

INFORME DE MODIFICACIÓN
HITO RELEVANTE N°3
DECRETO EXENTO 229 DE 2021
“NUEVA SUBESTACIÓN SECCIONADORA
BULI”

GERENCIA DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO DE LA RED

SUBGERENCIA DE LICITACIONES DE TRANSMISIÓN

Departamento de Control y Supervisión de Obras.

CONTROL DOCUMENTAL

APROBADO POR

Revisión	Aprobado por	Cargo
0	Sergio Ortiz Orrego	Subgerente de Licitaciones de Transmisión Coordinador Eléctrico Nacional

Revisión	Aprobado por	Cargo
0	Cristina Rosales Lepe	Jefa Departamento de Control y Supervisión de Obras Coordinador Eléctrico Nacional

REVISADO POR

Revisión	Revisado por	Cargo
0	Cristina Rosales Lepe	Jefa Departamento de Control y Supervisión de Obras Coordinador Eléctrico Nacional

REALIZADO POR

Revisión	Realizado por	Cargo
0	Gustavo Sarabia	Encargado de Proyecto Coordinador Eléctrico Nacional

REGISTRO DE CAMBIOS

Fecha	Autor	Revisión	Descripción del Cambio
07-02-2025	Gustavo Sarabia	A	Versión Preliminar
17-03-2025	Gustavo Sarabia	0	Versión Final

ÍNDICE DE CONTENIDOS

- 1 ALCANCE DEL PROYECTO..... 4**
- 2 OBJETIVO DEL INFORME..... 5**
- 3 ALCANCE DEL INFORME 5**
- 4 DESARROLLO DEL INFORME..... 6**
 - 4.1 SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DEL HITO RELEVANTE N°3..... 6
 - 4.2 REQUISITOS PARA DAR CUMPLIMIENTO AL HITO RELEVANTE N°3 “VERIFICACIÓN DE EQUIPOS EN FÁBRICA Y CALIFICACIÓN SÍSMICA”:..... 6
 - 4.3 CAUSAS QUE ORIGINAN LA MODIFICACIÓN DEL HITO RELEVANTE N°3 7
 - 4.3.1 ENSAYOS, NORMAS Y LABORATORIOS PARA LOS EQUIPOS PRIMARIOS DEL PROYECTO 8
 - 4.3.2 PROTOCOLOS DE PRUEBAS FAT PARA LOS EQUIPOS PRIMARIOS DEL PROYECTO 15
 - 4.3.3 CALIFICACIÓN SÍSMICA DE LOS EQUIPOS PRIMARIOS DEL PROYECTO 16
 - 4.4 IMPACTO DE LA MODIFICACIÓN DEL HITO EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO 17
 - 4.5 ANÁLISIS DEL CRONOGRAMA ACTUALIZADO 18
 - 4.6 ANÁLISIS DE MEJORAS DE RENDIMIENTOS 18
- 5 CONCLUSIONES Y COMENTARIOS GENERALES 19**
- 6 REFERENCIAS..... 20**
- ANEXO 1: SOLICITUD Y CRONOGRAMA PARA MODIFICACIÓN DEL HITO 21**
- ANEXO 2: REQUISITOS CUMPLIDOS PARA EL HR N°3 ENTREGADOS POR EL ADJUDICATARIO 22**
- ANEXO 3: PRUEBAS FAT Y CALIFICACIÓN SÍSMICA APROBADAS POR EL ADJUDICATARIO..... 23**

1 ALCANCE DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción de una nueva subestación seccionadora, denominada Buli, mediante el seccionamiento de las líneas 1x154 kV Parral - Monterrico y 1x66 kV Parral - Cocharcas, en el tramo San Carlos - Tap Ñiquén, con sus respectivos paños de línea y patios en 154 kV y 66 kV. A su vez, el proyecto considera la instalación de un transformador de 154/66 kV de 75 MVA de capacidad con Cambiador de Derivación Bajo Carga (CDBC), con sus respectivos paños de transformación en ambos niveles de tensión.

Adicionalmente, el proyecto considera la construcción de enlaces para el seccionamiento de las líneas mencionadas, manteniendo al menos, las características técnicas de la línea en 154 kV, mientras que, para la línea de 66 kV, el enlace debe poseer un conductor con capacidad de transmisión de, al menos, 46 MVA a 35°C temperatura ambiente con sol.

La configuración del patio de 154 kV de la subestación Buli corresponderá a doble barra principal y barra de transferencia, con capacidad de barras de, al menos, 400 MVA con 75°C en el conductor y 35°C temperatura ambiente con sol; y deberá considerar espacio en barras y plataforma para seis posiciones, de manera de permitir el seccionamiento de la línea 1x154 kV Parral - Monterrico, la conexión del transformador de poder 154/66 kV, la construcción de un paño acoplador, la construcción de un paño seccionador y la conexión de nuevos proyectos en la zona. En caso de definirse el desarrollo de este patio en tecnología encapsulada y aislada en gas del tipo GIS o equivalente, se deberán considerar los paños contenidos en esta descripción y el espacio en plataforma definido anteriormente para la conexión de nuevos proyectos.

Por su parte, la configuración en el patio de 66 kV corresponderá a barra principal y barra de transferencia, con capacidad de barras de, al menos, 300 MVA con 75°C en el conductor y 35°C temperatura ambiente con sol; y deberá considerar espacio en barras y plataformas para seis posiciones, de manera de permitir el seccionamiento de la línea 1x66 kV Parral - Cocharcas, la conexión del transformador de poder 154/66 kV, la construcción de un paño acoplador y la conexión de nuevos proyectos en la zona. En caso de definirse el desarrollo de este patio en tecnología encapsulada y aislada en gas del tipo GIS o equivalente, se deberán considerar los paños contenidos en esta descripción y el espacio en plataforma definido anteriormente para la conexión de nuevos proyectos.

El proyecto deberá considerar espacio con terreno nivelado para un futuro patio de media tensión.

La subestación se deberá emplazar aproximadamente a 29 km al sur de la subestación Parral siguiendo el trazado de la línea 1x154 kV Parral - Monterrico, dentro de un radio de 3 km desde ese punto.

El proyecto incluye todas las obras, modificaciones y labores necesarias para la ejecución y puesta en servicio de las nuevas instalaciones, tales como adecuaciones en los patios respectivos, adecuación de las protecciones, comunicaciones, SCADA, obras civiles, montaje, malla de puesta a tierra y pruebas de los nuevos equipos, entre otras.

A su vez, el proyecto contempla todas las tareas, labores y obras necesarias para evitar interrupciones en el suministro a clientes finales, debiendo considerarse para ello una secuencia constructiva que evite o minimice dichas interrupciones.

La disposición de los edificios, equipos, estructuras y otros elementos que conformen la subestación, deberá permitir que las expansiones futuras se realicen de manera adecuada, haciendo posible el ingreso ordenado y sin interferencias de futuras líneas y circuitos, evitando generar espacios ciegos que impidan la plena utilización de las barras.

Será responsabilidad del adjudicatario asegurar la compatibilidad tecnológica de los equipos utilizados en la ejecución del proyecto, de las instalaciones, y de la disposición de los equipos en la subestación, de manera tal de posibilitar futuras ampliaciones de la subestación, así como también el cumplimiento de lo dispuesto en la normativa vigente en relación al acceso abierto a las instalaciones de transmisión.

Por su parte, será responsabilidad de los propietarios de las diferentes instalaciones de generación y/o transporte coordinarse para efectuar las adecuaciones que se requieran en sus propias instalaciones para efectos de la ejecución del proyecto. En este sentido, es de responsabilidad y costo de los propietarios de las instalaciones existentes efectuar las adecuaciones que se requieran en ellas producto de las obras nuevas, y que no se encuentren incorporadas en el alcance del presente proyecto.

Asimismo, el proyecto incluye todas las obras y labores establecidas en las Bases de Licitación elaboradas por el Coordinador y en la Oferta Técnica del adjudicatario.

Las obras descritas deberán ser construidas y entrar en operación a más tardar dentro del plazo de 30 meses contados desde la fecha de publicación en el Diario Oficial del Decreto de Adjudicación N° 15T, que fue publicado el 16 de junio de 2023.

2 OBJETIVO DEL INFORME

El objetivo de este documento es presentar el Informe de Modificación del Hito Relevante N°3 del proyecto Nueva S/E Seccionadora Buli, en relación con la solicitud de prórroga presentada al Coordinador Eléctrico Nacional el 30 de diciembre de 2024 por la empresa adjudicataria, Transemel S.A.

3 ALCANCE DEL INFORME

- I. Establecer las causas que originan dicha modificación.
- II. Realizar un análisis fundado del impacto de la modificación del Hito en el desarrollo del Proyecto, en particular relativo al impacto en el cumplimiento de los Hitos Relevantes que lo siguen.
- III. Analizar la consistencia, calidad y viabilidad del Cronograma actualizado por el Adjudicatario para el desarrollo del Proyecto en el plazo de su entrada en operación, considerando la nueva fecha propuesta para el cumplimiento del Hito Relevante en cuestión.
- IV. Analizar la viabilidad de mejorar los rendimientos de ejecución de la obra con el objetivo de no alterar el cumplimiento de los otros hitos relevantes del proyecto.

4 DESARROLLO DEL INFORME

Según lo establecido en las Bases de Licitación para la Adjudicación de los Derechos a la Explotación de las Obras Nuevas Contempladas en el Decreto Exento N° 229 de 2021 del Ministerio de Energía y el decreto que fija los Derechos y condiciones de Explotación de la obra “Nueva Subestación Seccionadora Buli”, contemplada en el Decreto Exento N° 15T de 2023 del Ministerio de Energía, de fecha 16 de junio de 2023, el adjudicatario podrá proponer fundadamente la modificación de las fechas comprometidas sólo una vez para cada uno de los cinco primeros Hitos Relevantes, mediante solicitud por escrito, a más tardar 45 días corridos antes del vencimiento del hito correspondiente.

Este informe evalúa la posible modificación de la fecha del Hito Relevante N°3, “Verificación de Equipos en Fábrica y Calificación Sísmica”, que debe cumplirse dentro de un plazo máximo de 610 días corridos desde la publicación del Decreto Supremo N° 15T en el Diario Oficial, fijando su fecha de cumplimiento para el 15 de febrero de 2025. Este informe evalúa la solicitud de modificación de dicha fecha, cuya aprobación está sujeta a la decisión del Coordinador.

4.1 SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DEL HITO RELEVANTE N°3

El 30 de diciembre de 2024 la empresa adjudicataria, Transemel S.A. solicitó a través de su carta GG N° 130 – 2024 la modificación de la fecha del Hito Relevante N°3 “Verificación de Equipos en Fábrica y Calificación Sísmica” en 166 días corridos, proponiendo como nueva fecha para el cumplimiento del hito relevante N°3 el 31 de julio de 2025.

4.2 REQUISITOS PARA DAR CUMPLIMIENTO AL HITO RELEVANTE N°3 “VERIFICACIÓN DE EQUIPOS EN FÁBRICA Y CALIFICACIÓN SÍSMICA”:

Corresponde a la verificación, por parte de la auditoria técnica, del informe final de pruebas en fábrica de los equipos mayores del Proyecto, tales como interruptores, desconectadores, bushings y aisladores, transformadores de poder, filtros, transformadores de medida, pararrayos, entre otros, los cuales deben cumplir con las características técnicas establecidas en órdenes de compra, las normas aplicables y lo establecido en las Bases de Licitación.

Los tipos y cantidades de ensayos en fábrica, sus normas y laboratorios a considerar, así como la cantidad y equipos a ensayar considerados para el cumplimiento del hito serán determinados con base en la norma de fabricación de los referidos equipos.

Adicionalmente para el cumplimiento de este hito se considera la verificación del comportamiento Sísmico de los equipos, las estructuras de soporte y fundaciones de acuerdo con los criterios de diseño sísmico, según la NTSyCS versión septiembre 2020, y las recomendaciones en referencia CIGRE “Lecciones y recomendaciones para el sector eléctrico derivadas del terremoto del 27 febrero de 2010 en Chile”. Para ello, el Adjudicatario deberá presentar las memorias de cálculo sísmico de las estructuras y fundaciones definidas en la ingeniería del Proyecto, las pruebas sísmicas realizadas a los equipos durante pruebas FAT (o certificaciones emitidas por el fabricante), y una certificación de la calificación Sísmica del conjunto equipo – estructura - fundación, realizada por un experto sísmico contratado por el Adjudicatario.

4.3 CAUSAS QUE ORIGINAN LA MODIFICACIÓN DEL HITO RELEVANTE N°3

La empresa Transemel S.A., acogiéndose a lo estipulado en los párrafos antepenúltimo, penúltimo y último del numeral 8.3.1. de las Bases Administrativas Generales, así como al Decreto Supremo N°15T del Ministerio de Energía, que establece los derechos de ejecución y explotación de obras nuevas, ha solicitado al Coordinador Eléctrico Nacional, mediante la carta GG N° 130 – 2024 del 30.12.2024, la modificación de la fecha de cumplimiento del Hito Relevante N°3 en 166 días corridos, proponiendo como nueva fecha el 31 de julio de 2025. Esta solicitud se realizó 47 días antes del cumplimiento del hito, cumpliendo con lo señalado en las Bases de Licitación, que establece que la solicitud debe realizarse a más tardar 45 días corridos antes del vencimiento del plazo.

Transemel fundamenta su solicitud en la necesidad de contar con tiempo suficiente para cumplir los requisitos establecidos en las Bases Administrativas Generales, particularmente en relación con los siguientes aspectos:

- 1. Informe final de pruebas FAT de los equipos mayores:** Si bien se han realizado pruebas FAT en diversos equipos primarios (desconectadores, interruptores, transformadores de corriente y potencial, pararrayos, aisladores de pedestal, entre otros), la fábrica encargada del transformador de poder ha programado sus pruebas FAT hasta la última semana de abril de 2025, con la emisión de protocolos correspondientes en mayo de 2025. Dado que estos protocolos deben ser presentados al Auditor con al menos 60 días de anticipación al hito, este plazo determina la nueva fecha solicitada.
- 2. Verificación del comportamiento sísmico de los equipos, estructuras y fundaciones:** Las certificaciones sísmicas emitidas por las fábricas, así como las memorias de cálculo y validaciones sísmicas, aún se encuentran en desarrollo y estarán disponibles dentro del plazo solicitado para el cumplimiento del hito.

En respaldo de su solicitud, Transemel adjuntó un cronograma actualizado con la nueva fecha para el cumplimiento del hito estimando los plazos necesarios para obtener la documentación requerida y presentó el listado de equipos primarios de alta tensión, incluyendo sus cantidades, normas bajo las cuales se realizarán las pruebas FAT, los laboratorios y la cantidad de equipos a ensayar.

Estado de requisitos cumplidos a la fecha:

4.3.1 ENSAYOS, NORMAS Y LABORATORIOS PARA LOS EQUIPOS PRIMARIOS DEL PROYECTO

Tabla N°1. Equipamiento Principal.

Descripción de Equipos	Cantidad	Pruebas	Estado
Transformador de Poder Trifásico 154/66 kV 75 MVA Tipo: TF-75M 2200LTC66 YY ONAN Marca: WEG Pruebas bajo norma: IEC 60076-1 Laboratorio: WEG	1	- Placa De Acero Al Carbono - Bobina De Acero Al Silicio - Hilo Para Bobinado - Material Aislante - Aceite Aislante - Aisladores Solidos - Aisladores Condensivos - Transformadores De Corriente De Aisladores - Relay De Gas - Válvula De Alivio De Presión - Indicador De Temperatura Del Aceite - Indicador De Temperatura Del Devanado - Indicador De Flujo Del Aceite - Indicador De Flujo Del Agua - Analizador De Gases - Bolsa De Neopreme - Terminales - Cambiador De Tomas - Motoventiladores - Termómetro De Devanado - Termómetro De Aceite - Fosfatización - Fabricación De Radiadores - Pintura Externa De Los Radiadores - Pintura Interna De Los Radiadores - Fabricación De Tanques, Tapa Y Conservador - Despegue Por Chorro Y Pintura De Transformadores - Pintura Externa - Pintura Interna - Corte De Placas De Silicio - Devanado De Bobina - Montaje De Núcleo - Montaje De La Parte Activa - Cierre - Aceite Aislante - Transformador Montado - Ensayos Electricos - Transformadores De Corriente De Aisladores - Accesorios Y Hilado Auxiliar - Aceite Aislante - Ensayo De Pintura - Desmontaje De Transformador.	En Desarrollo

Descripción de Equipos	Cantidad	Pruebas	Estado
Interruptores de Poder Tripolar de 72.5 kV Tipo: LW36-72.5 Marca: Sieyuan Pruebas bajo norma: IEC-62271-1. Laboratorio: Sieyuan	4	- Resistencia Óhmica de Circuitos Auxiliares. - Verificación de Cableado de acuerdo a Plano. - Verificación de Operación Local/Remoto. - Verificación del Contador. - Verificación de Ajustes de Accesorios y marcado con pintura. - Verificación de Carga de Resorte (tiempo de operación y consumo de corriente). - Mínimo Voltaje de Operación para cada bobina de apertura y cierre. - Tensión Aplicada a Circuitos Auxiliares (1 kV - 1 seg). - Resistencia Óhmica de Contactos principales. - Prueba de Tensión Aplicada (460 kV contra Tierra, 60 seg, para 245 kV) (140 kV contra Tierra, 60 seg, para 72,5 kV). - Sobrepresión en los Polos. - Verificación de Fugas en cada Polo. - Pruebas mecánicas de operación. - Comprobación placa de características y diseño. - Comprobación de funcionamiento relé anti-bombeo, bloqueo, señalización, sub-tensión, temporizadores - Pruebas funcionales. - Verificar cumplimiento distancia de fuga. (realizado en verificación sísmica de los equipos).	Finalizadas
Interruptores de Poder Tripolar de 154 kV Tipo: LW58-252 Marca: Sieyuan Pruebas bajo norma: IEC-62271-1. Laboratorio: Sieyuan	5	- Resistencia Óhmica de Circuitos Auxiliares. - Verificación de Cableado de acuerdo a Plano. - Verificación de Operación Local/Remoto. - Verificación del Contador. - Verificación de Ajustes de Accesorios y marcado con pintura. - Verificación de Carga de Resorte (tiempo de operación y consumo de corriente). - Mínimo Voltaje de Operación para cada bobina de apertura y cierre. - Tensión Aplicada a Circuitos Auxiliares (1 kV - 1 seg). - Resistencia Óhmica de Contactos principales. - Prueba de Tensión Aplicada (460 kV contra Tierra, 60 seg, para 245 kV) (140 kV contra Tierra, 60 seg, para 72,5 kV). - Sobrepresión en los Polos. - Verificación de Fugas en cada Polo. - Pruebas mecánicas de operación. - Comprobación placa de características y diseño. - Comprobación de funcionamiento relé anti-bombeo, bloqueo, señalización, sub-tensión, temporizadores - Pruebas funcionales. - Verificar cumplimiento distancia de fuga. (realizado en verificación sísmica de los equipos).	Finalizadas
Seccionador Tripolar Pantografo 154 kV Tipo: GW6B-252	3	- Resistencia Óhmica de Circuitos Auxiliares. - Verificación de Cableado de acuerdo a Plano. - Verificación de Operación Local/Remoto. - Verificación de Ajustes de Accesorios y marcado con pintura. - Tensión Aplicada a Circuitos Auxiliares (1 kV - 1 seg). - Resistencia Óhmica de Contactos principales. - Pruebas dieléctricas en el circuito principal. - Verificación de Fugas en cada Polo. - Pruebas mecánicas de operación.	Finalizadas

Descripción de Equipos	Cantidad	Pruebas	Estado
Marca: Sieyuan Pruebas bajo norma: IEC-62271-1. Laboratorio: Sieyuan		- Pruebas funcionales. - Verificar cumplimiento distancia de fuga. (realizado en verificación sísmica de los equipos) - Prueba de aguante a frecuencia. - Prueba de aguante a frecuencia industrial en circuito auxiliar y de control.	
Seccionador Tripolar 154 kV Tipo: GW4A-170 CPT Marca: Sieyuan Pruebas bajo norma: IEC-62271-1. Laboratorio: Sieyuan	Seccionador CPT: 2 Seccionador SPT: 14	- Resistencia Óhmica de Circuitos Auxiliares. - Verificación de Cableado de acuerdo a Plano. - Verificación de Operación Local/Remoto. - Verificación de Ajustes de Accesorios y marcado con pintura. - Tensión Aplicada a Circuitos Auxiliares (1 kV - 1 seg). - Resistencia Óhmica de Contactos principales. - Pruebas dieléctricas en el circuito principal. - Verificación de Fugas en cada Polo. - Pruebas mecánicas de operación. - Pruebas funcionales. - Verificar cumplimiento distancia de fuga. (realizado en verificación sísmica de los equipos) - Prueba de aguante a frecuencia. Prueba de aguante a frecuencia industrial en circuito auxiliar y de control.	Finalizadas
Seccionador Tripolar 154 kV Tipo: GW4A-170 SPT Marca: Sieyuan Pruebas bajo norma: IEC-62271-1. Laboratorio: Sieyuan	Seccionador SPT: 14	- Resistencia Óhmica de Circuitos Auxiliares. - Verificación de Cableado de acuerdo a Plano. - Verificación de Operación Local/Remoto. - Verificación de Ajustes de Accesorios y marcado con pintura. - Tensión Aplicada a Circuitos Auxiliares (1 kV - 1 seg). - Resistencia Óhmica de Contactos principales. - Pruebas dieléctricas en el circuito principal. - Verificación de Fugas en cada Polo. - Pruebas mecánicas de operación. - Pruebas funcionales. - Verificar cumplimiento distancia de fuga. (realizado en verificación sísmica de los equipos) - Prueba de aguante a frecuencia. - Prueba de aguante a frecuencia industrial en circuito auxiliar y de control.	Finalizadas

Descripción de Equipos	Cantidad	Pruebas	Estado
Seccionador Tripolar 66 kV Tipo: GW4A-72.5 CPT Marca: Sieyuan Pruebas bajo norma: IEC-62271-1. Laboratorio: Sieyuan	Seccionador CPT: 2	- Resistencia Óhmica de Circuitos Auxiliares. - Verificación de Cableado de acuerdo a Plano. - Verificación de Operación Local/Remoto. - Verificación de Ajustes de Accesorios y marcado con pintura. - Tensión Aplicada a Circuitos Auxiliares (1 kV - 1 seg). - Resistencia Óhmica de Contactos principales. - Pruebas dieléctricas en el circuito principal. - Verificación de Fugas en cada Polo. - Pruebas mecánicas de operación. - Pruebas funcionales. - Verificar cumplimiento distancia de fuga. (realizado en verificación sísmica de los equipos) - Prueba de aguante a frecuencia. - Prueba de aguante a frecuencia industrial en circuito auxiliar y de control.	Finalizadas
Seccionador Tripolar 66 kV Tipo: GW4A-72.5 SPT Marca: Sieyuan Pruebas bajo norma: IEC-62271-1. Laboratorio: Sieyuan	9	- Resistencia Óhmica de Circuitos Auxiliares. - Verificación de Cableado de acuerdo a Plano. - Verificación de Operación Local/Remoto. - Verificación de Ajustes de Accesorios y marcado con pintura. - Tensión Aplicada a Circuitos Auxiliares (1 kV - 1 seg). - Resistencia Óhmica de Contactos principales. - Pruebas dieléctricas en el circuito principal. - Verificación de Fugas en cada Polo. - Pruebas mecánicas de operación. - Pruebas funcionales. - Verificar cumplimiento distancia de fuga. (realizado en verificación sísmica de los equipos) - Prueba de aguante a frecuencia. - Prueba de aguante a frecuencia industrial en circuito auxiliar y de control.	Finalizadas

Descripción de Equipos	Cantidad	Pruebas	Estado
Transformador de Corriente 170kV Relación de corriente nominal 100-200-400/1A 150-300/1A Tipo: LVB-220 Marca: Sieyuan Pruebas bajo norma: IEC 61869-2:2012 IEC-61869-1 Laboratorio: Sieyuan	15	- Verificación de marcado de terminales (IEC 61869-1 cláusula 7.3.6) - Prueba de estanqueidad a temperatura ambiente (IEC 61869-1 cláusula 7.3.7) - Resistencia de devanado secundario - Medición de la resistencia al aislamiento - Prueba de aguante a frecuencia industrial en devanados secundarios y entre devanados secundarios - Prueba de tensión soportada a frecuencia industrial del devanado primario y Medición de descargas parciales - Medición de capacitancia y factor de disipación dieléctrica - Prueba de sobretensión entre espiras. - Medición del factor de seguridad de instrumento (FS) del transformador de corriente para la medición - Curva de excitación para devanados de protección - Prueba de precisión	Finalizadas
Transformador de Corriente 170kV Relación de corriente nominal: 600-1600-2000/1A Tipo: LVB-220 Marca: Sieyuan Pruebas bajo norma: IEC 61869-2:2012 IEC-61869-1 Laboratorio: Sieyuan	3	- Verificación de marcado de terminales (IEC 61869-1 cláusula 7.3.6) - Prueba de estanqueidad a temperatura ambiente (IEC 61869-1 cláusula 7.3.7) - Resistencia de devanado secundario - Medición de la resistencia al aislamiento - Prueba de aguante a frecuencia industrial en devanados secundarios y entre devanados secundarios - Prueba de tensión soportada a frecuencia industrial del devanado primario y Medición de descargas parciales - Medición de capacitancia y factor de disipación dieléctrica - Prueba de sobretensión entre espiras. - Medición del factor de seguridad de instrumento (FS) del transformador de corriente para la medición - Curva de excitación para devanados de protección - Prueba de precisión	Finalizadas
Transformador de Corriente 72.5kV Relación de corriente	6	- Verificación de marcado de terminales (IEC 61869-1 cláusula 7.3.6) - Prueba de estanqueidad a temperatura ambiente (IEC 61869-1 cláusula 7.3.7) - Resistencia de devanado secundario - Medición de la resistencia al aislamiento - Prueba de aguante a frecuencia industrial en devanados secundarios y entre devanados secundarios	Finalizadas

Descripción de Equipos	Cantidad	Pruebas	Estado
nominal 300-600/1A Tipo: LVB-66 Marca: Sieyuan Pruebas bajo norma: IEC 61869-2:2012 IEC-61869-1 Laboratorio: Sieyuan		- Prueba de tensión soportada a frecuencia industrial del devanado primario y Medición de descargas parciales - Medición de capacitancia y factor de disipación dieléctrica - Prueba de sobretensión entre espiras. - Medición del factor de seguridad de instrumento (FS) del transformador de corriente para la medición - Curva de excitación para devanados de protección - Prueba de precisión	
Transformador de Corriente 72.5kV Relación de corriente nominal 400-800/1A Tipo: LVB-66 Marca: Sieyuan Pruebas bajo norma: IEC 61869-2:2012 IEC-61869-1 Laboratorio: Sieyuan	6	- Verificación de marcado de terminales (IEC 61869-1 cláusula 7.3.6) - Prueba de estanqueidad a temperatura ambiente (IEC 61869-1 cláusula 7.3.7) - Resistencia de devanado secundario - Medición de la resistencia al aislamiento - Prueba de aguante a frecuencia industrial en devanados secundarios y entre devanados secundarios - Prueba de tensión soportada a frecuencia industrial del devanado primario y Medición de descargas parciales - Medición de capacitancia y factor de disipación dieléctrica - Prueba de sobretensión entre espiras. - Medición del factor de seguridad de instrumento (FS) del transformador de corriente para la medición - Curva de excitación para devanados de protección - Prueba de precisión	Finalizadas
Transformador de Potencial cargable 72.5kV (Servicios Auxiliares) Tipo: SOPVT-145 Marca: Sieyuan Pruebas bajo norma:	3	- Verificación de marcado. - Chequeo de parámetros en placa de identificación. - Prueba de hermeticidad a temperatura ambiental sin fuga detectada. - Operar 5 veces el cambiador de tomas y son correctos los límites de cada engranaje. - Medición de la resistencia del aislamiento - Medición de la resistencia de los devanados - Prueba de aguante a frecuencia industrial en terminales secundarios. - Prueba de aguante a frecuencia industrial en terminal de puesta a tierra. - Medición de Pérdidas en vacío y Corriente en vacío. - Medición de impedancia de cortocircuito y pérdida de carga. - Prueba de aguante a frecuencia industrial en terminales primarios. - Medición de descarga parcial. - Medición de capacitancia y factor de disipación dieléctrica.	Finalizadas

Descripción de Equipos	Cantidad	Pruebas	Estado
IEC 61869-1:2007 IEC 61869-3:2011 Laboratorio: Sieyuan		- Medición de Relación de transformación y de polaridad.	
Transformador de Potencial 72.5kV (Inductivo Monofásico) Tipo: JDCF-72.5 Marca: Sieyuan Pruebas bajo norma: IEC 61869-1:2007 IEC 61869-3:2011 Laboratorio: Sieyuan	9	- Verificación de marcado de terminales. - Prueba de estanqueidad a temperatura ambiente. - Determinación de la resistencia de devanado secundario. - Medición de la resistencia al aislamiento. - Prueba de aguante a frecuencia industrial en devanados secundarios y entre devanados secundarios. - Prueba de tensión soportada a frecuencia industrial de terminal puesto a tierra. - Determinación de la curva de excitación. - Prueba de tensión soportada a frecuencia industrial del devanado primario y Medición de descargas parciales. - Medición de capacitancia y factor de disipación dieléctrica. - Prueba de precisión	Finalizadas
Transformador de Potencial 72.5kV Tipo: TYD-220 Marca: Sieyuan Pruebas bajo norma: IEC 61869-1:2007 IEC 61869-3:2011 Laboratorio: Sieyuan	12	- Verificación de marcado de terminales. - Verificación de dimensiones según plano confirmado. - Verificación de datos de placa de acuerdo al plano. - Determinación de la resistencia de devanado secundario (Rct) - Medición de la resistencia al aislamiento. - Prueba de aguante a frecuencia industrial en devanados secundarios y entre devanados secundarios. - Medición de la curva de excitación. - Prueba de aguante a frecuencia industrial en el terminal de baja tensión del divisor de tensión capacitivo - Prueba de aguante a frecuencia industrial electromagnética. - Prueba de tensión soportada a frecuencia industrial del devanado primario y Medición de descargas parciales - Medición de capacitancia y factor de disipación dieléctrica - Prueba de ferorresonancia - Prueba de precisión	Finalizadas

4.3.2 PROTOCOLOS DE PRUEBAS FAT PARA LOS EQUIPOS PRIMARIOS DEL PROYECTO

Tabla N°2. Resumen de Protocolos de Pruebas FAT.

Equipos	Protocolos de Pruebas FAT de los Equipos	Fecha de entrega de los protocolos
Transformador de Poder Trifásico 170/66 kV 75 MVA	Nombre del documento del protocolo y N° de serie: (FAT WEG, 10012327610_R00) (N° Serie n/h)	25-04-2025
Interruptores de Poder Tripolar de 72.5 kV	Nombre del documento del protocolo y N° de serie: (Buli FAT REPORTE Desc LW36-72.5) (N° Serie DD241238-DD241241)	17-12-2024
Interruptores de Poder Tripolar de 154 kV	Nombre del documento del protocolo y N° de serie: (Buli FAT REPORTE Desc LW58-252) (N° Serie DI241650-DI241654)	16-12-2024
Seccionador Tripolar Pantógrafo 154 kV	Nombre del documento del protocolo y N° de serie: (Buli FAT REPORTE Desc GW6B-252) (N° Serie KF240326)	18-12-2024
Seccionador Tripolar 154 kV	Nombre del documento del protocolo y N° de serie: (Buli FAT REPORTE Desc GW4A-170) (N° Serie KA248710-KA248725)	18-12-2024
Seccionador Tripolar 66 kV	Nombre del documento del protocolo y N° de serie: (Buli FAT REPORTE Desc GW4A-72.5 CPT) (N° Serie KA248368-KA248378)	17-12-2024
Transformador de Corriente 170kV	Nombre del documento del protocolo y N° de serie: TC LVB-220 .11247168 (N° Serie n/h)	13-12-2024
Transformador de Corriente 72.5kV	Nombre del documento del protocolo y N° de serie: :TC LVB-66.11247686 (N° Serie n/h)	13-12-2024
Transformador de Potencial 72.5kV (Servicios Auxiliares)	Nombre del documento del protocolo y N° de serie: TP SOPVT-145.16240045 (N° Serie n/h)	12-12-2024
Transformador de Potencial 72.5kV (Inductivo Monofásico)	Nombre del documento del protocolo y N° de serie: TP JDCF-72.5.14245609 (N° Serie n/h)	12-12-2024
Transformador de Potencial 72.5kV	Nombre del documento del protocolo y N° de serie: TP TYD-220 (N° Serie n/h)	14-12-2024

4.3.3 CALIFICACIÓN SÍSMICA DE LOS EQUIPOS PRIMARIOS DEL PROYECTO

Tabla N°3. Resumen de Calificación Sísmica.

Equipos	Calificación Sísmica por Evaluador sísmico independiente	Fecha de entrega de los protocolos
Transformador de Poder Trifásico 154/66 kV – 75 MVA	Informe Técnico: T-SE07-VND-ELE-000021	25-11-2024 / Entregado
Interruptores de Poder Tripolar de 72.5 kV (LW36-72.5)	Informe Técnico: T-SE07-VND-ELE-000030	03-01-2025 / Entregado
Interruptores de Poder Tripolar de 154 kV (LW58-252)	Informe Técnico: T-SE07-VND-ELE-000022	03-01-2025 / Entregado
Seccionador Tripolar Pantógrafo 154 kV (GW6B-252)	Informe Técnico: T-SE07-VND-ELE-000025	20-08-2024 / Entregado
Seccionador Tripolar 154 kV CPT (GW4A-170)	Informe Técnico: T-SE07-VND-ELE-000023	20-11-2024 / Entregado
Seccionador Tripolar 154 kV SPT (GW4A-170)	Informe Técnico: T-SE07-VND-ELE-000024	20-11-2024 / Entregado
Seccionador Tripolar 66 Kv (GW4A-72.5 SPT)	Informe Técnico: T-SE07-VND-ELE-000033	20-08-2024 / Entregado
Seccionador Tripolar 66 Kv (GW4A-72.5 CPT)	Informe Técnico: T-SE07-VND-ELE-000034	20-08-2024 / Entregado
Transformador de Corriente 170Kv LVB-220	Informe Técnico: T-SE07-VND-ELE-000026	21-08-2024 / Entregado
Transformador de Corriente 72.5kV (TC LVB-66.11247686)	Informe Técnico: T-SE07-VND-ELE-000031	21-08-2024 / Entregado
Transformador de Potencial 72.5kV (Servicios Auxiliares) (TP SOPVT-145.)	Informe Técnico: T-SE07-VND-ELE-000037	21-08-2024 / Entregado
Transformador de Potencial 72.5kV (Inductivo Monofásico) (TP JDCF-72.5.)	Informe Técnico: T-SE07-VND-ELE-000032	20-11-2024 / Entregado
Transformador de Potencial 72.5kV (TP TYD-220)	Informe Técnico: T-SE07-VND-ELE-000027	20-11-2024 / Entregado

4.4 IMPACTO DE LA MODIFICACIÓN DEL HITO EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO

El Hito Relevante N° 3 evalúa los antecedentes indicados en el ítem 4.2 del presente informe para verificar el cumplimiento de las características técnicas de los equipos, comparándolos con los datos señalados en las HCTG. Además, certifica el cumplimiento de las normas internacionales respecto a las pruebas de diseño, pruebas tipo y pruebas de rutina en fábrica (FAT), así como de la normativa sísmica.

La reprogramación del Hito Relevante N°3 en 166 días establece una nueva fecha de cumplimiento para el 31.07.2025. En consecuencia, los antecedentes asociados deberán entregarse a más tardar el 01.06.2025, cumpliendo con el requisito de presentación con 60 días de anticipación.

De acuerdo a lo indicado por Transemel en su carta (GG N° 130 – 2024) esta reprogramación no afecta el cumplimiento de los demás hitos del proyecto, los cuales se mantienen dentro de los plazos establecidos en el Decreto de Adjudicación y los plazos indicados por Transemel para disponer de los requisitos necesarios para cumplir con el hito son los siguientes:

Tabla N°4. Requisitos pendientes para el cumplimiento del Hito N°3.

Documento	Fecha	Comentarios
Informe final de pruebas FAT de los equipos mayores del Proyecto	Mayo 2025	La fábrica encargada del transformador de poder ha programado sus pruebas FAT hasta la última semana de abril de 2025, con la emisión de protocolos correspondientes en mayo de 2025.
Verificación del comportamiento sísmico de los equipos, estructuras y fundaciones:	Mayo 2025	Las certificaciones sísmicas emitidas por las fábricas, así como las memorias de cálculo y validaciones sísmicas, aún se encuentran en desarrollo y estarán disponibles dentro del plazo solicitado para el cumplimiento del hito.

Del análisis de los documentos presentados y la solicitud de modificación del hito, se concluye que la postergación de la fecha de cumplimiento del Hito Relevante N°3 es atendible, razonable y justificada, siempre que se obtengan todos los requisitos dentro del plazo establecido. Los tiempos definidos para obtener los documentos pendientes son suficientes para que el adjudicatario entregue la documentación al Coordinador, permitiendo las revisiones correspondientes y garantizando la calidad y precisión de la documentación.

Sin embargo, el aumento en el plazo para la entrega de los documentos del Hito Relevante N°3 podría afectar el cumplimiento del Hito Relevante N°5 “Verificación de Equipos en Sitio”, que debe cumplirse el 22.11.2025, si la emisión de los documentos que validan las pruebas, protocolos y calificación sísmica de los equipos no se gestiona en la fecha indicada en la tabla N°1.

La modificación de plazo no afecta al Hito Relevante N°4 “Construcción de las Fundaciones” ni la fecha de entrada en operación de la obra. En consecuencia, su aprobación no representa riesgos para el proyecto.

En virtud de lo anterior, el Coordinador considera justificada la nueva fecha propuesta por el adjudicatario para el cumplimiento del Hito Relevante N°3, establecida para el 31 de julio de 2025.

4.5 ANÁLISIS DEL CRONOGRAMA ACTUALIZADO

De acuerdo con las Bases de Licitación, el Adjudicatario puede solicitar una única postergación para cada uno de los cinco primeros Hitos Relevantes, mientras que el Coordinador no puede modificar la fecha del Hito Relevante N°6, "Entrada en Operación". Por lo tanto, cualquier postergación de los primeros cinco hitos obliga a modificar el Programa de Obras, sin alterar los valores de avance declarados y sin disminuir los porcentajes previamente reportados en los informes mensuales anteriores a la solicitud de la modificación del hito correspondiente, para asegurar que se cumpla con la fecha del Hito Relevante N°6.

El Adjudicatario presentó un programa actualizado del proyecto, estableciendo la nueva fecha de cumplimiento del Hito Relevante N°3 para el 31 de julio de 2025. Posteriormente a la realización de las pruebas FAT, los equipos deberán ser transportados a la obra, con un plazo estimado de 45 días, lo que implica su llegada el 14 de septiembre de 2025. A partir de esa fecha, se dispondrá de 114 días para el montaje, conexión en alta y baja tensión, pruebas en sitio (SAT), pruebas funcionales y puesta en servicio de la instalación, asegurando así el cumplimiento del Hito Relevante N°5 programado para el 22 de noviembre de 2025.

No obstante, el Adjudicatario deberá entregar al Auditor, con al menos 60 días de anticipación, la documentación que acredite el cumplimiento del Hito Relevante N°5.

4.6 ANÁLISIS DE MEJORAS DE RENDIMIENTOS

Considerando las modificaciones en los hitos del proyecto, el cumplimiento del Hito Relevante N°2, "Inicio de Construcción", el 7 de febrero de 2025 y la fecha establecida para el Hito Relevante N°6, "Entrada en Operación", el 2 de diciembre de 2025, el plazo restante para completar la construcción de la obra es de 298 días corridos.

A partir de la nueva fecha del Hito Relevante N°3, se dispondrá de 124 días para la instalación, verificación de equipos en sitio, pruebas y energización de la obra. Dado este escenario, se requiere optimizar los rendimientos en la ejecución para garantizar el cumplimiento de los plazos establecidos.

5 CONCLUSIONES Y COMENTARIOS GENERALES

Considerando los requerimientos para el cumplimiento del Hito Relevante N°3, establecidos en las Bases de Licitación para la Adjudicación de los Derechos a la Explotación de las Obras Nuevas Contempladas en el Decreto Exento N° 229 de 2021 y el decreto que fija los Derechos y condiciones de Explotación de la obra **“Nueva Subestación Seccionadora Buli”**, contemplada en el Decreto Exento N° 15T de 2023 ambos del Ministerio de Energía, y en atención a la solicitud de modificación del hito por 166 días corridos presentada por Transemel S.A. mediante la carta GG N° 130 – 2024 del 30.12.2024, se concluye que, con base en los antecedentes evaluados en el ítem 4 del presente informe, se recomienda aprobar la nueva fecha de cumplimiento del Hito Relevante N°3 para el 31 de julio de 2025.

Cabe señalar que, de acuerdo con las Bases de Auditoría y Seguimiento Técnico, es responsabilidad del Auditor velar por el fiel cumplimiento de las fechas establecidas para los Hitos Relevantes, particularmente la fecha de cumplimiento del Hito Relevante N°6 “Entrada en Operación”. En consecuencia, el Auditor monitoreará las fechas parciales comprometidas para disponer de los antecedentes necesarios y elaborar el Informe de Cumplimiento del Hito Relevante N°3, cumpliendo con al menos 2 meses de anticipación a la fecha de cumplimiento del hito.

Finalmente, es responsabilidad del Propietario cumplir con toda la normativa vigente para la ejecución del proyecto, además de tener presente que el V.I. y los plazos de ejecución de la obra siguen avanzando de acuerdo con lo dispuesto por el Ministerio de Energía en el Decreto de Adjudicación 15T del 16 de junio de 2023.

6 REFERENCIAS

- ✓ Carta GG N° 130-2024 del 30 de diciembre de 2024 de la Empresa de Transmisión Eléctrica Transemel S.A. al Coordinador Eléctrico Nacional, código interno DE07526-24.
- ✓ Decreto N° 15T del 16 de junio de 2023, Fija derechos y condiciones de ejecución y explotación y fija empresas adjudicatarias de la construcción y ejecución, de las Obras contempladas en el Decreto Exentos N° 229 de 2021 del Ministerio de Energía.
- ✓ Bases de Ejecución para Obras Nuevas. Licitación pública internacional para la adjudicación de los derechos a la explotación de Obras Nuevas fijadas por Decreto Exento N°229/2021 y los derechos de construcción de las Obras de Ampliación fijadas por Decreto Exento N°185/2021, ambos del Ministerio de Energía.
- ✓ Bases Administrativas Generales. Licitación pública internacional para la adjudicación de los derechos a la explotación de Obras Nuevas fijadas por Decreto Exento N°229/2021 y los derechos de construcción de las Obras de Ampliación fijadas por Decreto Exento N°185/2021, ambos del Ministerio de Energía.
- ✓ Bases Técnicas de Auditoría y Seguimiento Técnico para Proyectos del Decreto Exento 229/2021.
- ✓ Programa Maestro S.E. Seccionadora Buli.

ANEXO 1: SOLICITUD Y CRONOGRAMA PARA MODIFICACIÓN DEL HITO

- Transemel S.A., Carta GG N° 130-2024 (código interno DE07526-24) del 30 de diciembre de 2024. Solicitud de Modificación del Hito Relevante N°3.
- Monlux-Chile S.A., Carta CR-GEOP-BULI-020/24 del 26 de noviembre de 2024, dirigida a Transemel S.A. informando el cronograma de fabricación y ensayos al equipamiento de la Subestación Buli.
- Programa Maestro S.E. Seccionadora Buli.

ANEXO 2: REQUISITOS CUMPLIDOS PARA EL HR N°3 ENTREGADOS POR EL ADJUDICATARIO

- Requisitos cumplidos para el HR N°3.

ANEXO 3: PRUEBAS FAT Y CALIFICACIÓN SÍSMICA APROBADAS POR EL ADJUDICATARIO

- Pruebas FAT Equipos.
- Calificación Sísmica.