como en cada Caseta de campo de la S.E. Humay. Estos sistemas estarán compuestos por: paneles de detección y alarma, detectores inteligentes (humo y temperatura), estaciones manuales y sirena de alarma con luz estroboscópica. Las señales de alarma deben permitir su monitoreo desde el scada.

o. Obras Civiles.

Se contempla ejecutar, entre otras, las siguientes obras civiles:

- Edificio de control, casetas de campo e instalaciones auxiliares.
- Cimentación para pórticos de barras y de llegada de línea.

- Cimentaciones para equipos de patio 500 kV.
- Edificaciones: Casetas de campo y edificios de control.
- Galerías de cables de energía 500 kV.
- Vías internas.
- Cerco perimétrico en malla metálica del patio de llaves.

2.3.1.2 Características técnicas del equipamiento principal

A continuación, se presenta una breve descripción de las características técnicas principales de los siguientes equipos:

a. Interruptor de Potencia.

El interruptor de potencia será del tipo tanque vivo, mando uni-tripolar, instalación al exterior, con cámara de extinción en hexafluoruro de azufre (SF6) y mecanismo de operación por resortes. Los interruptores de potencia 500 kV, a ser implementado en la subestación Humay 500 kV, tendrán las siguientes características principales:

DESCRIPCION	DATOS TECNICOS
Tipo	Tanque vivo
Operación	Uni-tripolar
Altura de instalación	340 msnm
Tensión de servicio	500 kV
Tensión máxima de servicio	525 kV
Tensión máxima del equipo	550 kV
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 μs	1550 kVp
Tensión de resistencia a la onda de impulso 250/2500 μs	1175 kVp
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	620 kV rms
Frecuencia nominal	60 Hz
Corriente nominal en servicio continuo de los interruptores de diámetro	2500 A
Corriente de corte nominal de cortocircuito (1s)	40 kA
Cámaras de interrupción: - Medio de extinción del arco - Número de cámaras de corte por fase	 SF6 2
Instalación	Exterior
Dispositivo de mando: - Funcionamiento - Mando del Interruptor de salida a transformadores - Tipo de mecanismo de operación - Tensión auxiliar	 Uni-tripolar Sincronizado Por resortes 110 Vcc
Distancia nominal de fuga mínima específica	31 mm/kV

b. Seccionadores de Línea.

Los seccionadores de línea a emplearse en el proyecto serán del tipo semipantografo vertical con cuchilla de puesta a tierra de operación tripolar, con mando a motor, para instalación exterior.

El mecanismo de accionamiento de las cuchillas de puesta a tierra de los seccionadores de línea será del tipo tripolar y con mando eléctrico/manual. Los seccionadores tendrán las siguientes características principales:

DESCRIPCION	DATOS TECNICOS
Tipo	Semipantografo
Altura de instalación	340 msnm
Tensión de servicio	500 kV
Tensión máxima de servicio	525 kV
Tensión máxima del equipo	550 kV
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 μs	1550 kVp
Tensión de resistencia a la onda de impulso 250/2500 μs	1175 kVp
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	620 kV rms
Frecuencia nominal	60 Hz
Corriente nominal	2500 A
Corriente de cortocircuito de corta duración (1s)	40 kA
Instalación	Exterior
Montaje	Vertical
Dispositivo de mando del seccionador: - Funcionamiento - Operación del mecanismo - Tensión auxiliar	 Tripolar Manual y eléctrico 110 Vcc
Dispositivo de mando de la cuchilla de puesta a tierra: - Funcionamiento - Operación del mecanismo	 Tripolar Manual y Eléctrico
Distancia nominal de fuga mínima específica	31 mm/kV

c. Seccionadores de Diámetro.

Los seccionadores de diámetro a emplearse en el proyecto serán del tipo semipantografo vertical de operación tripolar, con mando a motor, para instalación exterior. Los seccionadores tendrán las siguientes características principales:

DESCRIPCION	DATOS TECNICOS
Tipo	Semipantografo
Altura de instalación	340 msnm
Tensión de servicio	500 kV
Tensión máxima de servicio	525 kV
Tensión máxima del equipo	550 kV
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 μs	1550 kVp
Tensión de resistencia a la onda de impulso 250/2500 μs	1175 kVp
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	620 kV rms
Frecuencia nominal	60 Hz
Corriente nominal	2500 A
Corriente de cortocircuito de corta duración (1s)	40 kA
Instalación	Exterior
Montaje	Vertical
Dispositivo de mando del seccionador: - Funcionamiento - Operación del mecanismo - Tensión auxiliar	 Tripolar Manual y eléctrico 110 Vcc
Distancia nominal de fuga mínima específica	31 mm/kV

d. Transformadores de Corriente.

Los transformadores de corriente en 500 kV serán del tipo columna, monofásicos, sumergido en aceite y de sellado hermético, para servicio exterior y adecuados para propósitos de protección y/o medición.

Los transformadores de corriente a ser implementados en los diámetros de la S.E Humay 500 kV, tendrán las siguientes características principales:

DESCRIPCION	DATOS TECNICOS
Tipo	Monofásico
Altura de instalación	340 msnm
Tensión de servicio	500 kV
Tensión máxima de servicio	525 kV
Tensión máxima del equipo	550 kV
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 μs	1550 kVp
Tensión de resistencia a la onda de impulso 250/2500 μs	1175 kVp
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	680 kV rms
Corriente de cortocircuito de corta duración	40 kA
Frecuencia nominal	60 Hz
Relación de transformación: • Módulos de Barras • Módulo Central	 2000 – 1000 / 1 A – 5 núcleos 2000 – 1000 / 1 A – 7 núcleos
Consumo y clase de precisión: • Módulos de Barras - Núcleos de Protección - Núcleos de Medición • Módulo Central - Núcleos de Protección - Núcleos de Medición	 4 x 15 VA – 5P20 1 x 15 VA – Clase 0.2S 5 x 15 VA – 5P20 2 x 15 VA – Clase 0.2S
Instalación	Exterior
Distancia nominal de fuga mínima específica	31 mm/kV

e. Transformadores de Tensión Capacitivos.

Los transformadores de tensión para 500 kV serán del tipo capacitivo, monofásicos, inmersos en aceite, de sellado hermético, auto enfriados, para servicio exterior, adecuados para propósitos de protección y/o medición.
Para las celdas de línea hacia las Subestaciones Chilca y Poroma, dos de los tres transformadores de tensión capacitivos deberán contar con accesorios para onda portadora.

Estos transformadores de tensión capacitivos tendrán las siguientes características principales:

DESCRIPCION	DATOS TECNICOS
Tipo	Capacitivo
Altura de instalación	340 msnm
Tensión de servicio	500 kV
Tensión máxima de servicio	525 kV
Tensión máxima del equipo	550 kV
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 μs	1550 kVp
Tensión de resistencia a la onda de impulso 250/2500 μs	1175 kVp
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	680 kV rms
Relación de transformación	$\frac{500}{\sqrt{3}} / \frac{0.11}{\sqrt{3}} - \frac{0.11}{\sqrt{3}}$ kV
Frecuencia nominal	60 Hz
Consumo y clase de precisión - Núcleos de Protección - Núcleos de Medición	 1 x 15 VA – 3P 1 x 15 VA – Clase 0.2
Instalación	Exterior
Distancia nominal de fuga mínima específica	31 mm/kV

f. Pararrayos.

Los pararrayos serán fabricados con bloques de resistencias a base de óxido metálico (ZnO), para servicio exterior, autosoportado y diseñado para proteger contra las sobretensiones atmosféricas y de maniobra.

Los pararrayos para implementar en el nivel de 500 kV en la Subestación Humay, tendrán las siguientes características principales:

DESCRIPCION	DATOS TECNICOS
Tipo	Óxido metálico
Norma de fabricación	IEC
Altura de instalación	340 msnm
Tensión nominal asignada, Ur (kV)	444
Tensión continua de operación, Uc (kV)	355
Frecuencia (Hz)	60
Corriente nominal de descarga (kA)	20
Clase	5
Distancia nominal de fuga mínima específica	31 mm/kV

g. Conductor Desnudo Para la Conexión entre Equipos.

Para las conexiones entre los equipos convencionales con las barras 500 kV y con la línea de transmisión aérea se utilizarán conductores desnudos de aluminio con las siguientes características principales:

DESCRIPCION	DATOS TECNICOS
Fabricante	
Material del conductor	Aluminio
Tipo	AAC – 3000 MCM
Sección	1520 mm^2
Norma	ASTM B230
Número de alambres	127
Diámetro de cada alambre	3.90 mm
Diámetro total del conductor	50.75 mm
Número de conductores por fase	2
Tensión de ruptura	22830 Kgf
Máxima resistencia CC a 20 °C	0.0189 Ohm/Km
Resistencia AC a 75 °C	0.0274 Ohm/Km
Coeficiente de expansión lineal	23×10^{-6} °C^{-1}
Módulo de elasticidad	6300 Kg/mm^2
Peso unitario	4194 Kg/Km

h. Cable de energía 500 kV.

Para la conexión entre la subestación AIS de la S.E. Humay 500 kV y el lado de 500 kV de la C.T. Humay se utilizarán cables de potencia con las siguientes características principales:

DESCRIPCION	DATOS TECNICOS
Fabricante	
Material del conductor	Cobre electrolítico
Tipo	XLPE - Monopolar
Sección	1000 mm^2
Norma de construcción y pruebas	IEC 60840
Instalación	En galería subterránea
Disposición	Horizontal
Diámetro total del cable	125.1 mm
Número de cables por fase	1
Número de ternas por galería	1
Tensión nominal entre fases	500 kV
Tensión máxima entre fases	550 kV
Tensión nominal entre conductor y tierra	290 kV
Frecuencia nominal de la tensión de servicio	60 Hz
Potencia nominal a transmitir por terna	612 MVA
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 μs	1550 kVp
Tensión soportada al impulso tipo maniobra	1175 kVp
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	620 kV rms
Capacidad de cortocircuito	115 kA
Máxima fuerza de tiro permisible	40 kN
Máxima resistencia CC a 20 °C	0.0221 Ohm/km
Resistencia AC a 90 °C	0.0315 Ohm/km
Capacitancia	0.140 μF/km
Inductancia	0.59 mH/km
Peso unitario	18.5 kg/m

i. Aisladores soporte 500 kV.

Para el montaje de las trampas de onda se utilizarán columnas de aisladores de porcelana, núcleo sólido, del tipo soporte (post – type), cuyas características principales se indican en el siguiente cuadro:

DESCRIPCION	DATOS TECNICOS
Tipo	
Norma de fabricación	IEC 60273
Material	Porcelana
Altura de instalación	335.1 msnm
Tensión de servicio	500 kV
Tensión máxima de servicio	550 kV
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 μs	1550 kVp
Tensión soportada al impulso tipo maniobra	1175 kVp
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	620 kV rms
Mínima carga de rotura a la flexión	≥ 8000 N
Mínima carga de rotura a la torsión	≥ 4000 N
Distancia de fuga específica	≥ 31 kV/mm

j. Terminales de Cable 500 kV.

Para la conexión de los cables de energía de 500 kV se utilizarán terminales del tipo columna, monofásicos, para servicio exterior, cuyas características principales se indican en el siguiente cuadro:

Descripción	Datos Técnicos
Tipo	Monofásico
Norma de fabricación	IEC
Material	Porcelana
Altura de instalación	335.1 msnm
Tensión de servicio	500 kV
Tensión máxima de servicio	550 kV
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1.2/50 μs	1550 kVp
Tensión de resistencia a la onda de impulso 250/2500 μs	1175 kVp
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	620 kV rms
Mínima carga de rotura a la flexión	≥ 8000 N
Mínima carga de rotura a la torsión	≥ 4000 N
Distancia de fuga específica	≥ 31 kV/mm
Diámetro exterior del cable	125.1 mm (XLPE 550 kV- 1000 mm^2)

2.3.2 CT Humay Año 2026 Sin Bicentenario, Con Los Vientos

2.3.2.1 Descripción de las instalaciones

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1 con la única diferencia que la referencia a la LT Humay – Poroma ahora será LT Humay – Gamonal.

La subestación Humay contará con el equipamiento e instalaciones que se describen a continuación:

a. Descripción General

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(a) con la única diferencia que la referencia a la LT Humay – Poroma ahora será LT Humay – Gamonal

b. Equipos de Patio

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(b) con la única diferencia que toda referencia a Poroma ahora será Gamonal

El equipamiento principal de la S.E. Humay se muestra en el Volumen II -Parte B-SE HUMAY - en el Anexo N° 1.2, Plano N° 9843-SE-EM-111 “Subestación Humay 500 kV - Diagrama Unifilar General” correspondiente a este caso.

c. Espacios de reserva.

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(c) con la única diferencia que toda referencia a Poroma ahora será Gamonal

d. Estructuras metálicas.

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(d) con la única diferencia que toda referencia a Poroma ahora será Gamonal

e. Sistemas de barras y conexiones primarias.

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(e) con la única diferencia que toda referencia a Poroma ahora será Gamonal

f. Sistema de aterramiento.

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(f) con la única diferencia que toda referencia a Poroma ahora será Gamonal

g. Sistema de Protección.

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(g) con la diferencia que:

- Toda referencia a Poroma ahora será Gamonal
- La definición final del sistema de protección tomará en cuenta las protecciones existentes de la línea Chilca – Gamonal de acuerdo con proyecto Los Vientos.

El sistema de protección de la S.E. Humay se presenta en el Volumen II -Parte B -SE HUMAY en el Anexo N° 1.2, Plano N° 9843-SE-EM-112 “Subestación Humay 500 kV en AIS – Diagrama Unifilar de Protección, Control y Medición”; correspondiente a este caso:

h. Sistema de Registro de Fallas.

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(h) con la única diferencia que toda referencia a Poroma ahora será Gamonal

i. Sistema de Control y Telecomunicaciones.

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(i) con la única diferencia que toda referencia a Poroma ahora será Gamonal

j. Sistema de medición de energía.

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(j) con la única diferencia que toda referencia a Poroma ahora será Gamonal

k. Sistema de servicios auxiliares de la Subestación.

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(k) con la única diferencia que toda referencia a Poroma ahora será Gamonal

l. Sistemas de iluminación y fuerza.

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(l) con la única diferencia que toda referencia a Poroma ahora será Gamonal.

m. Sistema de Aire Acondicionado y Ventilación.

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(m) con la única diferencia que toda referencia a Poroma ahora será Gamonal

n. Sistema de Detección y Alarma Contra Incendios.

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(n) con la única diferencia que toda referencia a Poroma ahora será Gamonal

o. Obras Civiles

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(o) con la única diferencia que toda referencia a Poroma ahora será Gamonal

2.3.2.2 Características técnicas del equipamiento principal

Las características de los equipos serán similares al acápite 2.3.1.2 con la única diferencia que toda referencia a Poroma ahora será Gamonal

2.3.3 CT Humay Año 2028 Con Bicentenario, Sin Los Vientos

2.3.3.1 Descripción de las instalaciones

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1 con la única diferencia que las referencias a la LT Humay – Chilca y LT Humay - Poroma ahora serán ambas LT Humay – Bicentenario La subestación Humay contará con el equipamiento e instalaciones que se describen a continuación:

a. Descripción General

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(a) con la única diferencia que las referencias a la LT Humay – Chilca y LT Humay - Poroma ahora serán ambas LT Humay – Bicentenario.

b. Equipos de Patio

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1 (b) con la única diferencia que toda referencia a Chilca y Poroma ahora serán Bicentenario

El equipamiento de la ampliación del patio de llaves de 500 kV de la S.E. Bicentenario, destinado para la conexión de la línea a la S.E. Humay, estará conformado por los siguientes equipos:

Diámetro Línea 1 a S.E. Humay – Reserva:

Diámetro Línea 2 a S.E. Humay – Reserva:

De lo mencionado anteriormente, como parte de la ampliación del patio de llaves de 500 kV de la S.E. Bicentenario se incluyen dos (02) Casetas de Campo, en cuyo interior se localizarán los equipos de control, medición y protección asociados a los diámetros, además de contar con cargadores – rectificadores, banco de baterías y tableros de distribución para los servicios auxiliares CA y CC.

El equipamiento principal de la S.E. Humay se muestra en el Volumen II -Parte B -SE HUMAY en el Anexo N° 1.3, Plano N° 9843-SE-EM-121 “Subestación Humay 500 kV - Diagrama Unifilar General” correspondiente a este caso.

c. Espacios de reserva.

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(c) con la única diferencia que toda referencia a Chilca y Poroma ahora serán Bicentenario

d. Estructuras metálicas.

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(d) con la única diferencia que toda referencia a Chilca y Poroma ahora serán Bicentenario

En la S.E. Bicentenario, se deberán contar con soportes de equipos y pórticos para las bahías de salida destinadas a la conexión con la S.E. Humay. Estos soportes y pórticos deberán ser de acero con un galvanizado mayor al que indica la norma ASTM A123 de acuerdo con la zona y la ingeniería del proyecto.

e. Sistemas de barras y conexiones primarias.

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(e) con la única diferencia que toda referencia a Chilca y Poroma ahora serán Bicentenario

f. Sistema de aterramiento.

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(f) con la única diferencia que toda referencia a Chilca y Poroma ahora serán Bicentenario

g. Sistema de Protección.

La línea en 500 kV Humay – Bicentenario será una línea corta. Se observa que los relés de protección en el extremo de la S.E. Humay y definidos en el acápite 2.3.1.1(g), son apropiados para asegurar la protección de este tipo de líneas, pero adecuados al esquema de las protecciones de una línea corta según requerimientos del PR-20.

<u>LT 500 kV Humay - Bicentenario</u>

Dado que la línea en 500 kV Humay – Bicentenario es de doble circuito, con la adecuación de las protecciones en la S.E. Humay, se mantendrá el siguiente sistema de protección para cada circuito:

a. Protección principal:

- Protección diferencial de línea (87L) con enlace por fibra óptica con el relé de la S.E. Bicentenario.
- Protección de distancia entre fases y fase a tierra (21/21N).
- Protección frente a pérdida de sincronismo (78).
- Bloqueo por oscilación de potencia (68).
- Recierre monopolar (79) con verificación de sincronismo (25).
- Protección de mínima tensión (27).
- Protección de sobretensión (59).
- Protección de falla del interruptor (50BF).
- Función de Localización de fallas.

b. Protección secundaria:

- Protección diferencial de línea (87L) con enlace por fibra óptica con el relé de la S.E. Bicentenario.
- Protección de distancia entre fases y fase a tierra (21/21N).
- Protección frente a pérdida de sincronismo (78).
- Bloqueo por oscilación de potencia (68).
- Recierre monopolar (79) con verificación de sincronismo (25).
- Protección de mínima tensión (27).
- Protección de sobretensión (59).
- Protección de falla del interruptor (50BF).
- Función de Localización de fallas.

En la S.E. Bicentenario, se deberá contar con relés de protección para las bahías de salida destinadas a la conexión con la S.E. Humay. Estos relés deberán tener características similares a los relés presentes en el extremo de la S.E. Humay. Esto se hace con el objetivo de lograr una adecuada coordinación de protección entre ambas subestaciones.

Nota:
Por tratarse de una línea corta, según Recomendaciones del PR-20, sólo se optará por el Enlace por Fibra óptica, dejando deshabilitado el Enlace por Onda Portadora para el extremo de la S.E. Humay.

El sistema de protección de la S.E. Humay se presenta en el Volumen II -Parte B -SE HUMAY en el Anexo N° 1.3, Plano N° 9843-SE-EM-122 “Subestación Humay 500 kV en AIS – Diagrama Unifilar de Protección, Control y Medición”; correspondiente a este caso:

El sistema de protección de la ampliación S.E. Bicentenario se presenta en el Volumen II -Parte B -SE HUMAY en el Anexo N° 1.3, Plano N° 9843-SE-EM-202 “Ampliación Subestación Humay 500 kV en AIS – Diagrama Unifilar de Protección, Control y Medición”; correspondiente a este caso:

Enlaces SE Humay – CT Humay

Las protecciones para estos enlaces y protecciones extendidas de la CT serán similares a las indicadas en el acápite 2.3.1.1(g).

Barras 500 kV

Las protecciones de barras serán similares a las indicadas en el acápite 2.3.1.1(g).

Los diámetros a ser ampliados en la SE Bicentenario para conexión de las líneas a la SE Humay deberán integrarse a la protección diferencial de barras de la SE Bicentenario.

h. Sistemas de registro de fallas.

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(h) con la única diferencia que toda referencia a Chilca y Poroma ahora serán Bicentenario.

Los diámetros a ser ampliados en la SE Bicentenario para conexión de las líneas a la SE Humay deberán contar con registradores de fallas para las bahías de salida destinadas a la conexión con la S.E. Humay. Estos registradores deberán contar con funciones de osciloperturbografía y registro de secuencia.

i. Sistema de Control y Telecomunicaciones.

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(i) con la única diferencia que toda referencia a Chilca y Poroma ahora serán Bicentenario
Los diámetros a ser ampliados en la SE Bicentenario para conexión de las líneas a la SE Humay se integrarán al sistema de control de la SE Humay y al de la SE Bicentenario de ser el caso.

j. Sistema de medición de energía.

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(j) con la única diferencia que toda referencia a Chilca y Poroma ahora serán Bicentenario.

Los diámetros a ser ampliados en la SE Bicentenario para conexión de las líneas a la SE Humay contarán con medidores de energía multifunción para las bahías de salida destinadas a la conexión con la S.E. Humay. Estos medidores deberán ser de última generación y de clase de precisión 0.2 o mejor.

k. Sistema de servicios auxiliares de la Subestación.

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(k) con la única diferencia que toda referencia a Chilca y Poroma ahora serán Bicentenario.

Los diámetros a ser ampliados en la SE Bicentenario para conexión de las líneas a la SE Humay tomarán los servicios auxiliares en CA del sistema de servicios auxiliares de la SE Bicentenario. Los servicios auxiliares en CC en las casetas de campo de las ampliaciones serán con un sistema de dos cargadores-rectificadores redundantes y banco de baterías correspondiente.

l. Sistemas de iluminación y fuerza.

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(l) con la única diferencia que toda referencia a Chilca y Poroma ahora serán Bicentenario.

Los diámetros a ser ampliados en la SE Bicentenario para conexión de las líneas a la SE Humay deberán contar con un sistema de iluminación normal y de emergencia en las bahías de salida destinadas a la conexión con la S.E. Humay. Estos equipos de alumbrado deberán ser de gran resistencia mecánica y hermeticidad, con características similares a las bahías aledañas presentes de la subestación.

m. Sistema de Aire Acondicionado y Ventilación.

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(m) con la única diferencia que toda referencia a Chilca y Poroma ahora serán Bicentenario

Las casetas de campo de la ampliación de la S.E. Bicentenario, deberán contar de un sistema de Aire Acondicionado, Ventilación y/o Extracción según ambiente que corresponda de acuerdo con la ingeniería del proyecto.

n. Sistema de Detección y Alarma Contra Incendios.

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(m) con la única diferencia que toda referencia a Chilca y Poroma ahora serán Bicentenario.

Las casetas de campo de la ampliación de la S.E. Bicentenario deberán contar con un sistema de Detección y Alarma contra Incendios.

o. Obras Civiles

La descripción será similar al acápite 2.3.1.1(o) con la única diferencia que toda referencia a Chilca y Poroma ahora serán Bicentenario.

2.3.3.2 Características técnicas del equipamiento principal

Las características de los equipos serán similares al acápite 2.3.1.2 con la única diferencia que las referencias a Chilca y Poroma ahora serán Bicentenario.

En la S.E. Bicentenario, las bahías de salida destinadas a la conexión con la S.E. Humay deberán tener características similares a las bahías aledañas presentes en la subestación.

2.3.4 CT Humay Año 2028 Con Bicentenario, Con Los Vientos

2.3.4.1 Descripción de las instalaciones

La descripción será similar al acápite 2.3.3.1 con la única diferencia que las referencias a la LT Humay – Chilca y LT Humay – Gamonal ahora serán ambas LT Humay – Bicentenario.

La subestación Humay contará con el equipamiento e instalaciones que se describen a continuación:

a. Descripción General

La descripción será similar al acápite 2.3.3.1 (a) con la única diferencia que las referencias a la LT Humay – Chilca y LT Humay - Gamonal ahora serán ambas LT Humay – Bicentenario

b. Equipos de Patio

La descripción será similar al acápite 2.3.3.1 (b) con la única diferencia que las referencias a la LT Humay – Chilca y LT Humay - Gamonal ahora serán ambas LT Humay – Bicentenario.

El equipamiento principal de la S.E. Humay se muestra en el Volumen II -Parte B -SE HUMAY en el Anexo N° 1.4, Plano N° 9843-SE-EM-131 “Subestación Humay 500 kV - Diagrama Unifilar General” correspondiente a este caso.

c. Espacios de reserva.

La descripción será similar al acápite 2.3.3.1(c) con la única diferencia que las referencias a la LT Humay – Chilca y LT Humay - Gamonal ahora serán ambas LT Humay – Bicentenario

d. Estructuras metálicas.

La descripción será similar al acápite 2.3.3.1(d) con la única diferencia que las referencias a la LT Humay – Chilca y LT Humay - Gamonal ahora serán ambas LT Humay – Bicentenario

e. Sistemas de barras y conexiones primarias.

La descripción será similar al acápite 2.3.3.1(e) con la única diferencia que las referencias a la LT Humay – Chilca y LT Humay - Gamonal ahora serán ambas LT Humay – Bicentenario

f. Sistema de aterramiento.

La descripción será similar al acápite 2.3.3.1(f) con la única diferencia que las referencias a la LT Humay – Chilca y LT Humay - Gamonal ahora serán ambas LT Humay – Bicentenario

g. Sistema de Protección.

La descripción será similar al acápite 2.3.3.1(g) con la única diferencia que las referencias a la LT Humay – Chilca y LT Humay - Gamonal ahora serán ambas LT Humay – Bicentenario

El sistema de protección de la S.E. Humay se presenta en el Volumen II -Parte B -SE HUMAY en el Anexo N° 1.4, Plano N° 9843-SE-EM-132 “Subestación Humay 500 kV en AIS – Diagrama Unifilar de Protección, Control y Medición”; correspondiente a este caso:

El sistema de protección de la ampliación S.E. Bicentenario se presenta en el Volumen II - Parte B -SE HUMAY en el Anexo N° 1.4, Plano N° 9843-SE-EM-212 “Ampliación Subestación Bicentenario 500 kV en AIS – Diagrama Unifilar de Protección, Control y Medición”; correspondiente a este caso:

h. Sistemas de registro de fallas.

La descripción será similar al acápite 2.3.3.1(h) con la única diferencia que las referencias a la LT Humay – Chilca y LT Humay - Gamonal ahora serán ambas LT Humay – Bicentenario

i. Sistema de Control y Telecomunicaciones.

La descripción será similar al acápite 2.3.3.1(i) con la única diferencia que las referencias a la LT Humay – Chilca y LT Humay - Gamonal ahora serán ambas LT Humay – Bicentenario

j. Sistema de medición de energía.

La descripción será similar al acápite 2.3.3.1(i) con la única diferencia que las referencias a la LT Humay – Chilca y LT Humay - Gamonal ahora serán ambas LT Humay – Bicentenario.

k. Sistema de servicios auxiliares de la Subestación.

La descripción será similar al acápite 2.3.3.1(k) con la única diferencia que las referencias a la LT Humay – Chilca y LT Humay - Gamonal ahora serán ambas LT Humay – Bicentenario.

l. Sistemas de iluminación y fuerza.

La descripción será similar al acápite 2.3.3.1(l) con la única diferencia que las referencias a la LT Humay – Chilca y LT Humay - Gamonal ahora serán ambas LT Humay – Bicentenario

m. Sistema de Aire Acondicionado y Ventilación.

La descripción será similar al acápite 2.3.3.1(m) con la única diferencia que las referencias a la LT Humay – Chilca y LT Humay - Gamonal ahora serán ambas LT Humay – Bicentenario

n. Sistema de Detección y Alarma Contra Incendios.

La descripción será similar al acápite 2.3.3.1(n) con la única diferencia que las referencias a la LT Humay – Chilca y LT Humay - Gamonal ahora serán ambas LT Humay – Bicentenario

o. Obras Civiles

La descripción será similar al acápite 2.3.3.1(o) con la única diferencia que las referencias a la LT Humay – Chilca y LT Humay - Gamonal ahora serán ambas LT Humay – Bicentenario

2.3.4.2 Características técnicas del equipamiento principal

La descripción será similar al acápite 2.3.3.2 con la única diferencia que las referencias a la LT Humay – Chilca y LT Humay - Gamonal ahora serán ambas LT Humay – Bicentenario

2.4 Sistema de Telecomunicaciones y Automatización

2.4.1 Sistema de Telecomunicaciones

2.4.1.1 Sistema de Telecomunicaciones actual

Actualmente existe una red de fibra óptica SDH que la empresa Atántica Transmisión Sur S.A. tiene a través del cable OPGW de la actual línea de transmisión de 500 kV entre las subestaciones Chilca CTM y Poroma, la red SDH de dicha empresa se extiende a otras subestaciones al sur.

Asimismo, también existe un enlace de onda portadora entre la S.E. Chilca CTM y la S.E. Poroma a través de la actual línea de transmisión de 500 kV entre las subestaciones mencionadas.

2.4.1.2 Sistema de Telecomunicaciones a implementar

Los diseños que se mencionan a continuación están considerados sin la existencia del proyecto de la Central Eólica Los Vientos.

- Se implementarán enlaces principales de fibra óptica OPGW S.E. Chilca CTM – S.E. Humay y S.E. Humay – S.E. Poroma. Para ello se utilizará el actual cable OPGW entre Chilca CTM y Poroma adicionando el cable OPGW para la derivación a la nueva S.E. Humay. Los equipos de esta red SDH deberán ser compatibles con los existentes.

- Se implementarán dos enlaces de respaldo de onda portadora a través de las líneas de transmisión de 500 kV Chilca CTM – Humay y Humay – Poroma. Se reutilizarán los equipos de onda portadora actualmente en el tramo S.E. Chilca CTM - S.E. Poroma

- El Sistema de Telecomunicaciones soportará a los servicios de telefonía de coordinación operativa, teleprotección y transmisión de datos de control y supervisión de la infraestructura eléctrica.

Para el caso de que el proyecto de la Central Eólica Los Vientos ya se encuentre operando para cuando se implemente el proyecto de la Central Termoeléctrica Humay, las instalaciones de telecomunicaciones serían similares a las indicadas para el caso sin el proyecto CE Los Vientos, teniéndose en cuenta lo siguiente:

- La línea de transmisión de 500 kV a ser seccionada sería el tramo CHILCA-GAMONAL en lugar de ser el tramo CHILCA-POROMA.
- La mención a SE POROMA en el caso sin el proyecto CE Los Vientos correspondería en este caso a la SE GAMONAL (con el proyecto CE Los Vientos).

Para el caso de que el año 2028 se implemente el proyecto de la S.E. Bicentenario, el sistema de telecomunicaciones solo comprenderá enlaces redundantes a través de dos cables OPGW de fibra óptica, enlazando las subestaciones Humay y Bicentenario, a instalarse en las estructuras de la L.T. 500 kV de doble terna entre dichas subestaciones.

2.4.2 Sistema de Control Digital.

2.4.2.a Sistema de Control Digital en la S.E. Humay

En la nueva S.E. Humay se implementará un Sistema de Automatización de Subestación (SAS), con el fin de gestionar las señales de telealarmas, teleseñales, telemedidas y telecomandos correspondientes a los equipos de la infraestructura de 500 kV. Las salidas de línea de transmisión serán a S.E. Chilca CTM y S.E. Poroma.

El SAS cumplirá con la norma IEC 61850, integrando los IEDs de protección, unidades de control de bahía, unidades de estación, unidades de medida y otros equipos de supervisión y control conectados a través de una topología LAN Ethernet. La arquitectura responderá a niveles de control jerarquizados.

Asimismo, dicho SAS se interconectará con el Centro de Control de la Central Térmica Humay, a través de los enlaces redundantes de telecomunicaciones y desde éste se reportarán los datos al COES en cumplimiento de la Norma de Intercambio de Información en Tiempo Real para la operación del SEIN (NTIITR).

Para el caso que, en el año 2026 esté implementado el proyecto CE Los Vientos, la única

diferencia es que se considerarán la salida a S.E. Gamonal en vez de S.E. Poroma.

Para el caso que, en el año 2028 se implemente el proyecto S.E. Bicentenario (con o sin CE Los Vientos), la única diferencia es que se considerarán solo las dos salidas a S.E. Bicentenario.

2.4.2.b Sistema de Control Digital en la Ampliación S.E. Bicentenario

Para el caso que, en el año 2028 se implemente el proyecto S.E. Bicentenario (con o sin CE Los Vientos), se realizará la Ampliación de la S.E. Bicentenario con dos salidas en 500 kV hacia la S.E. Humay, para este caso en dicha ampliación de la S.E. Bicentenario se implementará un Sistema de Automatización de Subestación (SAS), con el fin de gestionar las señales de telealarmas, teleseñales, telemedidas y telecomandos correspondientes a los equipos de la infraestructura de 500 kV hacia la S.E. Humay.

El SAS cumplirá con la norma IEC 61850, integrando los IEDs de protección, unidades de control de bahía, unidades de estación, unidades de medida y otros equipos de supervisión y control conectados a través de una topología LAN Ethernet. La arquitectura responderá a niveles de control jerarquizados.

Asimismo, dicho SAS se interconectará con el Centro de Control de la Central Térmica Humay, a través de los enlaces redundantes de telecomunicaciones y desde éste se reportarán los datos al COES en cumplimiento de la Norma de Intercambio de Información en Tiempo Real para la operación del SEIN (NTIITR).

2.4.3 Esquema de Reducción automática de generación por contingencia.

2.4.3.a Esquema RAG por Contingencia Año 2026: Sin S.E. Bicentenario, Sin C.E. Los Vientos

Se tiene previsto implementar un esquema de Reducción automática de generación por contingencia, que actuará al producirse los siguientes eventos simultáneos:

a) LT de 500 kV Chilca CTM – Humay fuera de servicio, y

b) Sobrecarga mayor al 120% de la L.T. 220 kV L-2211 Derivación-Ica o sobrecarga mayor al 120% de la L.T. 220 kV L-2312a Derivación-Cahuachi.

Al producirse dichos eventos simultáneos, la Central Térmica Humay realizará la reducción automática de su generación.

Asimismo, al producirse la orden para la reducción automática de generación de la C.T. Humay, se enviará una señal de bloqueo a las centrales de generación que se encuentran aguas debajo de la S.E. Derivación 220 kV para que no realicen la reducción automática de su generación por los eventos simultáneos a) y b) indicados previamente, dado que ya la C.T. Humay estará reduciendo su generación.

Para este fin se implementarán los dispositivos para la detección de los eventos indicados, los Controladores RAG que generarán las órdenes para la desconexión y los medios de telecomunicaciones dedicados para las transferencias de las señales correspondientes.

2.4.3.b Esquema RAG por Contingencia Año 2026: Sin S.E. Bicentenario, Con C.E. Los Vientos

Para este escenario, se tiene previsto implementar un esquema de Reducción automática de generación por contingencia, que actuará al producirse los siguientes eventos simultáneos:

a) LT de 500 kV Chilca CTM – Humay fuera de servicio, y
b) Sobrecarga mayor al 120% de la L.T. 220 kV L-2211 Derivación-Ica o sobrecarga mayor al 120% de la L.T. 220 kV L-2312a Derivación-Cahuachi.

Al producirse dichos eventos simultáneos, la Central Térmica Humay y la CE Los Vientos deberán realizar una reducción automática de generación.

También las centrales de generación en mención deberán realizar una reducción automática de generación, al producirse los siguientes eventos simultáneos:

c) LT de 500 kV Poroma – Gamonal fuera de servicio, y

d) Sobrecarga mayor al 120% de la L.T. 220 kV L-2211 Derivación-Ica o sobrecarga mayor al 120% de la L.T. 220 kV L-2312a Derivación-Cahuachi.

Así también, al producirse las órdenes para la reducción automática de generación de la C.T. Humay y la C.E. Los Vientos, se enviarán las señales de bloqueo a las centrales de generación que se encuentran aguas debajo de la S.E. Derivación 220 kV para que no realicen la reducción automática de su generación por los eventos simultáneos a)-b) y c)-d) indicados previamente, dado que ya la C.T. Humay y la C.E. Los Vientos estarán reduciendo su generación.

En forma análoga, para este fin se implementarán los dispositivos para la detección de los eventos indicados, los Controladores RAG que generarán las órdenes para la desconexión y los medios de telecomunicaciones dedicados para las transferencias de las señales correspondientes.

2.4.3.c Esquema RAG por Contingencia Año 2028: Con S.E. Bicentenario, Sin C.E. Los Vientos

El esquema será similar a lo mencionado en el acápite 2.3.3.a, con la única diferencia que la referencia a la S.E. Humay ahora será a la S.E. Bicentenario.

2.4.3.d Esquema RAG por Contingencia Año 2028: Con S.E. Bicentenario, Con C.E. Los Vientos

El esquema será similar a lo mencionado en el acápite 2.3.3.b, con la única diferencia que la referencia a la S.E. Humay ahora será a la S.E. Bicentenario.

3. ESTUDIOS ELÉCTRICOS

3.1 Conclusiones del Análisis en Estado Estacionario y Estabilidad

3.1.1 Conclusiones del Análisis de Energización y Sincronización

Sin Considerar la Operación de la CT Humay

Es factible la sincronización en todos los escenarios analizados para ambos tramos de las líneas de 500 kV Chilca – Humay y Humay – Poroma sin la necesidad de hacer alguna maniobra, además tampoco es necesario la necesidad de requerir reactores de línea en la SE Humay para ambos tramos de las líneas LT500 Chilca – Humay y LT500 Humay – Poroma, ya que la máxima tensión en vacío en una de las líneas en la SE Humay es de 1.054 pu.

Considerando la Operación de la CT Humay

Para la reposición de las líneas Chilca – Humay y Humay – Poroma mediante la energización y sincronización en los escenarios de avenida y estiaje en media demanda no fue necesario hacer alguna maniobra, además tampoco es necesario la necesidad de requerir reactores de línea en la SE Humay para ambos tramos de las líneas LT500 Chilca – Humay y LT500 Humay – Poroma, ya que la máxima tensión en vacío en una de las líneas en la SE Humay es de 1.05 pu.

3.1.2 Conclusiones del Análisis en Estado Estacionario - Flujo de Potencia

Operación Normal

Los resultados de operación normal, sin considerar y considerando el proyecto de la CT Humay, tanto en el caso base y los casos adicionales 1, 2 y 3, se observa que en las condiciones hidrológicas de avenida y estiaje en todos los escenarios de operación para los años 2026 y 2028, el perfil de tensiones en las barras se encuentran dentro de los límites permisibles cumpliendo con los criterios en operación normal, asimismo no hay sobrecarga en ninguna de las líneas de transmisión ni en los autotransformadores, además

los SVC en la SE Socabaya y en la SE San José operan dentro de su rango de potencia reactiva capacitiva/inductiva, cumpliendo satisfactoriamente con los criterios de operación normal.

A excepción de algunas barras que transgreden los límites permisibles en el perfil de tensiones según los criterios de operación normal tanto en el año 2026 y 2028 en los casos base y adicional 1 y 2, en cuyo resumen de resultados, se observa que hay subtensiones y sobretensiones en las barras de 220 kV y 500 kV descritos en la tabla donde se transgreden los límites permisibles, sin embargo, ninguna de las transgresiones es atribuible a la operación de la CT Humay, debido a que en la condición con proyecto las sobretensiones son mayores en 0.5% y en 1% como máximo respecto a la condición sin proyecto o al límite permitido 1.025 pu, valor irrelevante para la implementación de un esquema de reducción de generación en la CT Humay.

Operación en Contingencias

Las contingencias analizadas en todos los casos y escenarios son los siguientes:

Cuadro 3-1 Resultados de Operación de Contingencias

N°	Sin Considerar el Proyecto 2026 - 2028	N°	Considerando el Proyecto 2026 - 2028
1	SVC SE Socabaya 220kV	1	SVC SE Socabaya 220kV
2	SVC SE San José 220kV	2	SVC SE San José 220kV
3	Autotrafo SE Chilca AT72-523	3	Autotrafo SE Chilca AT72-523
4	Autotrafo SE Poroma AUT-5371	4	Autotrafo SE Poroma AUT-5371
5	Autotrafo SE San José ATXF-001	5	Autotrafo SE San José ATXF-001
6	Autotrafo SE Yarabamba AT104-523	6	Autotrafo SE Yarabamba AT104-523
7	Autotrafo SE Montalvo AUT-5671	7	Autotrafo SE Montalvo AUT-5671
8	LT Derivación – Cahuachi L2312_A	8	LT Derivación – Cahuachi L2312_A
9	LT Poroma - Marcona L-2292	9	LT Poroma - Marcona L-2292
10	LT Independencia - Ica L-2209	10	LT Independencia - Ica L-2209
11	LT Yarabamba - Socabaya L-2065	11	LT Yarabamba - Socabaya L-2065
12	LT Socabaya - Cotaruse L-2053/L-2054	12	LT Socabaya - Cotaruse L-2053/L-2054
13	LT La Planicie – Chilca L-5002	13	LT La Planicie – Chilca L-5002
14	LT Carapongo - Chilca L-5001	14	LT Carapongo - Chilca L-5001
15	LT San José - Montalvo L-5037	15	LT San José - Montalvo L-5037
16	LT Ocoña - San José L-5036	16	LT Ocoña - San José L-5036
17	LT Montalvo - Yarabamba L-5035	17	LT Montalvo - Yarabamba L-5035
18	LT Poroma - Ocoña L-5034	18	LT Poroma - Ocoña L-5034

N°	Sin Considerar el Proyecto 2026 - 2028	N°	Considerando el Proyecto 2026 - 2028
19	LT Poroma - Yarabamba L-5033	19	LT Poroma - Yarabamba L-5033
20	LT Colcabamba - Poroma L-5031	20	LT Colcabamba - Poroma L-5031
21	LT Ica – Derivación L-2211 (2026) LT Ica – Mayorazgo T1 220 kV (2028)	21	LT Ica – Derivación L-2211 (2026) LT Ica – Mayorazgo T1 220 kV (2028)
22	LT Marcona Cahuachi L-2315 (2026) LT Mayorazgo – Nva Intermedia (2028)	22	LT Marcona Cahuachi L-2315 (2026) LT Mayorazgo – Nva Intermedia (2028)
23	LT Chilca - Poroma L-5032 (Caso Base y Adicional 1 en 2026 y avenida 2028)	23a	LT Chilca – Humay L-5032A (Caso Base y Adicional 1 en 2026 y avenida 2028)
		23b	LT Poroma – Humay L-5032B (Caso Base y Adicional 1 en 2026 y avenida 2028)
23a	LT Chilca – Bicentenario L-5032_A (Caso Base y Adicional 1 y 2 en estiaje 2028)	23a	LT Chilca – Bicentenario L-5032_A (Caso Base y Adicional 1 y 2 en estiaje 2028)
23b	LT Bicentenario – Poroma L-5032_B (Caso Base y Adicional 1 estiaje 2028)	23b	LT Bicentenario – Poroma L-5032_B (Caso Base y Adicional 1 estiaje 2028)
23b1	LT Gamonal – Bicentenario L-5032_aB (Caso Adicional 2 en estiaje 2028)	23b1	LT Gamonal – Bicentenario L-5032_aB (Caso Adicional 2 en estiaje 2028)
23b2	LT Poroma – Gamonal L-5032b (Caso Adicional 2 en estiaje 2028)	23b2	LT Poroma – Gamonal L-5032b (Caso Adicional 2 en estiaje 2028)
23a	LT Chilca – Gamonal L-5032a (Caso Adicional 2 en 2026 y avenida 2028)	23a1	LT Chilca – Humay L-5032A (Caso Adicional 2 en 2026 y avenida 2028)
		23a2	LT Gamonal – Humay L-5032aB (Caso Adicional 2 en 2026 y avenida 2028)
23b	LT Poroma – Gamonal L-5032b (Caso Adicional 2 en 2026 y avenida 2028)	23b	LT Poroma – Gamonal L-5032b (Caso Adicional 2 en 2026 y avenida 2028)
24	LT San José - Yarabamba 500kV (Año 2028)	24	LT San José - Yarabamba 500kV (Año 2028)
25	LT Nueva Intermedia – Poroma 220 kV (Año 2028)	25	LT Nueva Intermedia – Poroma 220 kV (Año 2028)
26	Autotrafo SE Bicentenario 220/500 kV (Estiaje 2028)	26	Autotrafo SE Bicentenario 220/500 kV (Estiaje 2028)

Los resultados de operación en contingencias, sin considerar y considerando el proyecto de la CT Humay, tanto en el caso base y los casos adicionales 1 y 2, se observa que en las condiciones hidrológicas de avenida y estiaje en todos los escenarios de operación para los años 2026 y 2028, el perfil de tensiones en las barras se encuentran dentro de los límites permisibles cumpliendo con los criterios en operación en contingencias, asimismo no hay sobrecarga en ninguna de las líneas de transmisión ni en los autotransformadores,

además los SVC en la SE Socabaya y en la SE San José operan dentro de su rango de potencia reactiva capacitiva/inductiva, cumpliendo satisfactoriamente con los criterios de operación en contingencias.

A excepción de las contingencias N° 3, N° 4, N°6, N° 7, N° 8, N° 10, N° 12, N° 16, N° 18, N° 19, N° 21, N° 22, N° 23, N° 23a, N° 23a1, N° 23b, N° 25, donde algunos elementos transgreden los límites permisibles de cargabilidad y perfil de tensiones según los criterios de contingencias tanto en el año 2026 y 2028.

Del total de contingencias donde algunos elementos transgreden los límites permisibles de cargabilidad y/o tensión, y además las transgresiones son superiores en la condición con proyecto respecto a la condición sin proyecto o al límite permisible en contingencias, se describen a continuación.

- En la contingencia N° 8, en la línea Ica – Derivación L-2211 se tiene una sobrecarga superior en 15.6% en la condición con proyecto respecto a la condición sin proyecto, donde ambas van en el orden de 168% a 184%.
- En la contingencia N° 21, en las líneas LT Derivación – Cahuachi L-2312_A, LT Marcona – Cahuachi L-2315, LT Ica – Mayorazgo T2 se tienen sobrecargas superiores en 15.8%, 15.4% y en 6.5% respectivamente en la condición con proyecto respecto a la condición sin proyecto, donde ambas sobrecargas van en el orden de 150% a 180%.
- En la contingencia N° 22, en las líneas LT Ica - Derivación L-2211, LT Mayorazgo - Derivación se tienen sobrecargas superiores en 19.6% y en 6.7% respectivamente en la condición con proyecto respecto a la condición sin proyecto, donde ambas sobrecargas van en el orden de 140% al 175%.
- En la contingencia N° 23, aplicable año 2028, en las líneas LT Ica – Derivación L-2211, LT Ica – Mayorazgo T2, LT Mayorazgo - Derivación se tienen sobrecargas del orden de 120% al 125% con proyecto.
- En la contingencia N° 23a/23a1, en las líneas LT Ica – Derivación L-2211, LT Derivación – Cahuachi L-2312_A, LT Marcona – Cahuachi L-2315, LT Ica – Mayorazgo T2, LT Mayorazgo - Derivación se tienen sobrecargas superiores en 30.3%, 5.1%, 16.5%, 11.7% y en 11.4% respectivamente en la condición con proyecto respecto a la condición sin proyecto, donde las sobrecargas van de 110%

a 150%, de 36% a 125%, de 49% a 136%, de 120% a 132% y de 121% a 132% respectivamente

- En la contingencia N° 23b, en la línea LT Derivación - Cahuachi L-2312_A se tiene una sobrecarga superior en 5.2% en la condición con proyecto respecto a la condición sin proyecto, con sobrecargas que van de 114% a 125%

Teniendo en cuenta que de acuerdo con la complejidad y grado de imprecisión de las instalaciones que realmente entrarán en servicio y por ende de las simulaciones realizadas los años 2026 y 2028 se considera plantear un esquema de Reducción automática de Generación (RAG) tomando como base el año 2026.

Por tanto, será necesario implementar un RAG en la CT Humay para las condiciones en las que la contribución de esta central pueda aminorar eficientemente las sobrecargas en las siguientes líneas:

- LT220 Ica-Derivación L-2211
- LT220 Derivación – Cahuachi L-2312_A
- LT220 Marcona – Cahuachi L-2315

Hay casos en los cuales la sobrecarga se produce por la cantidad de generación existente conectada en la SE Derivación antes de la contingencia y porque después de la contingencia solo hay un camino para evacuar dicha generación. En estos casos el RAG correspondería a las centrales existentes en la zona en esos casos.

El esquema de Reducción Automático de Generación planteado para la CT Humay se detalla en el Volumen II correspondiente a la ingeniería de Telecomunicaciones y Control Digital

3.1.3 Conclusiones del Análisis de Corto Circuito

3.1.3.1 General años 2026 y 2028 en el caso base y los 3 casos adicionales

Los resultados muestran que los niveles de corriente de cortocircuito en las barras cercanas a la zona de proyecto no presentan grandes cambios, por tanto, el proyecto no incrementa sustancialmente los valores de la corriente de cortocircuito, ya que los

interruptores en las barras de la zona del proyecto son normalmente de 40 kA y en la barra de 220 kV de la SE Chilca CTM los interruptores son de 63 kA.

Las barras de 500 kV no superan los 25 kA, las barras de 220 kV no superan los 31 kA, a excepción de la barra de 220 kV de la SE Chilca Uno con una corriente de 39.6 KA en el año 2028, y la barra de 220 kV de la SE Chilca CTM con una corriente de 45.96 kA en el año 2028; y en la barra de 500 kV de la SE Humay una corriente de 16.3 kA.

3.1.3.2 Análisis en la SE Chilca UNO

El análisis se realizó en las condiciones sin y con proyecto con los máximos niveles de generación en el año 2028 en avenida máxima demanda, con el acople cerrado y abierto en la condición con proyecto.
Con el acople cerrado, la corriente máxima en la condición sin y con proyecto es de 39.23 kA y 39.61 kA, es decir, se evidencia que la corriente de cortocircuito estaría en el límite de la capacidad de ruptura (40 kA) de los interruptores de 220 kV en la SE Chilca UNO.

Con el acople abierto, la corriente máxima es de 36.72 kA y 36.84 kA en una barra y en la otra, no superando la capacidad de ruptura (40 kA) de los interruptores de 220 kV en la SE Chilca UNO, por tanto, es posible reducir la corriente de cortocircuito máxima en las barras de 220 kV de la SE Chilca UNO a valores inferiores de la capacidad de ruptura (40 kA) de los interruptores en el caso que la instalación de los reactores serie de Chilca 1 sufran un retraso en su instalación.

3.1.3.3 Análisis en la SE Independencia ante el ingreso de la SE Bicentenario

El análisis se realizó en las condiciones de operación normal y contingencias sin y con el proyecto con los máximos niveles de generación en el año 2028 en estiaje máxima demanda, en el caso base y el caso adicional 2.

En el caso base se tienen las mayores corrientes de cortocircuito respecto al caso adicional 2. La máxima corriente de cortocircuito en el caso 1 (operación 3 trafos) y el caso 2 (operación trafos T3-261 y T4-261) en la barra de 220 kV es de 22.39 kA y 22.2 kA respectivamente, en la barra de 60 kV es de 22.37 kA y 18.97 kA, y en la barra de 10 kV

donde se tiene carga regulada es de 19.36 kA y 19.08 kA respectivamente.

Las corrientes de cortocircuito en la barra de 220 kV y 60 kV de la SE Independencia no superan los 22.4 kA en todos los escenarios analizados, mientras que la barra de 10 kV no supera los 20 kA, donde se está considerando disponible la operación de todas las centrales convencionales. Estas corrientes de cortocircuito no superan las capacidades de ruptura de las instalaciones existentes.

3.1.4 Conclusiones de la Estimación de Estabilidad

3.1.4.1 Estabilidad Transitoria de Primera Oscilación del Angulo

Los resultados obtenidos en las simulaciones dinámicas tanto para el caso base y los tres casos adicionales, se observa que para los eventos de fallas monofásicas con recierre exitoso al 1% y 99% de las líneas y fallas trifásicas con apertura definitiva al 1% y 99% de las líneas, el sistema logra recuperar un nuevo punto de operación en estado estacionario.

Donde el perfil de las tensiones en las barras de 220 kV y 500 kV de las subestaciones en la zona de influencia se encuentran dentro de un rango de operación aceptable (0.90 pu – 1.075 pu) según el criterio de contingencias en post falla.

Así mismo, los flujos de potencia en todas las líneas de transmisión y autotransformadores en la zona de influencia se amortiguan luego que se despeja la falla alcanzando un nuevo punto de operación estable; de la misma forma la potencia reactiva que entregan los SVC de la SE Socabaya y San José se amortiguan luego que se despeja la falla.

Y los ángulos de los rotores de los generadores de las centrales en la zona de influencia se estabilizan sin perder sincronismo, encontrándose dentro del rango ±90°.

En ese sentido, la operación de la CT Humay no provoca tales condiciones de inestabilidad, subtensiones, ya que sus unidades son maquinas síncronas, que aportan cortocircuito al sistema y por ende fortalecen la zona de influencia, por tanto, todos los efectos no son atribuibles a la CT Humay, caso contrario estaría ayudando a la estabilidad del sistema.

3.1.4.2 Tiempo Crítico de Despeje de Falla

De los resultados de las simulaciones de estabilidad transitoria para el año 2026 y 2028 se tiene que los tiempos críticos de despeje de falla para la CT Humay son superiores a los 100 milisegundos, los cuales son los siguientes:

Cuadro 3-2: Tiempos Criticos de Despeje de Falla

Año	Hidrología	Escenario	Caso Base	Caso Adicional 2
			TCDF (mseg)	TCDF (mseg)
2026	Avenida	Max	250	300
		Med	250	300
		Min	230	300
	Estiaje	Max	250	300
		Med	250	250
		Min	230	250
2028	Avenida	Max	250	300
		Med	250	300
		Min	250	300
	Estiaje	Max	220	320
		Med	220	330
		Min	220	300

El tiempo crítico de despeje de falla es mayor a 100 mseg, mayor al tiempo de operación de los relés, las cuales se tomarán en cuenta en la elaboración del estudio de Operatividad.

3.1.4.3 Tolerancia a la Corriente de Secuencia Negativa

Los tiempos de tolerancia son los siguientes:

Cuadro 3-3: Tolerancia de la Coriente de Secuencia Negativa

Año	Hidrología	Escenario	Caso Base				Caso Adicional 2			
			Generador TG		Generador TV		Generador TG		Generador TV	
			I2 (pu)	t (seg)	I2 (pu)	t (seg)	I2 (pu)	t (seg)	I2 (pu)	t (seg)
2026	Avenida	Max	1.33	5.66	1.71	3.42	1.35	5.51	1.74	3.32
		Med	1.33	5.62	1.72	3.39	1.34	5.54	1.73	3.35
		Min	1.32	5.72	1.70	3.45	1.34	5.61	1.72	3.39
	Estiaje	Max	1.34	5.61	1.72	3.40	1.35	5.50	1.74	3.32
		Med	1.29	5.97	1.67	3.60	1.35	5.53	1.73	3.33
		Min	1.33	5.63	1.72	3.40	1.34	5.54	1.73	3.33
2028	Avenida	Max	1.32	5.76	1.70	3.47	1.35	5.52	1.74	3.32
		Med	1.33	5.64	1.71	3.41	1.35	5.52	1.74	3.31
		Min	1.31	5.84	1.69	3.52	1.34	5.54	1.73	3.35
	Estiaje	Max	1.30	5.92	1.67	3.57	1.32	5.75	1.70	3.47
		Med	1.31	5.84	1.68	3.53	1.32	5.76	1.70	3.48
		Min	1.29	5.99	1.66	3.63	1.31	5.79	1.69	3.50

El tiempo de tolerancia de secuencia negativa esta alrededor de 5.7 seg y 3.4 seg para las unidades de generación TG y TV de la CT Humay respectivamente. Así mismo estos tiempos se deberán tener en cuenta en la implementación del ajuste de la protección del generador en la etapa de la Operatividad.

3.1.4.4 Verificación de Eventuales Oscilaciones Locales

Las constantes de inercia equivalentes para todos los casos y escenarios analizados son:

Cuadro 3-4: Constantes de Inencia Equivalentes

Año	Hidrología	Escenario	Caso Base	Caso Adicional 2
			Heq (seg)	Heq (seg)
2026	Avenida	Máx.	3.740	3.603
	Estiaje	Máx.	3.962	3.922
2028	Avenida	Máx.	3.677	3.620
	Estiaje	Máx.	3.975	3.929

Mediante el análisis modal, la respuesta natural del sistema provee un amortiguamiento a la oscilación del modo local mayor al 5%, así mismo la interacción entre las unidades TG y TV de la CT Humay también proveen un amortiguamiento a la oscilación del modo

intraplanta mayor al 5%, cumpliendo con el requerimiento del PR-20 para ambos modos de oscilación.

3.1.4.5 Verificación de la no Activación del ERACMF

Ante la desconexión automática de la CT Humay, la frecuencia disminuye hasta un valor de 59.34 Hz, mayor al umbral del ERACMF en la etapa 1 en la Zona Centro (59.2 Hz) y con un gradiente alrededor de -0.055 Hz/seg, menor al umbral por derivada del gradiente del ERACMF (-1.0 Hz/seg); en ese sentido, la desconexión automática de la CT Humay no activa el ERACMF.

3.1.5 Conclusiones de la Verificación de Barras

La verificación de barras se ha realizado en las barras de 500 kV de la SE Chilca y la SE Poroma, y en la barra de 220 kV de la SE Independencia.

Las corrientes en las subestaciones por capacidad de corriente y cortocircuito son:

Cuadro 3-5: Corrientes en las Barras y Diametros de las Subestaciones

Condición de Operación	Caso Base				Caso Adicional 2			
	SE Chilca		SE Poroma		SE Chilca		SE Poroma	
	Barra	Diámetro	Barra	Diámetro	Barra	Diámetro	Barra	Diámetro
Operación Normal	598A	497A	358A	358A	672A	434A	294A	412A
F/S L-5032b LT Poroma - Gamonal					900A	643A	418A	547A
F/S L-5032B LT Poroma - Humay	698A	512A	467A	558A				
F/S L-5032A LT Humay - Chilca	323A	469A	380A	507A	321A	391A	471A	667A
F/S Reactor Serie R-26 Chilca REP - Chilca CTM	587A	582A	337A	344A	537A	497A	277A	432A
F/S Barra A 500 kV SE Chilca CTM	**1083A**	700A	358A	358A	**1244A**	789A	294A	412A
F/S Barra B 500 kV SE Poroma	598A	497A	**651A**	651A	672A	434A	**539A**	667A
Máximo aporte de la zona Chilca	577A	**816A**	206A	573A	639A	**833A**	207A	689A
Máximo aporte de la zona Chilca, y F/S Barra A 500 kV SE Chilca CTM	963A	631A	206A	573A	1074A	630A	207A	689A
Máximo aporte de la zona Chilca, y F/S Barra B 500 kV SE Poroma	577A	**816A**	366A	**721A**	639A	**833A**	350A	**737A**

Cuadro 3-6: Corrientes en la Barra de 220 kV SE Independencia

Condición de Operación	Caso Base	Caso Adicional 2
	Barra 220	Barra 220
Fuera de servicio las líneas en 500 kV Que convergen en la SE Bicentenario	1100 A	1162 A

Cuadro 3-7: Cortocircuito en las Barras y Diámetros de las Subestaciones 500 kV

Condición de Operación	Caso Base				Caso Adicional 2			
	SE Chilca		SE Poroma		SE Chilca		SE Poroma	
	Barra	Diámetro	Barra	Diámetro	Barra	Diámetro	Barra	Diámetro
Cortocircuito Monofásico	21.1 kA	8.8 kA	11.4 kA	6.7 KA	21.2 kA	8.9 KA	12.0 kA	6.9 kA
Cortocircuito Bifásico a Tierra	20.8 kA	8.8 KA	12.2 kA	4.9 KA	20.9 kA	8.9 KA	12.9 kA	4.9 kA
Cortocircuito Trifásico	19.8 kA	8.5 kA	12.9 kA	4.6 KA	19.9 kA	8.5 kA	13.6 kA	4.9 kA

Cuadro 3-8: Corrientes de cortocircuito en la Barra 220 kV SE Independencia

Condición de Operación	Caso Base	Caso Adicional 2
	Barra 220	Barra 220
Cortocircuito Monofásico	22.39 kA	22.34 kA
Cortocircuito Bifásico a Tierra	22.09 kA	22.04 kA
Cortocircuito Trifásico	19.91 kA	19.83 kA

La máxima corriente en la SE Chilca CTM 500 kV es de 1083 Amp y 1244 Amp en el caso base y caso adicional 2 respectivamente; así mismo la máxima corriente en la SE Poroma 500 kV es de 721 Amp y 737 Amp en el caso base y caso adicional 2 respectivamente, y la máxima corriente en la SE Independencia es de 1100A y 1162A en el caso base y caso adicional 2 respectivamente.

En ambos casos las corrientes que circulan por las barras y diámetros son menores a la capacidad nominal de estas instalaciones.

En el nivel de 500 kV, las corrientes de cortocircuito no superan los 22 kA, es decir, están muy por debajo de la capacidad de diseño de las instalaciones de la SE Chilca CTM 500 kV (63 kA) y de la SE Poroma 500 kV (40 kA); y en el nivel de 220 kV, las corrientes de cortocircuito no superan los 22.4 kA, es decir, están muy por debajo de la capacidad de diseño de las instalaciones de la SE Independencia 220 kV (31.5 kA).

3.2 Conclusiones del Análisis de Transitorios Electromagnéticos

3.2.1 Estudio de Recierre Monofásico

3.2.1.1 LT Chilca – Humay 500 kV sin Gamonal (reactor existente de 200 Mvar/184 Ω)

De los resultados obtenidos en el análisis se observa que los reactores actualmente existentes en la SE Chilca, tanto de línea como de neutro, cumplen con la función de asegurar la extinción del arco secundario dentro del tiempo muerto previsto, bajo todas las contingencias previstas en los reactores.

Debido a las posibles diferencias entre los parámetros de la línea calculados y los reales, se propone incluir TAPs en los reactores de neutro con una regulación de ±3x20 Ω para el aumento o disminución de la reactancia del reactor. El ajuste de la posición del TAP se realizará en el Estudio de Operatividad

3.2.1.2 LT Humay - Poroma 500 kV

De los resultados obtenidos en el análisis se observa que los reactores actualmente existentes en la SE Poroma, tanto de línea como de neutro, cumplen con la función de asegurar la extinción del arco secundario dentro del tiempo muerto previsto.

Debido a las posibles diferencias entre los parámetros de la línea calculados y los reales, se propone incluir TAPs en los reactores de neutro con una regulación de ±3x20 Ω para el aumento o disminución de la reactancia del reactor. El ajuste de la posición del TAP se realizará en el Estudio de Operatividad.

3.2.1.3 LT Chilca – Humay 500 kV con Gamonal (reactor de 150 Mvar/254.6 Ω)

Para el caso de seccionamiento de la LT Chilca -Poroma debido a la aparición de la CE Los Vientos conectada al sistema a través de la SE Gamonal, el reactor de línea y de neutro presente en la SE Chilca se modificaría resultando idéntico al de la SE Gamonal (150 Mvar, 254.6 Ω), estudiado y aprobado en el EPO de Los Vientos. En el lado Humay no es necesario colocar reactores.

De los resultados obtenidos en el análisis se observa que los reactores considerados para el caso con Los Vientos en la SE Chilca, tanto de línea como de neutro, cumplen con la función de asegurar la extinción del arco secundario dentro del tiempo muerto previsto, bajo todas las contingencias previstas en los reactores.

Dicha solución cumple con la función de asegurar la extinción del arco secundario dentro del tiempo muerto de 500 ms.
Debido a las posibles diferencias entre los parámetros de la línea calculados y los reales, se propone incluir TAPs en los reactores de neutro con una regulación de ±3x32 Ω para el aumento o disminución de la reactancia del reactor. El ajuste de la posición del TAP se realizará en el Estudio de Operatividad.

3.2.1.4 LT Humay – Gamonal 500 kV

Línea de transmisión que se origina por la central eólica Los Vientos (caso Adicional 2) que secciona la línea existente Chilca – Poroma 500 kV en la subestación Gamonal (denominada en estudios anteriores Derivación).

Se ha estudiado la solución de colocar en la SE Gamonal un reactor de línea de 150 Mvar y un reactor de neutro de 254.6 Ω, manteniendo sin compensación el lado Humay, demostrando que la misma cumple con la función de asegurar la extinción del arco secundario dentro del tiempo muerto de 500 ms. En este escenario, se retiraría el reactor de línea en la SE Poroma ya que para el tramo Gamonal-Poroma no se necesitaría compensación. Cabe mencionar que dicho reactor ha sido estudiado (y aprobado) en el EPO del proyecto LOS VIENTOS.

Debido a las posibles diferencias entre los parámetros de la línea calculados y los reales, se propone incluir TAPs en los reactores de neutro con una regulación de ±3x32 Ω para el aumento o disminución de la reactancia del reactor. El ajuste de la posición del TAP se realizará en el Estudio de Operatividad.

3.2.2 Maniobras en Líneas de Transmisión

Se simularon los casos de energización para el caso Base y el caso Adicional 2.

Para los 4 tramos en examen (LT Chilca-Humay en caso Base, LT Humay-Poroma, LT Chilca-Humay en caso Adicional 2, LT Humay-Gamonal) se ha examinado un total de 16 casos diferentes, considerando la energización desde los diferentes extremos y considerando o no la presencia del reactor de línea y neutro en los extremos Chilca, Poroma o Gamonal según el caso considerado.

La máxima sobretensión fase-tierra con probabilidad 98% U_{e2} se registra en el caso de energización desde Chilca de la LT Chilca-Humay y alcanza el valor de 2.07 pu; la máxima sobretensión fase-fase con probabilidad 98% U_{e2} se registra en el caso de energización desde Chilca de la LT Chilca-Humay y alcanza el valor de 2.04 pu.

Adicionalmente la mayor disipación de energía en los descargadores de sobretensión obtenida de los resultados estadísticos es de 199.1 kJ, lo cual indica una disipación de energía perfectamente compatible con los descargadores instalados.

3.2.3 Solicitación Térmica de los Descargadores de sobretensión

3.2.3.1 Energización de líneas con falla monofásica

Se simularon los casos de energización con falla para el caso Base y el caso con Gamonal.

a) Caso Base

- En la LT Chilca-Humay la mayor disipación de energía en el descargador de sobretensión del extremo Chilca resultó ser de 93.3 kJ, valor muy bajo con respecto a la capacidad del descargador. En el descargador del extremo Humay se obtuvo la mayor disipación de energía alcanzando el valor de 381.8 kJ que representa un valor muy bajo comparado con la capacidad del descargador.

- En la LT Humay-Poroma la mayor disipación de energía en el descargador de sobretensión del extremo Humay resultó ser de 118.3 kJ, valor muy bajo con respecto a la capacidad del descargador. En el descargador del extremo Poroma se obtuvo la mayor disipación de energía en el caso 2.b, siendo esta de 176.4 kJ, que representa menos que el 3 % de la capacidad del descargador.

b) Caso con Gamonal /Adicional 2)

- La mayor disipación de energía en el descargador de sobretensión del extremo Humay resultó ser de valor 362.9 kJ, es decir muy bajo comparado con la capacidad del descargador. En el descargador del extremo Chilca se obtuvo la mayor disipación de energía de 84.1 kJ, valor muy bajo en relación con la capacidad del descargador.

- En la Humay-Gamonal la mayor disipación de energía en el descargador de sobretensión del extremo Gamonal resultó ser de valor muy bajo comparado con la capacidad del descargador. En el descargador del extremo Humay se obtuvo la mayor disipación de energía siendo esta de 115.9 kJ, valor muy bajo comparado con la capacidad del descargador.

3.2.3.2 Línea en Carga, Ocurrencia de Falla Monofásica y Posterior Apertura de la Línea

El análisis se realizó para cada línea del proyecto en el escenario de máxima transferencia de potencia. Absolutamente todas las condiciones examinadas dieron lugar a energías disipadas en los descargadores de valores totalmente despreciables, siendo las sobretensiones registradas de amplitud muy bajas, lejos del umbral de intervención de los descargadores.

3.2.4 Estudios de Solicitaciones Térmicas y Dinámicas en los Reactores de Neutro

Se simularon los casos de energización con falla para el caso Base y el caso Adicional 2.

3.2.4.1 LT Chilca – Humay 500 kV

- En todos los casos examinados, la tensión transitoria en el punto de neutro está lo suficientemente por debajo de la tensión de intervención del descargador de 78 kV tal como para no originar cualquier tipo de disipación de energía: por ese motivo se registran valores de disipación de energía para los descargadores de neutro prácticamente nulos. En cuanto a los descargadores de línea, la máxima

disipación registrada está en el orden del 3% de su capacidad. La corriente de pico máxima en el reactor es de 621.5 A.

3.2.4.2 LT Humay – Poroma 500 kV

- En todos los casos examinados, la tensión transitoria en el punto de neutro está lo suficientemente por debajo de la tensión de intervención del descargador de 78 kV tal como para no originar cualquier tipo de disipación de energía: por ese motivo se registran valores de disipación de energía para los descargadores de neutro prácticamente nulos. En cuanto a los descargadores de línea, la máxima disipación registrada es menor del 6% de su capacidad. El máximo valor de pico de registrado para la corriente en el reactor de neutro fue de 666.4 A.

3.2.4.3 LT Chilca-Humay 500 kV caso con Gamonal (Adicional 2)

- En todos los casos examinados, la tensión transitoria en el punto de neutro está lo suficientemente por debajo de la tensión de intervención del descargador de 78 kV tal como para no originar cualquier tipo de disipación de energía: por ese motivo se registran valores de disipación de energía para los descargadores de neutro prácticamente nulos. Lo mismo ocurre para los descargadores de línea. El máximo valor de pico para la corriente en el reactor de neutro fue de 372.5 A.

3.2.4.4 LT Humay – Gamonal 500 kV

- La mayor disipación de energía en el descargador de sobretensión de los reactores de línea resultó ser inferior al 1% de su capacidad. En el descargador del reactor de neutro del extremo Gamonal se dio una disipación de energía mínima, mucho por debajo de su capacidad. En cuanto al valor de pico de la corriente en el reactor de neutro, se registró un valor máximo de 381.8 A.

3.2.5 Sobretensiones por Fenómenos de Resonancia con Fases Abiertas

Para todas las líneas examinadas, con los reactores de compensación en derivación en servicio y los respectivos reactores de neutro conectados, las tensiones de fase/s abierta/s tienen una amplitud perfectamente compatible con el coordinamiento del aislamiento de la

línea y compatible con el dimensionamiento en energía de los descargadores de línea y de neutro. Esa conclusión se debe al hecho que no se manifiestan condiciones de resonancia. La indisponibilidad de los reactores di línea (y por lo tanto, conjuntamente, del reactor de neutro) no origina transitorios de oscilación en las fases abiertas que pongan en evidencia cualquier tipo de preocupación.

En cambio, la indisponibilidad del reactor de neutro crea condiciones de resonancia con fase/s abierta/s indeseadas en la línea Chilca-Humay, tanto en el caso base como en el caso de presencia de Los Vientos (seccionamiento de la Humay-Poroma en Gamonal): dichas resonancias podrían dificultar seriamente la apertura definitiva de la línea tras la detección de un problema en un interruptor (lo que originó la condición de fase abierta), y por lo tanto no se recomienda la operación de la línea sin el reactor de neutro. Manteniendo el reactor de línea conectada y con neutro aterrizado, origina condiciones de resonancia con fases abiertas en la línea Chilca-Humay, haciendo que esta condición operativa tenga que ser evitada.

3.2.6 Verificación de Tensiones de Restablecimiento (TRV)

- Las maniobras de aperturas ante fallas terminales, no se espera que se presente reencendido en los interruptores, ya que la tensión transitoria de restablecimiento alcanzada en las simulaciones es inferior a los valores establecidos por la norma IEC 62271-100 para interruptores de 550 kV.
- Las maniobras de aperturas ante fallas kilométricas, se tiene que el interruptor en el extremo Chilca de la LT Chilca – Humay 500 kV y el interruptor del extremo Humay de la LT Humay – Poroma 500 kV y LT Humay – **Gamonal** 500 kV presentan tensiones de restablecimiento con picos superiores a los valores establecidos por la norma IEC 62271-100 para interruptores de 550 kV.
- Cabe indicar que de acuerdo con el estudio de operatividad “Línea de Transmisión 500 kV Chilca-Poroma-Ocoña-Montalvo y subestaciones asociadas” donde se indica que los interruptores ABB-HPL 550B2 suministrados para la línea de 500 kV Chilca-Poroma existente tienen valores limites mayores a los establecidos y similar a la curva T10 de la norma IEC. Con la curva ABB se asegura que el interruptor del extremo Chilca ante la ocurrencia de una falla monofásica (TRV kilométrica) la tensión de restablecimiento está dentro del límite de esta curva garantizada por ABB en su momento.

- Para el interruptor del extremo Humay hacia Poroma se recomienda que el Fabricante seleccionado garantice que sus interruptores cumplan con una curva similar a la T10 de la norma IEC para el caso de fallas kilométricas. Con esta condición los resultados de la tensión de restablecimiento se encontrarían dentro de los límites del interruptor.
- En el análisis de Apertura en oposición de fases, a pesar de que se realizaron contingencias no fue posible generar una condición de oposición de fases entre los extremos de la línea de transmisión a evaluar (Δ° = 180°), por lo cual se considera poco probable que se presente esta condición. De las maniobras de aperturas ante falla trifásica en oposición de fase, no se espera que se presente reencendido en los interruptores, ya que la tensión transitoria de restablecimiento alcanzada en las simulaciones es inferior a los valores establecidos por la norma IEC 62271-100 para interruptores de 550 kV.

3.2.7 Estudios y especificaciones particulares para reactores

3.2.7.1 Energización de Reactores

El estudio de energización de reactores no es un estudio relevante debido a la linealidad de la característica de los reactores, por lo menos en el rango de tensión hasta 1.4 pu

3.2.7.2 Apertura de Reactores

La apertura de reactores deberá realizarse según las prescripciones de la IEC 62271-110, es decir maniobrando el reactor de línea tras el cortocircuito del reactor de neutro, a través de un sistema de mando sincronizado y empleando un interruptor que haya superado exitosamente el ensayo de maniobra previsto en la misma Norma. La Norma recomienda no realizar estudios sobre la habilidad del interruptor de abrir la corriente reactiva, sino ensayar el interruptor; el único estudio que hay que realizar es verificar si el contexto de instalación da lugar a condiciones más exigentes de las de los circuitos de ensayo: de ser así, se tendrán que ajustar los circuitos de prueba a las características encontradas. Se ha estudiado únicamente el reactor de 150 Mvar que se instalaría en Gamonal y en Chilca (en este último caso reemplazando el de 200 Mvar); para la instalación en Chilca, si el interruptor que actualmente está maniobrando el reactor de 200 Mvar superó la prueba prevista en la IEC 62271-110, podrá maniobrar también el de 150 Mvar en cuanto la TRV

inherente se ha demostrado compatible con la de los circuitos de ensayo; para la instalación en Gamonal, el interruptor se tendrá que ensayar, y el circuito de ensayo previsto por la Norma es adecuado.

3.2.8 Energización de transformadores

Al energizar los transformadores TG y TV sin considerar mando sincronizado, la mayor corriente inrush en el transformador TG de 525 MVA es de 2031.76 A pico que corresponde a 2.37 pu y en el transformador TV de 230 MVA es de 1211.38 A pico que corresponde a 3.23 pu. Las tensiones en las barras cercanas al punto de energización presentan caídas de tensión, donde la mayor caída se da al energizar el transformador TG llegando hasta 0.91 pu en Humay 500 kV.

Al energizar los transformadores TG y TV considerando mando sincronizado, se obtienen corrientes inrush pequeñas, menores al 0.15 pu, y las tensiones en las subestaciones cercanas no se ven afectadas.

3.3 Conclusiones del Estudio de Resonancia Subsíncrona

Se requiere el Estudio de Pre-Operatividad (EPO) para la entrada en servicio al SEIN de la C.T. Humay, de acuerdo con los Procedimientos Técnicos del COES, y en base a lo descripto por el COES en la carta sobre los alcances de este EPO.

El Estudio de Pre-Operatividad (EPO) correspondiente debe incluir un estudio de verificación de Resonancia Subsíncrona (RSS) para comprobar si se presenta el riesgo de fenómenos de RSS para la nueva central térmica bajo análisis. Además, se debe verificar que el proyecto en general no introduzca nuevas resonancias subsincrónicas o amplifique el fenómeno en las unidades térmicas existentes conectadas en el área de influencia de la C.T. Humay (área operativa Sur-Medio del SEIN), involucrando también aquellas conectadas directamente en el 500 kV de los enlaces Centro-Sur del SEIN. Este análisis debe ser realizado para el año de ingreso del proyecto, es decir el año 2026, considerando escenarios hidrológicos de avenida y estiaje, diferentes condiciones de demanda, y los escenarios que se han conformado con el ingreso de nuevas centrales, predominantemente de carácter a Energía Renovable No Convencional (GRERNC).

Además se ha extendido el estudio al año 2028 tomando en cuenta las observaciones de COES recibidas mediante el INFORME COES/DP/SNP-EPO-009-2023 del 06/02/2023) y el INFORME COES/DP/SNP-EPO-063-2023 del 05/07/2023 de revisiones del EPO. Para este año 2028 se han realizado las actualizaciones de la Base de Datos de manera de incorporar entre ellas el proyecto de la SE Bicentenario (prevista para el periodo de Estiaje del 2028), y todos los proyectos con EPO aprobados en vigor y con EPO en curso para las instalaciones de tipo renovables GRERNC, como requerido en el Informe de revisión arriba mencionado.

Se ha empleado la técnica del Barrido en Frecuencia para detectar las configuraciones de red que presentan valores de resonancias eléctricas en el rango subsincrónico, y que podrían excitar las frecuencias torsionales mecánicas del eje de las unidades TG y TV de la C.T. Humay, y no solo ella.

El estudio ha sido efectuado en las dos fases detalladas a continuación.

- **Fase 1**: se evalúa el fenómeno de RSS sobre las unidades TG y TV que forman parte del paquete de la CT Humay, utilizando los parámetros disponibles en el periodo de desarrollo del EPO; en esta fase se llevan a cabo las actividades que permiten alcanzar los siguientes dos objetivos:

    - analizar el riesgo de autoexcitación a frecuencia subsíncrona (efecto de generador de inducción) e identificar aquellas configuraciones que pudieran favorecer este fenómeno,
    - determinar las frecuencias de resonancia eléctrica de la *Zg(f)* vista desde el rotor de la nueva unidad, y como resultado el riesgo de RSS por Interacción Torsional y Amplificación del Torque.

- **Fase 2**: se evalúa el fenómeno de RSS sobre las otras centrales térmicas operando en el SEIN, examinando el impacto que tiene la entrada en servicio del proyecto de la CT Humay sobre el sistema, y en particular si se modifica el nivel de riesgo de RSS conocido ya en algunas unidades existentes. Se han estudiado las centrales térmicas que:

- se conectan directamente al sistema en 500 kV de las áreas operativas Centro y Sur del SEIN: CT Fenix, CT Sto. Domingo, CT Puerto Bravo y CT NEPI;
- se conectan en el área operativa Costa-Centro del SEIN al nivel de 220 kV: unidades TG y TV de la CT Las Flores, CT Kallpa, CT Chilca1, CT Chilca2, CT Ventanilla, las unidades TG de Santa Rosa TG5, Santa Rosa TG6, Santa Rosa TG7, Santa Rosa TG8;
- y además desde una unidad TG de la CT Reserva Fría Ilo.

La experiencia de este Consultor en los estudios de diagnóstico de la RSS llevados a cabo en precedencia para el SEIN, demostraron que las unidades más expuestas a este fenómeno son aquellas que se encuentran conectadas directamente al 500 kV, con excepción de la CT Reserva Fría Ilo que se encuentra sobre el 220 kV pero eléctricamente bastante cercanas al 500 kV de la SE Montalvo.

Entre las dos variantes bajo estudio para el año 2026 (Caso Base y Caso Base+Adicional 2), las agrupaciones de unidades (3 casos para la CT Humay, 22 casos para el resto de las unidades del SEIN), las configuraciones operativas de red (alrededor de 125), las condiciones operativas de Media y Mínima demanda y los dos periodos de hidraulicidad de Avenida y Estiaje, han resultado aproximadamente en 3000 casos para la Fase 1, y más de 20000 para la Fase 2. Un número bastante importante de casos estudiados que sustentan las conclusiones que se exponen a continuación.

En modo similar para el Año2028 se han estudiado dos variantes (Caso Base y Caso Base+Adicional 2), las agrupaciones de unidades (3 casos para la CT Humay, 6 casos para el resto de las unidades del SEIN), con 97 posibles configuraciones operativas de red, las condiciones de demanda Máxima, Media y Mínima en los periodos de Avenida y Estiaje, han resultado con un número bastante importante de casos estudiados (>17000) que sustentan las conclusiones que se exponen a continuación.

FASE 1 Año 2026 y 2028

Los resultados muestran que, de acuerdo con el criterio adoptado por el COES, los valores del Margen de Estabilidad Transitoria (MET) obtenidos para el primer modo torsional de las unidades TG y TV de la C.T. Humay, son positivos en todos los casos estudiados.

Concluyendo que no hay riesgo de RSS por Interacción Torsional ni Amplificación del Torque.

Se ha analizado el segundo modo torsional de las unidades que forman parte de la C.T. Humay, y se evidencian muy pocos casos con resonancias eléctricas cercanas a la complementaria de las frecuencias torsionales. Se debe tener en cuenta que para la unidad TV la complementaria del segundo modo torsional se encuentra en el rango supersíncrono (193.8-60=133.8 Hz) que en general tiene amortiguamientos eléctricos positivos; además, los ejes mecánicos típicos de las unidades térmicas tienen un tipo de perfil del autovector del segundo modo torsional que lo renden difícil de ser excitado por la red, por eso, sin saber los datos del modelo mecánicos masa-resorte de las unidades de la C.T. Humay, se puede anticipar que tampoco para el segundo modo torsional de las unidades TG y TV no hay riesgo de RSS por Interacción Torsional ni Amplificación del Torque. Esta conclusión será confirmada en la fase de Estudio de Operatividad cuando se dispondrá del modelo mecánico completo de las unidades de la C.T. Humay.

Si las características mecánicas de las unidades, suministradas para realizar este EPO, se mantienen en el entorno de los valores utilizados en los estudios (confirmando las frecuencias torsionales del eje utilizadas), y si no se altera en modo trascendental el escenario topológico de la zona respecto a los estudiados, entonces el riesgo de RSS para el ciclo combinado de la CT Humay es muy remoto, sumado a que las protecciones torsionales que se deberán aplicar a las unidades, evitarían cualquier potencial daño a las partes mecánicas.

FASE 2 Año 2026 y 2028

De los resultados del análisis se concluye lo siguiente.

- Para todas las configuraciones y casos analizados, el impacto del proyecto es despreciable sobre el nivel de riesgo de RSS; es decir aquellos casos que eran con riesgo **SIN** el proyecto, siguen siéndolo con los mismos valores **CON** proyecto. El índice MET como criterio adoptado por COES para evaluar el riesgo de RSS demuestra que en ninguna unidad analizada en el caso **CON** proyecto se empeora su condición de riesgo de RSS; el MET promedio en general presenta una mínima reducción (del orden del 1%) que es despreciable.

- Para todas las configuraciones y casos analizados, la entrada en servicio de la C.T. Humay no modifica el riesgo de RSS debido al fenómeno de *Generador a Inducción*; en ningún caso, **CON** y **SIN** el proyecto en servicio, se ha presentado este fenómeno.

Estas conclusiones son válidas tanto para el primer modo torsional de las unidades, como, en los casos que corresponden, para el segundo modo torsional, dado que este último, tanto subsíncrono como supersíncrono, en general no se ve afectado por las oscilaciones inestables debidas a perturbaciones en la red.
La predisposición de equipos EACS por ejemplo de tipo M-SSSC en lugar de los bancos capacitivos convencionales, contribuye en general en modo innegable a la disminución del riesgo de RSS, sin dejar de lado otros beneficios que estos componentes pueden aportar en la operación del sistema (control de flujos de potencia, de tensión, etc), aspectos que se deben valorar al momento de tener que seleccionar los puntos estratégicos donde posicionarlos y las características de estos equipos, como las dimensiones, capacidades y funciones que deben cumplir.
Tanto en la FASE 1 como en la FASE 2 en los años 2026 y 2028, los análisis del Barrido en Frecuencia han demostrado que el fenómeno de <u>*Generador a Inducción*</u> (*Rg(f) < 0.0* y contemporáneamente *X(f) ≈ 0.*), <u>no se ha presentado para ninguna unidad estudiada, y en ninguna de las configuraciones y casos analizados</u>.

CONCLUSIONES GENERALES

<u>Año 2026</u>

Teniendo presente que el proyecto secciona la LAT-5032 (Chilca-Poroma), se ha concordado con COES después de la primera revisión las siguientes configuraciones de compensación serie en los diferentes tramos que resultarían sobre el enlace L-5032; según el Escenario en que se ha estudiado el riesgo de RSS ha sido implementado:

- Caso Base **CON** proyecto:

  - Tramo Humay-Chilca (173 km) por el periodo transitorio hasta la entrada en servicio de la SE Bicentenario **<u>sin compensación serie</u>**;

- Tramo Humay-Poroma (194.7 km) por el periodo transitorio hasta la entrada en servicio de la SE Bicentenario **sin compensación serie**.

- Caso Base + Adicional 2:

  - Tramo Humay-Chilca (173 km) por el periodo transitorio hasta la entrada en servicio de la SE Bicentenario **sin compensación serie**;

  - Tramo Humay- Gamonal (108.5 km) equipo de tecnología M – SSSC localizado en el lado SE Gamonal y de dimensión tal para alcanzar un grado de compensación serie en el tramo Humay-Gamonal del 65%;

  - Tramo SE Gamonal (CE Los Vientos) - Poroma (86.2 km) sin compensación serie (la compensación serie existente BCS-5382 permanece “puenteada” y concentrada en el lado de la SE Poroma).

Con respecto a la tecnología a utilizar para la compensación serie en estos casos, los resultados obtenidos han puesto en evidencia la necesidad de utilizar equipos de tipo EACS (como por ejemplo con tecnología M-SSSC), que aportarían diversos beneficios tanto en la atenuación del riesgo de resonancias RSS, como en la operación del sistema (control de flujos de potencia, de tensión, etc).

Año 2028

En acuerdo con el Informe de revisión del COES se ha llevado a cabo una extensión de los estudios de RSS al año 2028 teniendo además en cuenta que a partir del periodo de estiaje, ingresaría el proyecto SE Bicentenario. Estos análisis presentan algunas de las siguientes características:

- Antes de estiaje 2028 **no se considera compensación serie ni en derivación en el lado SE Humay** para los tramos en 500 kV entre Chilca y Humay y entre Humay y Poroma;

- Siempre antes de Estiaje 2028 con el proyecto CE Los Vientos (Adicional 2), se considera la compensación serie y derivación que resulta como solución **en el EPO**

de la CE Los Vientos, es decir solo equipo EACS tipo M-SSSC en la SE Gamonal para el tramo Gamonal-Humay (o bien Gamonal-Chilca en el caso **SIN** el proyecto de la CT Humay);

- A partir de estiaje 2028 la compensación serie y derivación de los diferentes tramos son las definidas en el proyecto SE Bicentenario, la cual prevé dos unidades EACS en la SE Bicentenario hacia Chilca y Poroma (o bien Gamonal en el caso con la CE Los Vientos).

Como ya habían demostrado los resultados de los estudios de RSS para el año 2026, que el empleo de equipos EACS tipo M-SSSC en la zona del proyecto anulaba cualquier variación de riesgo de RSS respecto a la condición sin proyecto, también en los resultados para los diversos escenarios del 2028 se confirma este efecto.

Año 2026 y año 2028

Las conclusiones a las que se ha llegado permanecen validas siempre y cuando el SEIN opere en una configuración topológica como aquellas estudiadas para los años 2026 y 2028 (incluyendo el proyecto Los Vientos). Si en futuro se presenta un cambio en la topológica del SEIN diferente a lo previsto en el área de influencia del proyecto, o también en la red troncal en 500 kV, se recomienda verificar nuevamente el riesgo de RSS. Esta recomendación vale para todas las unidades de las centrales térmicas y más en particular para aquellas que en pasado han presentado en alguna medida un riesgo de resonancia subsincrónicas RSS.

De los resultados obtenidos en la Fase 1 del presente estudio no se observan condiciones de riesgo de RSS para la unidades TG y TV de la C.T. Humay, de todos modos para tener un respaldo de protección se deberá implementar en cada unidad (TG y TV) un relé torsional en cada unidad, el cual detecta las oscilaciones mecánicas de riesgo y activa el disparo de la unidad: este tipo de relé se basa sobre la medición de la velocidad mecánica del eje o de la corriente subsíncrona del estator. Esta protección debería ser sintonizada para todas las frecuencias torsionales mecánicas propias del eje del conjunto Generador-Turbina, en particular en el rango de los modos subsíncronos. Esta protección es muy importante y puede ser necesaria para proteger el eje de la maquina en los casos (muy pocos probables) en que se presentaría una condición crítica. Se descartan otras posibles

soluciones locales de mitigación o de de-sintonización (detuning) de la RSS (como por ejemplo filtros de bloqueo en series al generador, filtros dinámicos en derivación, etc.).

No obstante estas conclusiones preliminares, se reenvía a los Estudios de Operatividad para realizar los respectivos análisis con mayor precisión, momento en el cual se dispondría de la información definitiva de los principales componentes, así como una mayor claridad sobre los escenarios topológicos y operativos.

4. PLANOS

En el Anexo 1 se presentan los planos; el diagrama Unifilar del Sistema Eléctrico Proyectado y el diagrama Unifilar de la Zona de Influencia del Proyecto.

5. CRONOGRAMA ESTIMADO DEL INGRESO DEL PROYECTO.

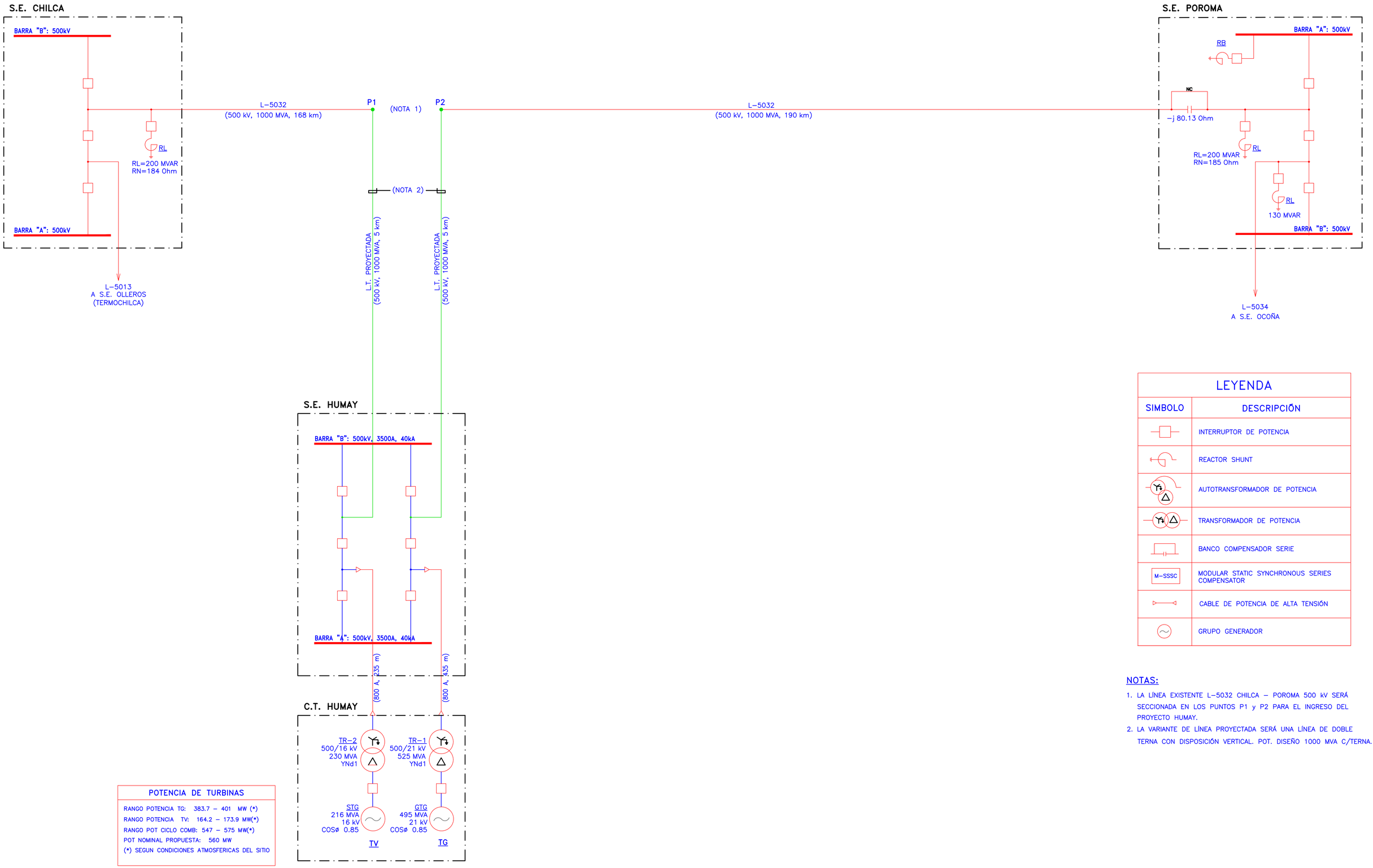
En el Anexo 2 se muestra el Cronograma Estimado del Ingreso del Proyecto.

6. LISTA DE EQUIPAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

En los Anexos 3, 4, 5 y 6 respectivamente, se encuentran los cuadros correspondientes a la Lista de Equipamiento y Características Técnicas.

ANEXO Nº 1

PLANOS



LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	INTERRUPTOR DE POTENCIA
	REACTOR SHUNT
	AUTOTRANSFORMADOR DE POTENCIA
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA
	BANCO COMPENSADOR SERIE
M-SSSC	MODULAR STATIC SYNCHRONOUS SERIES COMPENSATOR
	CABLE DE POTENCIA DE ALTA TENSIÓN
	GRUPO GENERADOR

NOTAS:

1. LA LÍNEA EXISTENTE L-5032 CHILCA – POROMA 500 kV SERÁ SECCIONADA EN LOS PUNTOS P1 y P2 PARA EL INGRESO DEL PROYECTO HUMAY.
2. LA VARIANTE DE LÍNEA PROYECTADA SERÁ UNA LÍNEA DE DOBLE TERNA CON DISPOSICIÓN VERTICAL. POT. DISEÑO 1000 MVA C/TERNA.

POTENCIA DE TURBINAS

RANGO POTENCIA TG: 383.7 – 401 MW (*)
RANGO POTENCIA TV: 164.2 – 173.9 MW(*)
RANGO POT CICLO COMB: 547 – 575 MW(*)
POT NOMINAL PROPUESTA: 560 MW
(*) SEGUN CONDICIONES ATMOSFERICAS DEL SITIO

Nº	FECHA	REVISIONES	REV.	APROB.
C	AGO.'23	ACTUALIZACIÓN	S.P.P.	M.L.K.
B	MAY.'23	EMITIDO PARA REVISIÓN DEL CLIENTE	S.P.P.	M.L.K.
A	ABR.'23	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	S.P.P.	M.L.K.

PEPSA TECSULT
MIEMBRO DEL GRUPO AECOM
CALLE LAS PERDICES 254, SAN ISIDRO, LIMA, PERÚ
☎ +51-1-611-4100

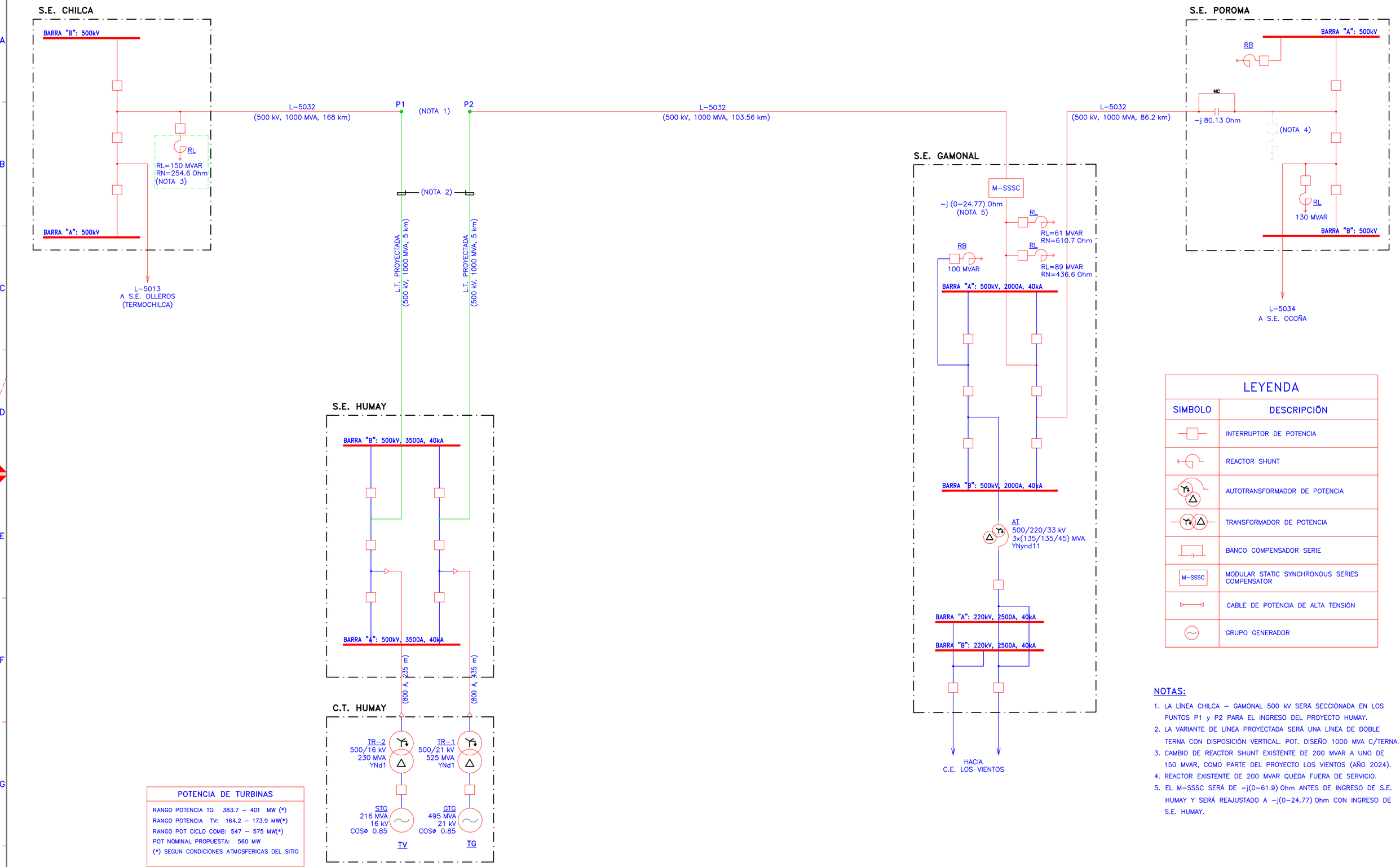
DISEÑADO:	DIBUJADO:	REVISADO:	APROBADO:	FECHA:
J.R.T.	R.G.T.	S.P.P.	M.L.K.	ABR.'23

Kipaq Energía S.A.C.

PROYECTO: ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD PARA LA CONEXIÓN DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA HUMAY AL SEIN

TITULO: DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELECTRICO PROYECTADO (AÑO 2026: SIN S.E. BICENTENARIO, SIN C.E. LOS VIENTOS)

PLANO Nº:	9843-SE-GE-101
PROYECTO Nº: 9843	HOJA: 1/1
ESCALA: S/E	REV: C
	FORMATO: A-1
ARCHIVO:	98436001C.dwg



POTENCIA DE TURBINAS

RANGO POTENCIA TG: 383.7 – 401 MW (*)
RANGO POTENCIA TV: 164.2 – 173.9 MW(*)
RANGO POT CICLO COMB: 547 – 575 MW(*)
POT NOMINAL PROPUESTA: 560 MW
(*) SEGUN CONDICIONES ATMOSFERICAS DEL SITIO

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	INTERRUPTOR DE POTENCIA
	REACTOR SHUNT
	AUTOTRANSFORMADOR DE POTENCIA
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA
	BANCO COMPENSADOR SERIE
M-SSSC	MODULAR STATIC SYNCHRONOUS SERIES COMPENSATOR
	CABLE DE POTENCIA DE ALTA TENSIÓN
	GRUPO GENERADOR

NOTAS:

1. LA LÍNEA CHILCA – GAMONAL 500 kV SERÁ SECCIONADA EN LOS PUNTOS P1 y P2 PARA EL INGRESO DEL PROYECTO HUMAY.
2. LA VARIANTE DE LÍNEA PROYECTADA SERÁ UNA LÍNEA DE DOBLE TERNA CON DISPOSICIÓN VERTICAL. POT. DISEÑO 1000 MVA C/TERNA.
3. CAMBIO DE REACTOR SHUNT EXISTENTE DE 200 MVAR A UNO DE 150 MVAR, COMO PARTE DEL PROYECTO LOS VIENTOS (AÑO 2024).
4. REACTOR EXISTENTE DE 200 MVAR QUEDA FUERA DE SERVICIO.
5. EL M-SSSC SERÁ DE -j(0-61.9) Ohm ANTES DE INGRESO DE S.E. HUMAY Y SERÁ REAJUSTADO A -j(0-24.77) Ohm CON INGRESO DE S.E. HUMAY.

N°	FECHA	REVISIONES	REV.	APROB.
C	AGO.'23	ACTUALIZACIÓN	S.P.P.	M.L.K.
B	MAY.'23	EMITIDO PARA REVISIÓN DEL CLIENTE	S.P.P.	M.L.K.
A	ABR.'23	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	S.P.P.	M.L.K.

PEPSA TECSULT
MIEMBRO DEL GRUPO AECOM
CALLE LAS PERDICES 254, SAN ISIDRO, LIMA, PERÚ
☎ +51-1-611-4100

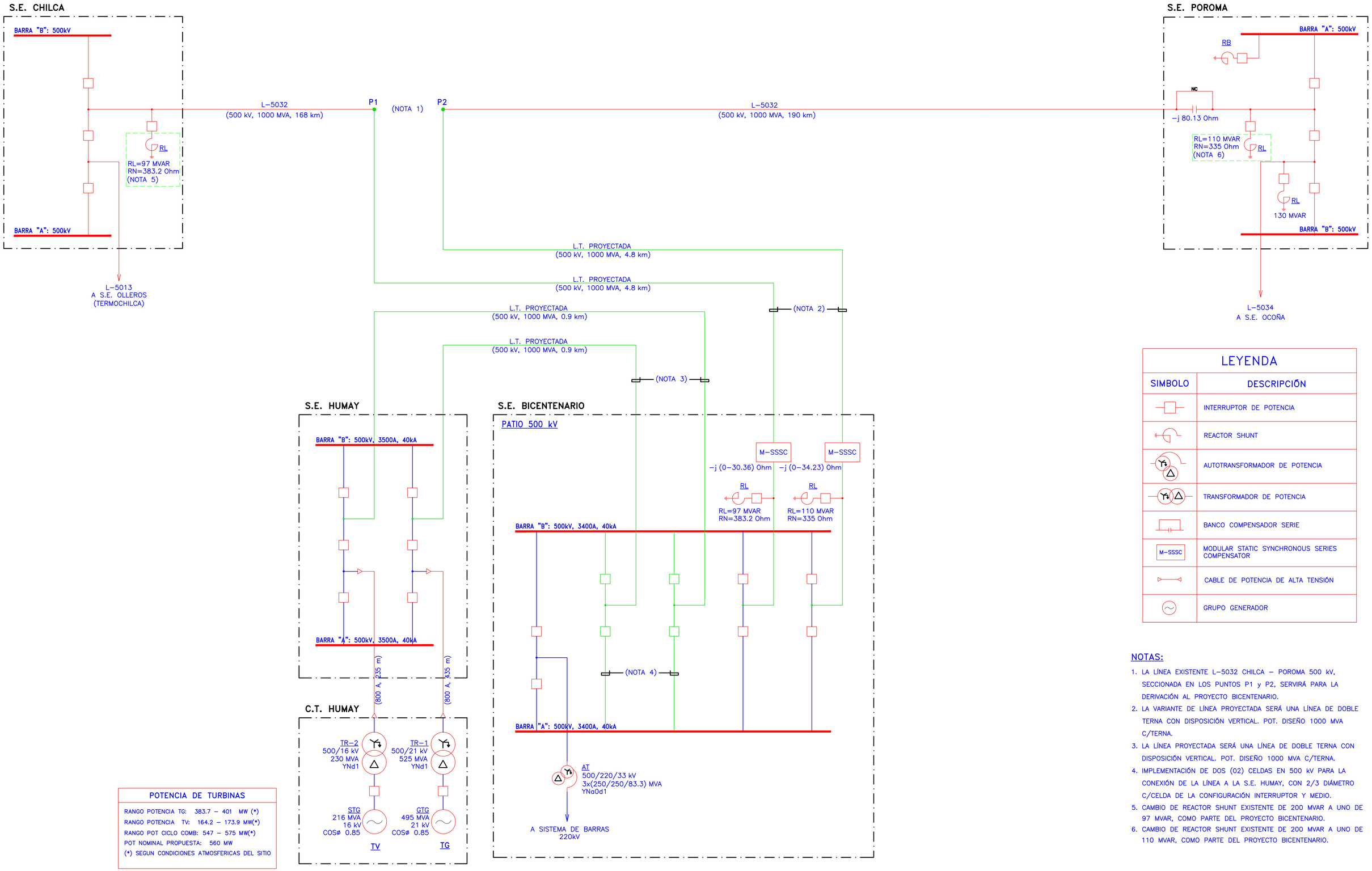
DISEÑADO:	DIBUJADO:	REVISADO:	APROBADO:	FECHA:
J.R.T.	R.G.T.	S.P.P.	M.L.K.	ABR.'23

Kipaq Energía S.A.C.

PROYECTO: ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD PARA LA CONEXIÓN DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA HUMAY AL SEIN

TITULO: DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELECTRICO PROYECTADO (AÑO 2026: SIN S.E. BICENTENARIO, CON C.E. LOS VIENTOS)

PLANO N°:	9843-SE-GE-102
PROYECTO N°:	9843
HOJA:	1/1
ESCALA:	S/E
REV:	C
FORMATO:	A-1
ARCHIVO:	98436002C.dwg



LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	INTERRUPTOR DE POTENCIA
	REACTOR SHUNT
	AUTOTRANSFORMADOR DE POTENCIA
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA
	BANCO COMPENSADOR SERIE
M-SSSC	MODULAR STATIC SYNCHRONOUS SERIES COMPENSATOR
	CABLE DE POTENCIA DE ALTA TENSIÓN
	GRUPO GENERADOR

POTENCIA DE TURBINAS

RANGO POTENCIA TG: 383.7 – 401 MW (*)
RANGO POTENCIA TV: 164.2 – 173.9 MW(*)
RANGO POT CICLO COMB: 547 – 575 MW(*)
POT NOMINAL PROPUESTA: 560 MW
(*) SEGUN CONDICIONES ATMOSFERICAS DEL SITIO

NOTAS:

1. LA LÍNEA EXISTENTE L-5032 CHILCA – POROMA 500 kV, SECCIONADA EN LOS PUNTOS P1 y P2, SERVIRÁ PARA LA DERIVACIÓN AL PROYECTO BICENTENARIO.
2. LA VARIANTE DE LÍNEA PROYECTADA SERÁ UNA LÍNEA DE DOBLE TERNA CON DISPOSICIÓN VERTICAL. POT. DISEÑO 1000 MVA C/TERNA.
3. LA LÍNEA PROYECTADA SERÁ UNA LÍNEA DE DOBLE TERNA CON DISPOSICIÓN VERTICAL. POT. DISEÑO 1000 MVA C/TERNA.
4. IMPLEMENTACIÓN DE DOS (02) CELDAS EN 500 kV PARA LA CONEXIÓN DE LA LÍNEA A LA S.E. HUMAY, CON 2/3 DIÁMETRO C/CELDA DE LA CONFIGURACIÓN INTERRUPTOR Y MEDIO.
5. CAMBIO DE REACTOR SHUNT EXISTENTE DE 200 MVAR A UNO DE 97 MVAR, COMO PARTE DEL PROYECTO BICENTENARIO.
6. CAMBIO DE REACTOR SHUNT EXISTENTE DE 200 MVAR A UNO DE 110 MVAR, COMO PARTE DEL PROYECTO BICENTENARIO.

N°	FECHA	R E V I S I O N E S	REV.	APROB.
C	AGO.'23	ACTUALIZACIÓN	S.P.P.	M.L.K.
B	MAY.'23	EMITIDO PARA REVISIÓN DEL CLIENTE	S.P.P.	M.L.K.
A	ABR.'23	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	S.P.P.	M.L.K.

PEPSA TECSULT
MIEMBRO DEL GRUPO AECOM
CALLE LAS PERDICES 254, SAN ISIDRO, LIMA, PERÚ
☎ +51-1-611-4100

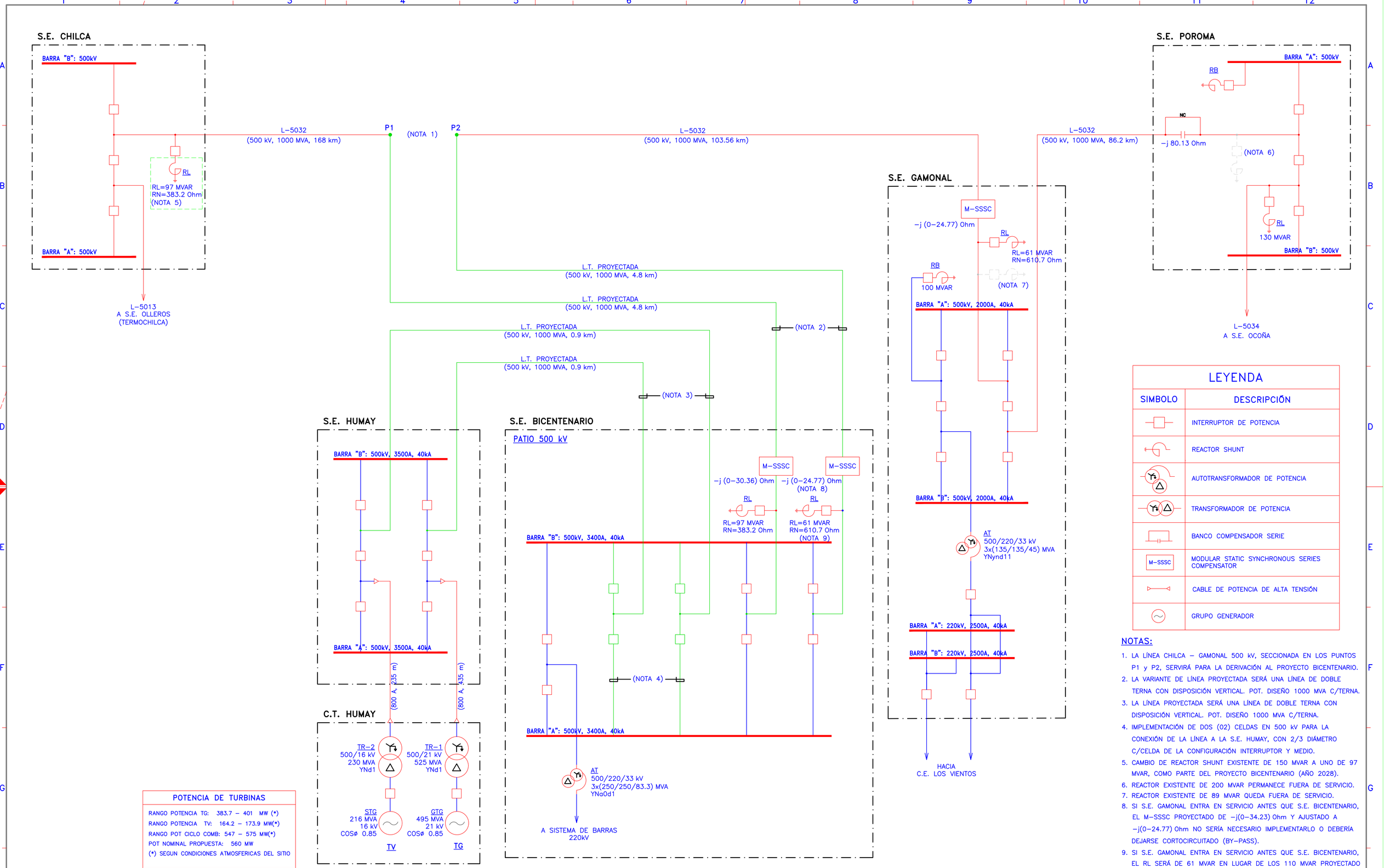
DISEÑADO:	DIBUJADO:	REVISADO:	APROBADO:	FECHA:
J.R.T.	R.G.T.	S.P.P.	M.L.K.	ABR.'23

Kipaq Energía S.A.C.

PROYECTO: ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD PARA LA CONEXIÓN DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA HUMAY AL SEIN

TITULO: DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELECTRICO PROYECTADO (AÑO 2028: CON S.E. BICENTENARIO, SIN C.E. LOS VIENTOS)

PLANO N°:	9843-SE-GE-103
PROYECTO N°:	9843
HOJA:	1/1
ESCALA:	S/E
REV:	C
FORMATO:	A-1
ARCHIVO:	98436003C.dwg



LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	INTERRUPTOR DE POTENCIA
	REACTOR SHUNT
	AUTOTRANSFORMADOR DE POTENCIA
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA
	BANCO COMPENSADOR SERIE
M-SSSC	MODULAR STATIC SYNCHRONOUS SERIES COMPENSATOR
	CABLE DE POTENCIA DE ALTA TENSIÓN
	GRUPO GENERADOR

POTENCIA DE TURBINAS

RANGO POTENCIA TG: 383.7 – 401 MW (*)
RANGO POTENCIA TV: 164.2 – 173.9 MW(*)
RANGO POT CICLO COMB: 547 – 575 MW(*)
POT NOMINAL PROPUESTA: 560 MW
(*) SEGUN CONDICIONES ATMOSFERICAS DEL SITIO

NOTAS:

1. LA LÍNEA CHILCA – GAMONAL 500 kV, SECCIONADA EN LOS PUNTOS P1 y P2, SERVIRÁ PARA LA DERIVACIÓN AL PROYECTO BICENTENARIO.
2. LA VARIANTE DE LÍNEA PROYECTADA SERÁ UNA LÍNEA DE DOBLE TERNA CON DISPOSICIÓN VERTICAL. POT. DISEÑO 1000 MVA C/TERNA.
3. LA LÍNEA PROYECTADA SERÁ UNA LÍNEA DE DOBLE TERNA CON DISPOSICIÓN VERTICAL. POT. DISEÑO 1000 MVA C/TERNA.
4. IMPLEMENTACIÓN DE DOS (02) CELDAS EN 500 kV PARA LA CONEXIÓN DE LA LÍNEA A LA S.E. HUMAY, CON 2/3 DIÁMETRO C/CELDA DE LA CONFIGURACIÓN INTERRUPTOR Y MEDIO.
5. CAMBIO DE REACTOR SHUNT EXISTENTE DE 150 MVAR A UNO DE 97 MVAR, COMO PARTE DEL PROYECTO BICENTENARIO (AÑO 2028).
6. REACTOR EXISTENTE DE 200 MVAR PERMANECE FUERA DE SERVICIO.
7. REACTOR EXISTENTE DE 89 MVAR QUEDA FUERA DE SERVICIO.
8. SI S.E. GAMONAL ENTRA EN SERVICIO ANTES QUE S.E. BICENTENARIO, EL M-SSSC PROYECTADO DE -j(0-34.23) Ohm Y AJUSTADO A -j(0-24.77) Ohm NO SERÍA NECESARIO IMPLEMENTARLO O DEBERÍA DEJARSE CORTOCIRCUITADO (BY-PASS).
9. SI S.E. GAMONAL ENTRA EN SERVICIO ANTES QUE S.E. BICENTENARIO, EL RL SERÁ DE 61 MVAR EN LUGAR DE LOS 110 MVAR PROYECTADO EN CASO SIN S.E. GAMONAL.

N°	FECHA	REVISIONES	REV.	APROB.
C	AGO.'23	ACTUALIZACIÓN	S.P.P.	M.L.K.
B	MAY.'23	EMITIDO PARA REVISIÓN DEL CLIENTE	S.P.P.	M.L.K.
A	ABR.'23	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	S.P.P.	M.L.K.

PEPSA TECSULT
MIEMBRO DEL GRUPO AECOM
CALLE LAS PERDICES 254, SAN ISIDRO, LIMA, PERÚ
☎ +51-1-611-4100

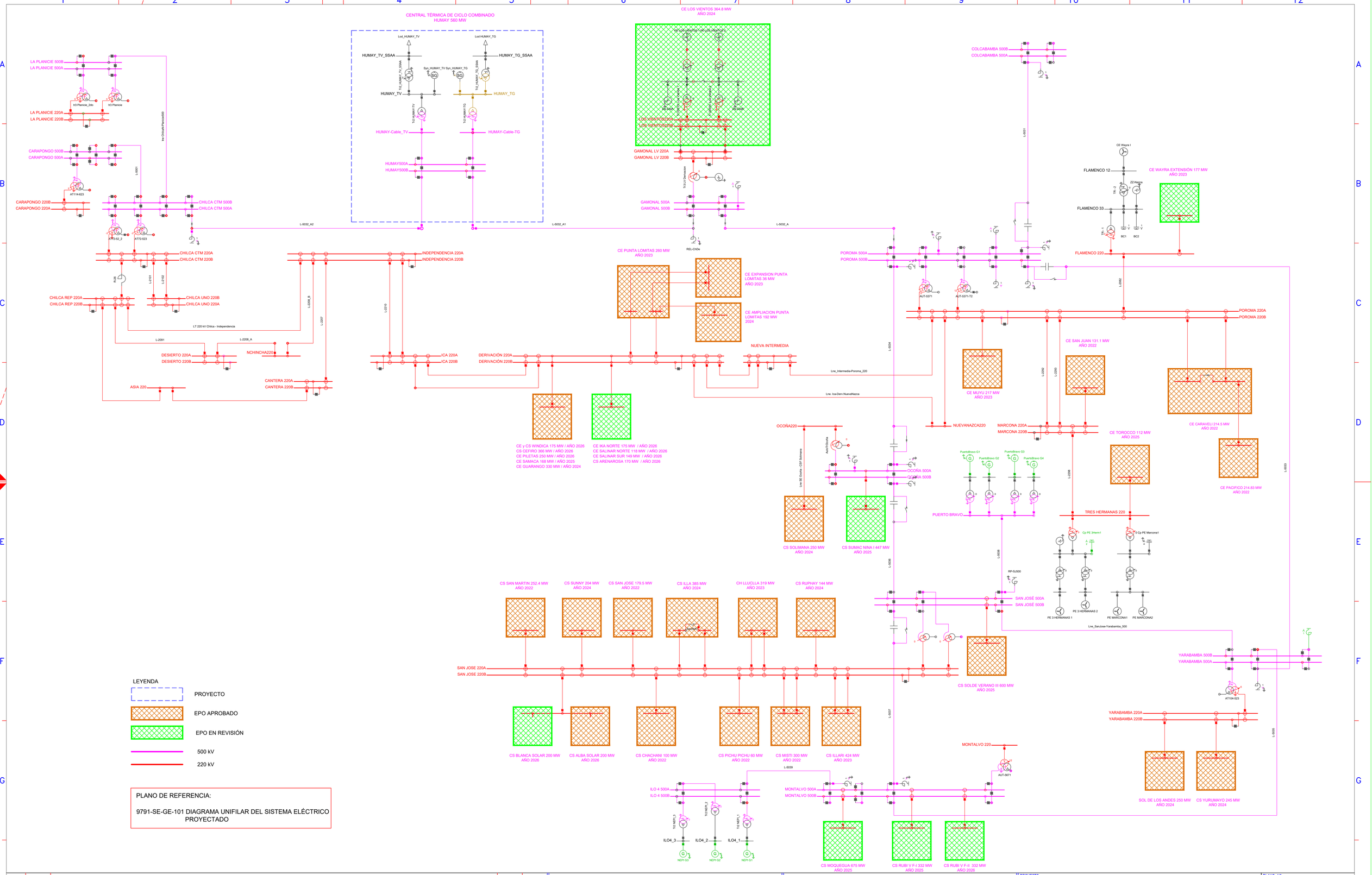
DISEÑADO:	DIBUJADO:	REVISADO:	APROBADO:	FECHA:
J.R.T.	R.G.T.	S.P.P.	M.L.K.	ABR.'23

Kipaq Energía S.A.C.

PROYECTO: ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD PARA LA CONEXIÓN DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA HUMAY AL SEIN

TITULO: DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELECTRICO PROYECTADO (AÑO 2028: CON S.E. BICENTENARIO, CON C.E. LOS VIENTOS)

PLANO N°:	9843-SE-GE-104
PROYECTO N°:	9843
HOJA:	1/1
ESCALA:	S/E
REV:	C
FORMATO:	A-1
ARCHIVO:	98436004C.dwg



Nº	FECHA	REVISIONES	REV.	APROB.
B	MAY.'23	EMITIDO PARA REVISIÓN DEL CLIENTE	S.P.P.	M.L.K.
A	ABR.'23	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	S.P.P.	M.L.K.

PEPSA TECSULT
MIEMBRO DEL GRUPO AECOM
CALLE LAS PERDICES 254, SAN ISIDRO, LIMA, PERÚ
+51-1-611-4100

DISEÑADO:	DIBUJADO:	REVISADO:	APROBADO:	FECHA:
J.R.T.	R.G.T.	S.P.P.	M.L.K.	ABR.'23

Kipaq Energía S.A.C.

PROYECTO: ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD PARA LA CONEXIÓN DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA HUMAY AL SEIN

TITULO: DIAGRAMA UNIFILAR
ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

PLANO Nº:	9843-SE-GE-105
PROYECTO Nº:	9843
HOJA:	1/1
ESCALA:	S/E
REV:	B
FORMATO:	A-1
ARCHIVO:	98436005B.dwg

ANEXO Nº 2

CRONOGRAMA ESTIMADO DE INGRESO DEL PROYECTO

ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD PARA LA CONEXIÓN DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA HUMAY AL SEIN

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Item	Actividad	2022				2023				2024				2025				2026			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
0.00.00	**IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO**																				
1.00.00	**CENTRAL TERMOELÉCTRICA HUMAY**																				
1.01.00	**Etapa del Desarrollo de la Ingeniería Definitiva**																				
1.01.01	Revisión y actualizaciones al Estudio a nivel de Ingeniería Definitiva																				
1.01.02	Elaboración y presentación al COES el Estudio de Pre Operatividad (EPO)																				
1.01.03	Revisiones y Aprobación del EPO.																				
1.01.04	Obtención de autorizaciones y/o permisos: EIA, Gestión de Servidumbre, CIRA, Concesión Definitiva, Servidumbres																				
1.02.00	**Etapa de Procura**																				
1.02.01	Licitaciones hasta el otorgamiento de las Buena Pro																				
1.02.02	Adquisición de los Equipos, incluyendo las Pruebas FAT y el transporte al Sitio																				
1.03.00	**Etapa de Ejecución de Obras**																				
1.03.01	Elaboración de los documentos de Ingeniería de Detalle.																				
1.03.02	Elaboración y presentación al COES el Estudio de Operatividad (EO)																				
1.03.03	Revisión y Aprobación del EO																				
1.03.04	Ejecución de las Obras Civiles																				
1.03.05	Montaje Electromecánico																				
1.04.00	**Etapa de Pruebas y Puesta en Servicio**																				
1.04.01	Pruebas en blanco de equipos e instalaciones (Pruebas SAT)																				
1.04.02	Pruebas de Puesta en Servicio y Puesta en Operación.																				
2.00.00	**SISTEMA DE TRANSMISIÓN - LÍNEAS DE TRANSMISIÓN 500 KV**																				
2.01.00	**Etapa del Desarrollo de la Ingeniería Definitiva**																				
2.01.01	Revisión y actualizaciones al Estudio a nivel de Ingeniería Definitiva																				
2.01.02	Elaboración y presentación al COES el Estudio de Pre Operatividad (EPO)																				
2.01.03	Revisiones y Aprobación del EPO.																				
2.01.04	Obtención de autorizaciones y/o permisos: EIA, Gestión de Servidumbre, CIRA, Concesión Definitiva, Servidumbres																				
2.02.00	**Etapa de Procura**																				
2.02.01	Licitaciones hasta el otorgamiento de las Buena Pro																				
2.02.02	Adquisición de los Equipos, incluyendo las Pruebas FAT y el transporte al Sitio																				
2.03.00	**Etapa de Ejecución de Obras**																				
2.03.01	Elaboración de los documentos de Ingeniería de Detalle.																				
2.03.02	Elaboración y presentación al COES el Estudio de Operatividad (EO)																				
2.03.03	Revisión y Aprobación del EO																				
2.03.04	Ejecución de las Obras Civiles																				
2.03.05	Montaje Electromecánico																				
2.04.00	**Etapa de Pruebas y Puesta en Servicio**																				
2.04.01	Pruebas en blanco de equipos e instalaciones (Pruebas SAT)																				
2.04.02	Pruebas de Puesta en Servicio y Puesta en Operación.																				
3.00.00	**SISTEMA DE TRANSMISIÓN - SUBESTACIÓN HUMAY 500 KV**																				
3.01.00	**Etapa del Desarrollo de la Ingeniería Definitiva**																				
3.01.01	Revisión y actualizaciones al Estudio a nivel de Ingeniería Definitiva																				
3.01.02	Elaboración y presentación al COES el Estudio de Pre Operatividad (EPO)																				
3.01.03	Revisiones y Aprobación del EPO.																				
3.01.04	Obtención de autorizaciones y/o permisos: EIA, Gestión de Servidumbre, CIRA, Concesión Definitiva, Servidumbres																				
3.02.00	**Etapa de Procura**																				
3.02.01	Licitaciones hasta el otorgamiento de las Buena Pro																				
3.02.02	Adquisición de los Equipos, incluyendo las Pruebas FAT y el transporte al Sitio																				
3.03.00	**Etapa de Ejecución de Obras**																				
3.03.01	Elaboración de los documentos de Ingeniería de Detalle.																				
3.03.02	Elaboración y presentación al COES el Estudio de Operatividad (EO)																				
3.03.03	Revisión y Aprobación del EO																				
3.03.04	Ejecución de las Obras Civiles																				
3.03.05	Montaje Electromecánico																				
3.04.00	**Etapa de Pruebas y Puesta en Servicio**																				
3.04.01	Pruebas en blanco de equipos e instalaciones (Pruebas SAT)																				
3.04.02	Pruebas de Puesta en Servicio y Puesta en Operación.																				
4.00.00	**SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES Y CONTROL DIGITAL**																				
4.01.00	**Etapa del Desarrollo de la Ingeniería Definitiva**																				
4.01.01	Revisión y actualizaciones al Estudio a nivel de Ingeniería Definitiva																				
4.01.02	Elaboración y presentación al COES el Estudio de Pre Operatividad (EPO)																				
4.01.03	Revisiones y Aprobación del EPO.																				
4.01.04	Obtención de autorizaciones y/o permisos: EIA, Gestión de Servidumbre, CIRA, Concesión Definitiva, Servidumbres																				
4.02.00	**Etapa de Procura**																				
4.02.01	Licitaciones hasta el otorgamiento de las Buena Pro																				
4.02.02	Adquisición de los Equipos, incluyendo las Pruebas FAT y el transporte al Sitio																				
4.03.00	**Etapa de Ejecución de Obras**																				
4.03.01	Elaboración de los documentos de Ingeniería de Detalle.																				
4.03.02	Elaboración y presentación al COES el Estudio de Operatividad (EO)																				
4.03.03	Revisión y Aprobación del EO																				
4.03.04	Montaje Electromecánico																				
4.04.00	**Etapa de Pruebas y Puesta en Servicio**																				
4.04.01	Pruebas en blanco de equipos e instalaciones (Pruebas SAT)																				
4.04.02	Pruebas de Puesta en Servicio y Puesta en Operación.																				

ANEXO Nº 3

LISTA DE EQUIPAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

2026 SIN PROYECTO S.E. BICENTENARIO SIN PROYECTO C.E. LOS VIENTOS

1. LÍNEA DE TRANSMISIÓN

1.1. Variante de la Línea de Transmisión 500 kV Chilca – Poroma

1.0	Longitud +-10%	5 km
2.0	Número de ternas	02
3.0	Tensión nominal	500 kV
4.0	Tensión máxima del equipo	550 kV
5.0	Potencia de diseño	1000 MVA
6.0	Conductores por fase (tipo y sección)	4 x ACAR 750 MCM
7.0	Longitud mínima de la cadena de aisladores (distancia de arco seco)	5.44 m
8.0	Cable de guarda y/o de comunicación	2 x OPGW 120 mm²
9.0	Silueta de la estructura de suspensión	9843-LT-EM-810

Nota: Se mantienen las mismas condiciones de diseño, potencia, selección de conductor, cables de guarda OPGW, aislamiento, de la línea existente L-5032 Chilca – Poroma.

2. SUBESTACIONES

2.1 Equipos en Subestación Chilca 500 kV

Nota:

1. El reactor de línea existente de 200 MVAR queda en servicio.

2.2 Equipos en Subestación Poroma 500 kV

Nota:

1. El reactor de línea existente de 200 MVAR queda en servicio.
2. La compensación serie existente en S.E. Poroma operará en bypass.

2.3 Subestación Humay 500 kV

1.0	Tensión nominal del equipamiento de transmisión	500 kV
2.0	Tecnología	AIS (Air Insulated Substation)
3.0	Tensión máxima del equipo	550 kV
4.0	Tensión de sostenimiento al impulso atmosférico	1550 kVp
	Tensión de sostenimiento al impulso de maniobra	1175 kVp
5.0	Corriente nominal	<u>Celda de Línea a S.E. Chilca y C.T. Humay (STG):</u> Interruptores : 2500 A Seccionadores : 2500 A Transformadores de corriente: ▪ 2000-1000/1/1/1/1/1 A (barras) ▪ 2000-1000/1/1/1/1/1/1/1 A (central) <u>Celda de Línea a S.E. Poroma y C.T. Humay (GTG):</u> Interruptores : 2500 A Seccionadores : 2500 A Transformadores de corriente: ▪ 2000-1000/1/1/1/1/1 A (barras) ▪ 2000-1000/1/1/1/1/1/1/1 A (central)
6.0	Capacidad de ruptura de cortocircuito trifásico	40 kA

7.0	Configuración de barras	Doble barra en configuración de interruptor y medio
8.0	Número de Celdas:	(ver Nota 1)
8.1	De línea	02
8.2	De transformación	02
8.3	De acoplamiento	-
8.4	De reactor de barra	-
8.5	De reactor de línea	-
9.0	Transformador de potencia	(ver Nota 2)
10.0	Diagrama unifilar del equipamiento de protección y de medición	Plano N° 9843-SE-EM-102
11.0	Arquitectura del sistema de Automatización y Control	Plano N° 9843-TC-101 Plano N° 9843-TC-102
12.0	Sistema de comunicaciones y teleprotección	Plano N° 9843-TE-101 Plano N° 9843-TE-102 Plano N° 9843-TE-103 Plano N° 9843-TE-104

Nota:

1. Se instala dos (02) diámetros con tres (3) cortes completos cada una.
2. Los transformadores de potencia son parte de la C.T. Humay.

3. CENTRAL DE GENERACIÓN

3.1 Central de Generación Térmica Humay

1.0	**Características técnicas de las turbinas y generadores de la CT**	**Generación a Gas (GTG)**	**Generación a Vapor (STG)**
1.1	Número de grupos	1	1
1.2	Rango Potencia nominal turbinas según condiciones atmosféricas del sitio	383.7 - 401 MW	164.2 – 173.9 MW
1.3	Rango Potencia nominal Ciclo Combinado según condiciones atmosféricas del sitio	547 – 575 MW	
1.4	Potencia nominal propuesta del Ciclo Combinado	560 MW	
1.5	Constante de inercia (turbina más generador)	4.56 seg	5.09 seg

1.6	Potencia nominal Generador	495 MVA	216 MVA
1.7	Factor de potencia	0.85	0.85
1.8	Tensión nominal	21 kV	16 kV
	Esquema de Reducción Automática de Generación por Contingencia sin proyecto CE Los Vientos	Plano N° 9843-TC-102	
2.0	**Transformador de potencia**		
2.1	Tipo de unidades	Trifásico	Trifásico
2.2	Número de unidades	1	1
2.3	Potencia nominal	315/420/525 MVA (ONAN/ONAF-I/ONAF-II)	138/184/230 MVA (ONAN/ONAF-I/ONAF-II)
2.4	Relación de transformación	500 ±10x1%/ 21 kV	500±10x1% / 16 kV
2.5	Transformador de corriente en los bushings	En 500 kV: 5 núcleos	En 500 kV: 5 núcleos
2.6	Grupo de conexión	YNd1	YNd1
2.7	Tipo de regulación de tomas	Bajo carga	Bajo carga
2.8	Mando sincronizado	Si (Lado 500 kV)	Si (Lado 500 kV)

Nota:

1. Se considera la implementación de la Reducción Automática de Generación (RAG), cuyos detalles se encuentran el respectivo informe. El proyecto incluirá el equipamiento y medios de comunicación necesarios para implementar la RAG que reducirá automáticamente la generación de la Central, ante la sobrecarga (en operación de contingencia de la LT 500 kV Chilca CTM-Humay) de los siguientes equipos:
   • LT 220 kV L-2211 Derivación-Ica
   • LT 220 kV L-2312a Derivación-Cahuachi

   El esquema tiene la capacidad de operar con Controladores RAG que coordinen este esquema con otros similares, pertenecientes a otros proyectos y que operen

monitoreando los mismos equipos de transmisión. Los Controladores serán instalados por aquel proyecto que provoque la necesidad de coordinación entre esquemas, el cual podría ser la CT Humay, según se identifique en su Estudio de Operatividad.
Los Controladores RAG tendrán como objetivo coordinar automáticamente en tiempo real la reducción o desconexión de generación necesaria para controlar las sobrecargas antes indicadas, a causa del ingreso del proyecto de generación en la zona de influencia.

La lógica de control de generación del esquema RAG, ante la actuación de contingencias no provocará la activación del Esquema de Rechazo Automático de Carga por Mínima Frecuencia (ERACMF).

2. La lista no incluye equipamientos en 21 kV y 16 kV en los secundarios de transformadores de potencia ya que podría estar sujeto de modificación por parte del Titular del Proyecto, lo cual no condiciona la conformidad del EPO.

ANEXO Nº 4

LISTA DE EQUIPAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

2026 SIN PROYECTO S.E. BICENTENARIO, CON PROYECTO C.E. LOS VIENTOS

1. LÍNEA DE TRANSMISIÓN

1.1 Variante de la Línea de Transmisión 500 kV Chilca – Poroma

1.0	Longitud +-10%	5 km
2.0	Número de ternas	02
3.0	Tensión nominal	500 kV
4.0	Tensión máxima del equipo	550 kV
5.0	Potencia de diseño	1000 MVA
6.0	Conductores por fase (tipo y sección)	4 x ACAR 750 MCM
7.0	Longitud mínima de la cadena de aisladores (distancia de arco seco)	5.44 m
8.0	Cable de guarda y/o de comunicación	2 x OPGW 120 mm²
9.0	Silueta de la estructura de suspensión	9843-LT-EM-810

Nota: Se mantienen las mismas condiciones de diseño, potencia, selección de conductor, cables de guarda OPGW, aislamiento, de la línea existente L-5032 Chilca – Poroma.

2. SUBESTACIONES

2.1 Equipos en Subestación Chilca 500 kV

Nota:

1. El reactor de línea existente de 200 MVAR queda fuera de servicio.
2. El reactor de línea de 150 MVAR con su reactor de neutro de 254.6 ohm lo instala proyecto C.E. Los Vientos en el año 2024.

2.2 Equipos en Subestación Poroma 500 kV

Nota:

1. El reactor de línea existente de 200 MVAR queda fuera de servicio.
2. La compensación serie existente en S.E. Poroma operará en bypass.

2.3 Subestación Humay 500 kV

1.0	Tensión nominal del equipamiento de transmisión	500 kV
2.0	Tecnología	AIS (Air Insulated Substation)
3.0	Tensión máxima del equipo	550 kV
4.0	Tensión de sostenimiento al impulso atmosférico	1550 kVp
	Tensión de sostenimiento al impulso de maniobra	1175 kVp
5.0	Corriente nominal	<u>Celda de Línea a S.E. Chilca y C.T. Humay (STG):</u> Interruptores : 2500 A Seccionadores : 2500 A Transformadores de corriente: ▪ 2000-1000/1/1/1/1/1 A (barras) ▪ 2000-1000/1/1/1/1/1/1/1 A (central) <u>Celda de Línea a S.E. Gamonal y C.T. Humay (GTG):</u> Interruptores : 2500 A Seccionadores : 2500 A Transformadores de corriente: ▪ 2000-1000/1/1/1/1/1 A (barras) ▪ 2000-1000/1/1/1/1/1/1/1 A (central)

6.0	Capacidad de ruptura de cortocircuito trifásico	40 kA
7.0	Configuración de barras	Doble barra en configuración de interruptor y medio
8.0	Número de Celdas:	(ver Nota 1)
8.1	De línea	02
8.2	De transformación	02
8.3	De acoplamiento	-
8.4	De reactor de barra	-
8.5	De reactor de línea	-
9.0	Transformador de potencia	(ver Nota 2)
10.0	Diagrama unifilar del equipamiento de protección y de medición	Plano N° 9843-SE-EM-112
11.0	Arquitectura del sistema de Automatización y Control	Plano N° 9843-TC-201 Plano N° 9843-TC-202
12.0	Sistema de comunicaciones y teleprotección	Plano N° 9843-TE-201 Plano N° 9843-TE-202 Plano N° 9843-TE-203 Plano N° 9843-TE-204

Nota:

1. Se instala dos (02) diámetros con tres (3) cortes completos cada una.
2. Los transformadores de potencia son parte de la C.T. Humay.

2.4 Equipos en Subestación Gamonal 500/220 kV

Nota:

1. Se instala dos reactores de línea, uno de 89 MVAR con reactor neutro de 436.6 ohm y el otro de 61 MVAR con reactor de neutro de 610.7 ohm, ambos para tramo Gamonal - Chilca. Los reactores lo instalan proyecto C.E. Los Vientos en el año 2024.
2. Se instala compensación serie M-SSSC de 0-61.96 ohm en el año 2024 (antes de ingreso de S.E. Humay) para tramo Gamonal - Chilca y será reajustado a 0-24.77 ohm en el año 2026 (con ingreso de S.E Humay) para tramo Gamonal - Humay. La compensación lo instala proyecto C.E. Los Vientos.
3. Se instala reactor de barra de 100 MVAR por parte de proyecto C.E. Los Vientos en el año 2024.

3. CENTRAL DE GENERACIÓN

3.1 Central de Generación Térmica Humay

		Generación a Gas (GTG)	Generación a Vapor (STG)
1.0	**Características técnicas de las turbinas y generadores de la CT**		
1.1	Número de grupos	1	1
1.2	Rango Potencia nominal turbinas según condiciones atmosféricas del sitio	383.7 - 401 MW	164.2 – 173.9 MW
1.3	Rango Potencia nominal Ciclo Combinado según condiciones atmosféricas del sitio	547 – 575 MW	
1.4	Potencia nominal propuesta del Ciclo Combinado	560 MW	
1.5	Constante de inercia (turbina más generador)	4.56 seg	5.09 seg
1.6	Potencia nominal Generador	495 MVA	216 MVA
1.7	Factor de potencia	0.85	0.85
1.8	Tensión nominal	21 kV	16 kV
	Esquema de Reducción Automática de Generación por Contingencia con proyecto CE Los Vientos	Plano N° 9843-TC-202	
2.0	**Transformador de potencia**		
2.1	Tipo de unidades	Trifásico	Trifásico
2.2	Número de unidades	1	1
2.3	Potencia nominal	315/420/525 MVA (ONAN/ONAF-I/ONAF-II)	138/184/230 MVA (ONAN/ONAF-I/ONAF-II)
2.4	Relación de transformación	500 ±10x1%/ 21 kV	500±10x1% / 16 kV

2.5	Transformador de corriente en los bushings	En 500 kV: 5 núcleos	En 500 kV: 5 núcleos
2.6	Grupo de conexión	YNd1	YNd1
2.7	Tipo de regulación de tomas	Bajo carga	Bajo carga
2.8	Mando sincronizado	Si (Lado 500 kV)	Si (Lado 500 kV)

Nota:

1. Se considera la implementación de la Reducción Automática de Generación (RAG), cuyos detalles se encuentran el respectivo informe. El proyecto incluirá el equipamiento y medios de comunicación necesarios para implementar la RAG que reducirá automáticamente la generación de la Central, ante la sobrecarga (en operación de contingencia de la LT 500 kV Chilca CTM-Humay y la LT 500 kV Humay-Gamonal) de los siguientes equipos:

   • LT 220 kV L-2211 Derivación-Ica
   • LT 220 kV L-2312a Derivación-Cahuachi

   El esquema tiene la capacidad de operar con Controladores RAG que coordinen este esquema con otros similares, pertenecientes a otros proyectos y que operen monitoreando los mismos equipos de transmisión. Los Controladores serán instalados por aquel proyecto que provoque la necesidad de coordinación entre esquemas, el cual podría ser la CT Humay, según se identifique en su Estudio de Operatividad.
   Los Controladores RAG tendrán como objetivo coordinar automáticamente en tiempo real la reducción o desconexión de generación necesaria para controlar las sobrecargas antes indicadas, a causa del ingreso del proyecto de generación en la zona de influencia.

   La lógica de control de generación del esquema RAG, ante la actuación de contingencias no provocará la activación del Esquema de Rechazo Automático de Carga por Mínima Frecuencia (ERACMF).

2. La lista no incluye equipamientos en 21 kV y 16 kV en los secundarios de transformadores de potencia ya que podría estar sujeto de modificación por parte del Titular del Proyecto, lo cual no condiciona la conformidad del EPO

ANEXO Nº 5

LISTA DE EQUIPAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

2028 CON PROYECTO S.E. BICENTENARIO Y SIN PROYECTO C.E. LOS VIENTOS

1. LÍNEA DE TRANSMISIÓN

1.1 Línea de Transmisión 500 kV Humay - Bicentenario

1.0	Longitud +-10%	0.9 km
2.0	Número de ternas	02
3.0	Tensión nominal	500 kV
4.0	Tensión máxima del equipo	550 kV
5.0	Potencia de diseño	1000 MVA
6.0	Conductores por fase (tipo y sección)	4 x ACAR 750 MCM
7.0	Longitud mínima de la cadena de aisladores (distancia de arco seco)	5.44 m
8.0	Cable de guarda y/o de comunicación	2 x OPGW 120 mm²
9.0	Silueta de la estructura de suspensión	9843-LT-EM-810

2. SUBESTACIONES

2.1 Equipos en Subestación Chilca 500 kV

Nota:

1. El reactor de línea existente de 200 MVAR queda fuera de servicio.
2. Se instala reactor de línea de 97 MVAR con su reactor de neutro de 383.2 ohm. El reactor lo instala proyecto S.E. Bicentenario para tramo Chilca - Bicentenario.

2.2 Equipos en Subestación Poroma 500 kV

Nota:

1. El reactor de línea existente de 200 MVAR queda fuera de servicio.
2. Se instala reactor de línea de 110 MVAR con su reactor de neutro de 335 ohm. El reactor lo instala proyecto S.E. Bicentenario.
3. La compensación serie existente en S.E. Poroma operará en bypass.

2.3 Ampliación Subestación Bicentenario 500 kV

1.0	Tensión nominal del equipamiento de transmisión	500 kV
2.0	Tecnología	AIS (Air Insulated Substation)
3.0	Tensión máxima del equipo	550 kV
4.0	Tensión de sostenimiento al impulso atmosférico	1550 kVp
	Tensión de sostenimiento al impulso de maniobra	1175 kVp
5.0	Corriente nominal	<u>Celda de Línea a S.E. Humay:</u> Interruptores : 2500 A Seccionadores : 2500 A Transformadores de corriente: ▪ 2000-1000/1/1/1/1 A <u>Celda de Línea a S.E. Humay:</u> Interruptores : 2500 A Seccionadores : 2500 A Transformadores de corriente: ▪ 2000-1000/1/1/1/1 A

6.0	Capacidad de ruptura de cortocircuito trifásico	40 kA
7.0	Configuración de barras	Doble barra en configuración de interruptor y medio
8.0	Número de Celdas:	(ver Nota 1)
8.1	De línea	02
8.2	De transformación	-
8.3	De acoplamiento	-
8.4	De reactor de barra	-
8.5	De reactor de línea	-
9.0	Diagrama unifilar del equipamiento de protección y de medición	Plano N° 9843-SE-EM-202
10.0	Arquitectura del sistema de Automatización y Control	Plano N° 9843-TC-303
11.0	Sistema de comunicaciones y teleprotección	Plano N° 9843-TE-301

Nota:

1. Para la ampliación de la subestación se instala dos (02) diámetros con dos (2) cortes cada una para la interconexión con la S.E Humay.
2. Se instala un reactor de línea de 97 MVAR con reactor de neutro de 383.2 ohm, así como compensación serie M-SSSC de 0-30.36 ohm en S.E. Bicentenario para tramo Bicentenario – Chilca. Ambos equipos lo instalan proyecto Bicentenario.
3. Se instala un reactor de línea de 110 MVAR con reactor de neutro de 335 ohm, así como compensación serie M-SSSC de 0-34.23 ohm en S.E. Bicentenario para tramo Bicentenario – Poroma. Ambos equipos lo instalan proyecto Bicentenario.

2.4 Subestación Humay 500 kV

1.0	Tensión nominal del equipamiento de transmisión	500 kV
2.0	Tecnología	AIS (Air Insulated Substation)
3.0	Tensión máxima del equipo	550 kV
4.0	Tensión de sostenimiento al impulso atmosférico	1550 kVp
	Tensión de sostenimiento al impulso de maniobra	1175 kVp

5.0	Corriente nominal	<u>Celda de Línea a S.E. Bicentenario y C.T. Humay (STG):</u> Interruptores : 2500 A Seccionadores : 2500 A Transformadores de corriente: ▪ 2000-1000/1/1/1/1/1 A (barras) ▪ 2000-1000/1/1/1/1/1/1/1 A (central) <u>Celda de Línea a S.E. Bicentenario y C.T. Humay (GTG):</u> Interruptores : 2500 A Seccionadores : 2500 A Transformadores de corriente: ▪ 2000-1000/1/1/1/1/1 A (barras) ▪ 2000-1000/1/1/1/1/1/1/1 A (central)
6.0	Capacidad de ruptura de cortocircuito trifásico	40 kA
7.0	Configuración de barras	Doble barra en configuración de interruptor y medio
8.0	Número de Celdas:	(ver Nota 1)
8.1	De línea	02
8.2	De transformación	02
8.3	De acoplamiento	-
8.4	De reactor de barra	-
8.5	De reactor de línea	-
9.0	Transformador de potencia	-
10.0	Diagrama unifilar del equipamiento de protección y de medición	Plano N° 9843-SE-EM-122
11.0	Arquitectura del sistema de Automatización y Control	Plano N° 9843-TC-301 Plano N° 9843-TC-302
12.0	Sistema de comunicaciones y teleprotección	Plano N° 9843-TE-301

Nota:

1. Se mantienen en servicio los dos (02) diámetros con tres (3) cortes completos cada una.

3. CENTRAL DE GENERACIÓN

3.1 Central de Generación Térmica Humay

		Generación a Gas (GTG)	Generación a Vapor (STG)
1.0	**Características técnicas de las turbinas y generadores de la CT**		
1.1	Número de grupos	1	1
1.2	Rango Potencia nominal turbinas según condiciones atmosféricas del sitio	383.7 - 401 MW	164.2 – 173.9 MW
1.3	Rango Potencia nominal Ciclo Combinado según condiciones atmosféricas del sitio	547 – 575 MW	
1.4	Potencia nominal propuesta del Ciclo Combinado	560 MW	
1.5	Constante de inercia (turbina más generador)	4.56 seg	5.09 seg
1.6	Potencia nominal Generador	495 MVA	216 MVA
1.7	Factor de potencia	0.85	0.85
1.8	Tensión nominal	21 kV	16 kV
	Esquema de Reducción Automática de Generación por Contingencia con proyecto CE Los Vientos	Plano N° 9843-TC-302	
2.0	**Transformador de potencia**		
2.1	Tipo de unidades	Trifásico	Trifásico
2.2	Número de unidades	1	1
2.3	Potencia nominal	315/420/525 MVA (ONAN/ONAF-I/ONAF-II)	138/184/230 MVA (ONAN/ONAF-I/ONAF-II)
2.4	Relación de transformación	500 ±10x1%/ 21 kV	500±10x1% / 16 kV
2.5	Transformador de corriente en los bushings	En 500 kV: 5 núcleos	En 500 kV: 5 núcleos
2.6	Grupo de conexión	YNd1	YNd1
2.7	Tipo de regulación de tomas	Bajo carga	Bajo carga
2.8	Mando sincronizado	Si (Lado 500 kV)	Si (Lado 500 kV)

Nota:

1. Se considera la implementación de la Reducción Automática de Generación (RAG), cuyos detalles se encuentran el respectivo informe. El proyecto incluirá el equipamiento y medios de comunicación necesarios para implementar la RAG que reducirá automáticamente la generación de la Central, ante la sobrecarga (en operación de contingencia de la LT 500 kV Chilca CTM-Bicentenario) de los siguientes equipos:

   • LT 220 kV L-2211 Derivación-Ica
   • LT 220 kV L-2312a Derivación-Cahuachi

   El esquema tiene la capacidad de operar con Controladores RAG que coordinen este esquema con otros similares, pertenecientes a otros proyectos y que operen monitoreando los mismos equipos de transmisión. Los Controladores serán instalados por aquel proyecto que provoque la necesidad de coordinación entre esquemas, el cual podría ser la CT Humay, según se identifique en su Estudio de Operatividad.
   Los Controladores RAG tendrán como objetivo coordinar automáticamente en tiempo real la reducción o desconexión de generación necesaria para controlar las sobrecargas antes indicadas, a causa del ingreso del proyecto de generación en la zona de influencia.

   La lógica de control de generación del esquema RAG, ante la actuación de contingencias no provocará la activación del Esquema de Rechazo Automático de Carga por Mínima Frecuencia (ERACMF).

2. La lista no incluye equipamientos en 21 kV y 16 kV en los secundarios de transformadores de potencia ya que podría estar sujeto de modificación por parte del Titular del Proyecto, lo cual no condiciona la conformidad del EPO

ANEXO Nº 6

LISTA DE EQUIPAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

2028 CON PROYECTO S.E. BICENTENARIO Y CON PROYECTO C.E. LOS VIENTOS

1. LÍNEA DE TRANSMISIÓN

1.1 Línea de Transmisión 500 kV Humay - Bicentenario

1.0	Longitud +-10%	0.9 km
2.0	Número de ternas	02
3.0	Tensión nominal	500 kV
4.0	Tensión máxima del equipo	550 kV
5.0	Potencia de diseño	1000 MVA
6.0	Conductores por fase (tipo y sección)	4 x ACAR 750 MCM
7.0	Longitud mínima de la cadena de aisladores (distancia de arco seco)	5.44 m
8.0	Cable de guarda y/o de comunicación	2 x OPGW 120 mm²
9.0	Silueta de la estructura de suspensión	9843-LT-EM-810

2. SUBESTACIONES

2.1 Equipos en Subestación Chilca 500 kV

Nota:

1. El reactor de línea de 150 MVAR y su reactor de neutro instalados por proyecto C.E. Los Vientos en el año 2024 quedan fuera de servicio.
2. Se instala reactor de línea de 97 MVAR con su reactor de neutro de 383.2 ohm. El reactor lo instala proyecto S.E. Bicentenario para tramo Chilca - Bicentenario.

2.2 Equipos en Subestación Poroma 500 kV

Nota:

1. El reactor de línea existente de 200 MVAR queda fuera de servicio.
2. La compensación serie existente en S.E. Poroma operará en bypass.

2.3 Ampliación Subestación Bicentenario 500 kV

1.0	Tensión nominal del equipamiento de transmisión	500 kV
2.0	Tecnología	AIS (Air Insulated Substation)
3.0	Tensión máxima del equipo	550 kV
4.0	Tensión de sostenimiento al impulso atmosférico	1550 kVp
	Tensión de sostenimiento al impulso de maniobra	1175 kVp
5.0	Corriente nominal	<u>Celda de Línea a S.E. Humay:</u> Interruptores : 2500 A Seccionadores : 2500 A Transformadores de corriente: ▪ 2000-1000/1/1/1/1 A <u>Celda de Línea a S.E. Humay:</u> Interruptores : 2500 A Seccionadores : 2500 A Transformadores de corriente: ▪ 2000-1000/1/1/1/1 A
6.0	Capacidad de ruptura de cortocircuito trifásico	40 kA

7.0	Configuración de barras	Doble barra en configuración de interruptor y medio
8.0	Número de Celdas:	(ver Nota 1)
8.1	De línea	02
8.2	De transformación	-
8.3	De acoplamiento	-
8.4	De reactor de barra	-
8.5	De reactor de línea	-
9.0	Diagrama unifilar del equipamiento de protección y de medición	Plano N° 9843-SE-EM-212
10.0	Arquitectura del sistema de Automatización y Control	Plano N° 9843-TC-403
11.0	Sistema de comunicaciones y teleprotección	Plano N° 9843-TE-401

Nota:

1. Para la ampliación de la subestación se instala dos (02) diámetros con dos (2) cortes cada una para la interconexión con la S.E Humay.
2. Se instala un reactor de línea de 97 MVAR con reactor de neutro de 383.2 ohm, así como compensación serie M-SSSC de 0-30.36 ohm en S.E. Bicentenario para tramo Bicentenario – Chilca. Ambos equipos lo instalan proyecto Bicentenario.
3. Se instala un reactor de línea de 61 MVAR con reactor de neutro de 610.7 ohm (con S.E. Gamonal) para tramo Bicentenario – Gamonal. El reactor lo instala proyecto Bicentenario.
4. Se instala compensación serie M-SSSC de 0-34.23 ohm en S.E. Bicentenario (sin S.E Gamonal) y será reajustado a 0-24.77 ohm (con S.E Gamonal) para tramo Bicentenario – Gamonal. La compensación lo instala proyecto Bicentenario.

2.4 Subestación Humay 500 kV

1.0	Tensión nominal del equipamiento de transmisión	500 kV
2.0	Tecnología	AIS (Air Insulated Substation)
3.0	Tensión máxima del equipo	550 kV
4.0	Tensión de sostenimiento al impulso atmosférico	1550 kVp
	Tensión de sostenimiento al impulso de maniobra	1175 kVp
5.0	Corriente nominal	<u>Celda de Línea a S.E. Bicentenario y C.T. Humay (STG):</u> Interruptores : 2500 A Seccionadores : 2500 A Transformadores de corriente: ▪ 2000-1000/1/1/1/1/1 A (barras) ▪ 2000-1000/1/1/1/1/1/1/1 A (central) <u>Celda de Línea a S.E. Bicentenario y C.T. Humay (GTG):</u> Interruptores : 2500 A Seccionadores : 2500 A Transformadores de corriente: ▪ 2000-1000/1/1/1/1/1 A (barras) ▪ 2000-1000/1/1/1/1/1/1/1 A (central)
6.0	Capacidad de ruptura de cortocircuito trifásico	40 kA
7.0	Configuración de barras	Doble barra en configuración de interruptor y medio
8.0	Número de Celdas:	(ver Nota 1)
8.1	De línea	02
8.2	De transformación	02
8.3	De acoplamiento	-
8.4	De reactor de barra	-
8.5	De reactor de línea	-
9.0	Transformador de potencia	-
10.0	Diagrama unifilar del equipamiento de protección y de medición	Plano N° 9843-SE-EM-132
11.0	Arquitectura del sistema de Automatización y Control	Plano N° 9843-TC-401 Plano N° 9843-TC-402
12.0	Sistema de comunicaciones y teleprotección	Plano N° 9843-TE-401

Nota:

1. Se mantienen en servicio los dos (02) diámetros con tres (3) cortes completos cada una.

2.5 Equipos en Subestación Gamonal 500/220 kV

Nota:

1. El reactor de línea de 89 MVAR y su reactor de neutro instalados por proyecto C.E. Los Vientos en el año 2024 quedan fuera de servicio.
2. El reactor de línea de 61 MVAR y su reactor de neutro instalados por proyecto C.E. Los Vientos en el año 2024 queda en servicio.
3. La compensación serie M-SSSC instalados por proyecto C.E. Los Vientos y reajustado a 0-24.77 ohm en el año 2026 queda en servicio.
4. El reactor de barra de 100 MVAR instalados por parte de proyecto C.E. Los Vientos en el año 2024 queda en servicio.

3. CENTRAL DE GENERACIÓN

3.1 Central de Generación Térmica Humay

		Generación a Gas (GTG)	**Generación a Vapor (STG)**
1.0	**Características técnicas de las turbinas y generadores de la CT**		
1.1	Número de grupos	1	1
1.2	Rango Potencia nominal turbinas según condiciones atmosféricas del sitio	383.7 - 401 MW	164.2 – 173.9 MW
1.3	Rango Potencia nominal Ciclo Combinado según condiciones atmosféricas del sitio	547 – 575 MW	
1.4	Potencia nominal propuesta del Ciclo Combinado	560 MW	
1.5	Constante de inercia (turbina más generador)	4.56 seg	5.09 seg
1.6	Potencia nominal Generador	495 MVA	216 MVA
1.7	Factor de potencia	0.85	0.85
1.8	Tensión nominal	21 kV	16 kV
	Esquema de Reducción Automática de Generación por Contingencia con proyecto CE Los Vientos	Plano N° 9843-TC-402	

2.0	**Transformador de potencia**		
2.1	Tipo de unidades	Trifásico	Trifásico
2.2	Número de unidades	1	1
2.3	Potencia nominal	315/420/525 MVA (ONAN/ONAF-I/ONAF-II)	138/184/230 MVA (ONAN/ONAF-I/ONAF-II)
2.4	Relación de transformación	500 ±10x1%/ 21 kV	500±10x1% / 16 kV
2.5	Transformador de corriente en los bushings	En 500 kV: 5 núcleos	En 500 kV: 5 núcleos
2.6	Grupo de conexión	YNd1	YNd1
2.7	Tipo de regulación de tomas	Bajo carga	Bajo carga
2.8	Mando sincronizado	Si (Lado 500 kV)	Si (Lado 500 kV)

Nota:

1. Se considera la implementación de la Reducción Automática de Generación (RAG), cuyos detalles se encuentran el respectivo informe. El proyecto incluirá el equipamiento y medios de comunicación necesarios para implementar la RAG que reducirá automáticamente la generación de la Central, ante la sobrecarga (en operación de contingencia de la LT 500 kV Chilca CTM-Bicentenario y la LT 500 kV Bicentenario-Gamonal) de los siguientes equipos:

   • LT 220 kV L-2211 Derivación-Ica
   • LT 220 kV L-2312a Derivación-Cahuachi

   El esquema tiene la capacidad de operar con Controladores RAG que coordinen este esquema con otros similares, pertenecientes a otros proyectos y que operen monitoreando los mismos equipos de transmisión. Los Controladores serán instalados por aquel proyecto que provoque la necesidad de coordinación entre esquemas, el cual podría ser la CT Humay, según se identifique en su Estudio de Operatividad.
   Los Controladores RAG tendrán como objetivo coordinar automáticamente en tiempo real la reducción o desconexión de generación necesaria para controlar las sobrecargas antes indicadas, a causa del ingreso del proyecto de generación en la zona de influencia.
   La lógica de control de generación del esquema RAG, ante la actuación de contingencias no provocará la activación del Esquema de Rechazo Automático de Carga por Mínima Frecuencia (ERACMF).

2. La lista no incluye equipamientos en 21 kV y 16 kV en los secundarios de transformadores de potencia ya que podría estar sujeto de modificación por parte del Titular del Proyecto, lo cual no condiciona la conformidad del EPO.