

---

# ESTUDIO DE TENSIONES DE SERVICIO

Respuestas a Observaciones al Informe Preliminar

---



Agosto 2023

**Estudio de Tensiones de Servicio**  
**Respuestas a Observaciones al Informe Preliminar**

Rev.	Fecha	Comentario	Realizó	Revisó / Aprobó
1	04-08-2023	Respuesta Observaciones al Informe Preliminar	Hernán Barra C.	Victor Velar G.

## 1 OBSERVACIONES DE INTERCHILE.

### 1) Observación 1: cambios en las tensiones de servicio

Se excluye de lista de barras con tensiones de servicio definidas de referencia a las barras Maitencillo 200kV y Pan de Azúcar 220kV. Esto tiene sentido dada la cercanía eléctrica a las barras Nueva Maitencillo 220kV y Nueva Pan de Azúcar 220kV, respectivamente:

- Longitud línea Nueva Maitencillo – Maitencillo 220kV: 0,780 km
- Longitud línea Nueva Pan de Azúcar – Pan de Azúcar 220kV: 5 km

En función de lo anterior, se pide al Coordinador confirmar que las tensiones para las barras Maitencillo 200kV y Pan de Azúcar 220kV serán las de las barras Nueva Maitencillo 220kV y Nueva Pan de Azúcar 220kV, respectivamente.

#### **Respuesta nº1):**

Las Tensiones de servicio de Maitencillo y Pan de azúcar 220 kV, están definidas en la tabla 3 “Tensiones de Servicio en barras de 220 kV de la zona Norte Chico”.

Maitencillo	227	238.4	215.7
Nueva Maitencillo	227	238.4	215.7
Guacolda	228	239.4	216.6
Don Hector	228	239.4	216.6
Punta Colorada	227	238.4	215.7
Pan de Azúcar	223	234.2	211.9
Nueva Pan de Azúcar	225	236.3	213.8

### 2) Impacto en la operación del SVC plus de Nueva Pan de Azúcar

Las barras que presentarían las mayores variaciones en sus tensiones de servicio son:

- Nueva Pan de Azúcar 500kV: Disminuye 4 kV
- Pan de Azúcar 220kV: Disminuye 5 kV
- Nueva Pan de Azúcar 220kV: Disminuye 4 kV

La disminución de las tensiones de servicio en estas barras podría impactar la operación de los equipos de control de tensión como el SVC plus de Nueva Pan de Azúcar. Este equipo opera actualmente exigido en horas de la noche absorbiendo potencia reactiva, situación que se vería acentuada con estas modificaciones.

**Respuesta nº2:**

El estudio propone nuevas tensiones de servicio para el sistema de transmisión de 500 y 220 kV, las cuales fueron obtenidas del análisis de los datos de la operación real de un (1) año calendario, además se realizaron flujos estáticos y sensibilidad  $dV/dQ$  para cada barra, en diversos escenarios con Hidrología Media y en casos de demanda alta y baja, con la finalidad de obtener distintas condiciones de operación del sistema, en donde las unidades despachadas consideran una mayor o menor capacidad de reactivos disponibles.

**3) Impacto en los límites de transmisión**

Por otro lado, se observa un aumento en la tensión de servicio en la barra Polpaico 500kV. Este incremento podría tener un impacto en los límites de transferencia por el sistema de 500 kV ya que en algunos casos se encuentran problemas de regulación de tensión, como es el caso de la línea Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500kV:

Tabla 1.2. Resumen de las restricciones de la Zona Norte Chico 500 kV.

Tramo	SS/EE		Limitación Tramo [MVA] (1)		Causa
	Origen	Destino	Operación Normal	Post Contingencia	
Nva. Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV C1 y C2 (3)	Nueva Pan de Azúcar	Polpaico	Norte→Sur: Caso A1: 1940 Caso A1s2: 1900 Caso A2: 2114 (2035 en Polpaico) (4) Sur→Norte: Caso B1: 1860	Norte→Sur: Caso A1: 1900 Caso A1s2: 1860 Caso A2: 2088 Sur→Norte: Caso B1: 1820	Norte→Sur: Caso A1: Reg. Tensión Caso A1s2: Reg. Tensión Caso A2: TTCC+factor de seguridad / Reg. Tensión (4) Sur→Norte: Caso B1: Reg. Tensión

Caso A1: Escenario Demanda Alta Día con inercia baja zona centro-norte – Caso Base: Inercia Norte Grande 7.1 GVAs, 2 unidades Guacolda, Nueva Ventanas y 2 CC San Luis.  
 Caso A1s2: Escenario Demanda Alta Día con inercia baja zona centro-norte – Sensibilidad: Inercia Norte Grande 8.8 GVAs, Guacolda fuera de servicio, Nueva Ventanas y 2 CC San Luis.  
 Caso A2: Escenario Demanda Alta Día con inercia media zona centro-norte: Inercia Norte Grande 16.4 GVAs, 3 unidades Guacolda, Nueva Ventanas, Campiche y 3 CC San Luis.

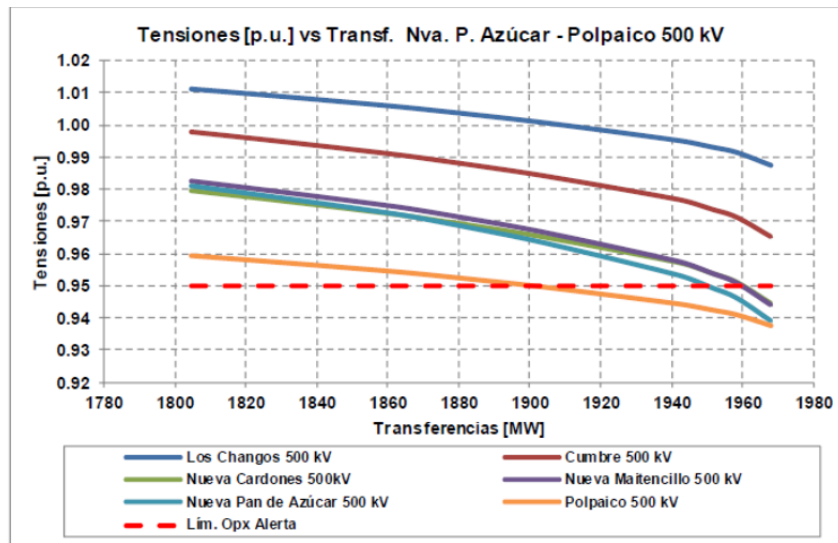


Figura 3-1: Extracto Estudio Restricciones en el Sistema de Transmisión 2022 [2].

Considerando los límites de la tabla anterior, la línea Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500kV se vería más restringida debido a la nueva tensión de servicio en la barra Polpaico 500 kV.

**Respuesta nº3):**

Las restricciones de transferencias se verán reflejadas de acuerdo con el estudio de restricciones que se realizará durante el segundo semestre, en donde se analizarán los límites de transmisión correspondientes a las distintas instalaciones del sistema. Además, este estudio considerará las obras de transmisión más actualizadas que la fecha de inicio del estudio de tensiones de servicio.

## 2 OBSERVACIONES DE TRANSELEC.

- 1) *Se observa que las tensiones de servicio de varias barras sobrepasan de la mínima capacidad de aislación exigida por el anexo técnico de diseño de instalaciones de transmisión. En el Artículo 30 del anexo técnico, se señala que:*

*“La clase de aislación deberá ser mayor a la tensión nominal del sistema, en al menos un 10% para tensiones menores a 300 [kV], y 5% para tensiones mayores o iguales a 300 [kV], de forma tal de considerar la sobretensión máxima en conformidad a la presente NT”.*

*Se obtiene que los mínimos exigidos por la norma son:*

- 500 kV: 525 kV*
- 220 kV: 242 kV*
- 154 kV: 169 kV*
- 110 kV: 121 kV*
- 66 kV: 72 kV*

*En base a esto, las barras que tienen sus tensiones de servicio sobrepasadas de la mínima capacidad de aislación son:*

- Página 5, Tabla de las barras de 500 kV*
  - Estado normal: Kimal, Cumbres, Nueva Maitencillo, Ancoa, Entre Ríos, Charrúa*
  - Estado de alerta: todas de la tabla*
  - Estado de emergencia: todas de la tabla*
- Página 6, Tabla de las barras de 220 kV de la zona Norte Grande*
  - Indicar los motivos de considerar sólo un escenario de condición hidrológica (media).*

*Sin perjuicio de lo anterior respecto a la mínima aislación exigible según Anexo Técnico de Diseño, se observa que mayormente en el sistema de 220 kV de Transelec la tensión máxima del equipamiento es de 245 kV, mientras que en el sistema de 500 kV convive equipamiento de tensión con tensión máxima 525 kV y 550 kV (por ejemplo, en Kimal 500 kV, el Umax de TTCC y TTPP es de 525 kV, mientras que para interruptores, su tensión es 550 kV, de acuerdo a sus placas). Por ello, agradeceremos que el uso de tensiones de servicio no promueva ni normalice la operación con tensiones más allá de lo exigido normativamente, menos aún en condición normal de operación, y que se utilicen tensiones de servicio en bandas que respeten la clase de aislación del equipamiento, de modo que en caso de detectarse desviaciones en el análisis estadístico, se promuevan las obras de control de tensión que correspondan. En particular, la S/E Kimal 500 kV con una tensión de muy elevada, resulta el ejemplo claro de la necesidad de promover compensación reactiva en la zona.*

### **Respuesta nº1):**

De acuerdo. Tal como se establece en el segundo párrafo del resumen ejecutivo, la operación de un sistema longitudinal muy extendido, poco enmallado y con una distribución de carga-generación no uniforme requiere de bandas de tensión adecuadas que permitan gradientes naturales en tensiones superiores a la nominal y el uso eficiente de los recursos de potencia reactiva, lo que se logra utilizando, en una cantidad importante de barras, Tensiones de Servicio

mayores a las tensiones nominales del sistema. Si bien existe una justificación para la definición de estas tensiones, no significa que se deba normalizar la operación con tensiones de servicio cada vez más grandes. Por el contrario, los resultados del análisis del perfil de tensiones del SEN contenido en este estudio muestran que se debe contar con recursos y mecanismos de control de tensión para llevar las tensiones de servicio a valores más cercanos a los nominales. Con este objetivo es que el Coordinador está analizando alternativas que permitan disponibilizar los recursos y mecanismos de control de tensión tanto en la condición actual (corto plazo) como el mediano y largo plazo. Se espera que las iniciativas que se puedan definir estén disponibles en los próximos meses y sea parte tanto de las propuestas de modificación de la NTSyCS relacionadas con exigencias de control de tensión para medios de generación basados en inversores, de la propuesta del plan de expansión como de iniciativas relacionadas con el mecanismo de Servicios Complementarios.

**2) Página 17, Tabla de escenarios:**

*Tabla 7 Características de los Escenario.*

	Ene 24 (E1)	Mar 24 (E2)	Jun 24 (E3)	Dic 24 (E4)	Mar 24 (E5)	Abr 24 (E6)
<b>Demanda Alta/Baja</b>	DA	DA	DA	DA	DA	DB
<b>% Gen ERV</b>	65	72	46	63	18	37
<b>% Gen Convencional</b>	35	28	54	37	82	63
<b>Demanda SEN (MW)</b>	10759	12114	11314	11379	11994	7378

*Agradeceremos indicar los criterios de selección de los escenarios y condición que representan.*

**Respuesta n°2):**

*El estudio considera escenarios base representativos para distintos periodos estacionales, lo cual considera condiciones de mínima y máxima demanda del sistema que permite el análisis de un rango adecuado de condiciones probables de operación. Los escenarios utilizados contemplan la misma base de datos desarrollada para el estudio de control de tensión.*

### 3 OBSERVACIONES DE COLBUN.

- 1) *En la portada como subtítulo dice "Informe Final" y corresponde a la versión de "Informe Preliminar".*

*Se solicita publicar los datos utilizados de la estadística de tensiones.*

**Respuesta nº1:**

*El subtítulo corresponde al Informe Preliminar, además se adjunta planilla con datos de tensiones.*

- 2) *Luego de presentar la tabla 4, se señala que "las tensiones de servicio de la zona centro no se modifican, manteniendo su valor actual". No obstante la Tabla 4, destaca en color azul a casi todas las barras, en el mismo informe señala que "... se destacan en color azul las barras que cambian su tensión de servicio respecto del valor vigente...".*

**Respuesta nº2:**

*Se corrige en el informe final.*

- 3) *El capítulo de proyectos relevantes considerados en el estudio sólo presenta la entrada de proyectos de transmisión a diciembre 2024 y no declara la actualización del parque de generación a la misma fecha.*

**Respuesta nº1:**

*Se consideró los proyectos de generación y transmisión cuya información se encontraba actualizada a enero de 2023. Se agrega tabla con los proyectos de generación.*

- 4) *La metodología indica que se realizan análisis de flujos de potencia en ciertos escenarios de operación. Se agradecerá entregar la base de datos Digsilent PF utilizada, además de anexar las unidades participantes en el despacho y los niveles de operación de cada unidad.*

**Respuesta nº1:**

*Se publica la base junto con el informe final.*

- 5) *"En el capítulo 3.5 se presenta la metodología para determinar los nuevos valores de tensiones de servicio, la cual sigue una secuencia de análisis con tres etapas, pero en el desarrollo del informe no se realiza esa secuencia.*

*La metodología indica que las tensiones de servicio vigentes, son corroboradas a partir de un análisis estadístico de los valores de tensión que se presentan en la operación real del último año. Sin embargo, el documento no es claro en indicar el criterio adoptado para*



proponer nuevos valores de tensiones de servicio. En este sentido el documento no entrega todos los detalles que permiten concluir precisamente cuales deben ser las tensiones de servicio determinadas.

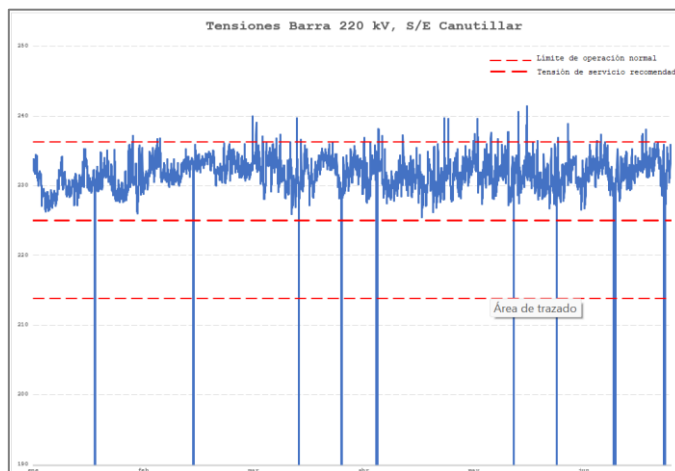
**Respuesta n°5:**

El valor de la Tensión de Servicio se estableció de manera que el rango admisible en Estado Normal cubra el valor máximo de tensión de los datos estadísticos, con un margen del orden de 1% (Art. 5-64 NTSyCS). Además, la metodología empleada para proponer nuevas Tensiones de Servicio se verifica mediante análisis de flujos estáticos y de sensibilidad  $dV/dQ$ .

- 6) "De los gráficos y análisis estadísticos del Capítulo 8, anexos, se observa que las tensiones de servicio propuestas son cercanas a los límites inferiores de los histogramas que indican valores estadísticos de las tensiones en las barras. En este sentido, existe una diferencia considerable entre las tensiones de servicio definidas y la realidad operacional mostrada en las gráficas antes mencionadas.

A modo de ejemplo, en la Hoja "Grafico de Tensión Canutillar" se presenta una gráfica con los valores de la tensión de las barras de la S/E Canutillar para los últimos seis meses del año 2023, destacando en color rojo la banda de operación normal y con línea más gruesa del mismo color la tensión de servicio recomendada para la S/E Canutillar, que es 225kV, según la Tabla 5: Tensión de Servicio en 220 kV para la Zona Sur. Se puede observar que el valor recomendado de tensión de servicio es inferior a los valores normales de operación en esta S/E. Complementando lo anterior en la Hoja "Resumen barras de interés" se muestran los valores máximo y mínimo obtenidos del histograma b) presentado en el título 8.2.4., donde también se observa que la tensión de servicio esta fuera del rango de los valores estadísticos del año anterior, tomando como valor más frecuente de 233kV y valor mínimo de 226kV, .

A raíz de lo anterior, se solicita explicar cual es el criterio para definir las tensiones de servicio de cada barra del sistema.



**Respuesta nº6:**

*El valor de la Tensión de Servicio se estableció de manera que el rango admisible en Estado Normal cubra el valor máximo de tensión de los datos estadísticos, con un margen del orden de 1% (Art. 5-64 NTSyCS). Además, la metodología empleada para proponer nuevas Tensiones de Servicio se verifica mediante análisis de flujos estáticos y de sensibilidad  $dV/dQ$ . Es importante señalar que el estudio calcula las tensiones de servicio para las barras y subestaciones del SEN, verificando que estén de acuerdo a las exigencias de la NT. Cabe señalar que las tensiones de servicio no corresponden al valor promedio de los datos.*

- 7)** *Respecto a la estadística de tensiones utilizadas, no se menciona en el informe respecto a si los datos considerados son valores instantáneos o promedios, ni su periodicidad y frecuencia.*

**Respuesta nº7:**

*Se publican los datos de las barras, las cuales consideran el valor instantáneo de la tensión durante un período de 1 año y cada 1 hora.*

- 8)** *El segundo párrafo presenta un error de referencia cruzada.*

**Respuesta nº8:**

*Se corrige en el informe final.*

- 9)** *Los gráficos de tensión presentados en el capítulo 4, para los análisis de flujo de potencia, indican valores en pu ¿Qué tensión de referencia consideran la tensión nominal, la tensión de servicio actual o la tensión de servicio propuesta?.*

**Respuesta nº9:**

*Los gráficos mostrados en el flujo de potencia consideran la tensión nominal de las instalaciones.*

- 10)** *El primer párrafo de la página 24, señala que la mayor sensibilidad en la tensión se produce ante la falla del SVC Plus de Diego de Almagro, el cual en la figura 7 es representado por el color verde, no obstante las fallas en las LT Francisco - D.Almagro y Cachiyuyal - D.Almagro presentan aun mayor sensibilidad y no son mencionadas.*

**Respuesta nº10:**

*Se corrige en el informe final.*

**11)** *"El primer párrafo de la página 25, señala ""En el gráfico anterior se puede observar que las barras en la Zona del Norte Chico poseen variaciones de tensión de hasta 2% con respecto al valor pre-falla. Se puede apreciar que la falla que provoca un mayor cambio en la tensión es la pérdida del SVC Plus"".*

*En la figura 9 la falla mencionada es representado por el color morado, no obstante las fallas de las LT Francisco - D.Almagro y Cachiyuyal - D.Almagro presentan aun mayor variación en la tensión, sobre el 2%, y no son mencionadas."*

**Respuesta nº11:**

*Se corrige en el informe final.*

**12)** *"El primer párrafo de la página 27, señala ""Del gráfico se puede apreciar que la mayor sensibilidad en la tensión se produce ante la falla de un circuito de la línea Nueva Pan de Azúcar Polpaico 500kV"".*

*En la figura 11 la falla mencionada es representado por el color azul, no obstante hay otras dos fallas que presentan aun mayor sensibilidad, color naranja y color celeste, y no son mencionadas."*

**Respuesta nº12:**

*Se corrige en el informe final.*

**13)** *En las Figura 16 y 17, no se identifica cuál barra representa a la LT Nueva Pan de Azucar - Polpaico 500kV. Señalar además hay varias barras con nombres "Estr" y no queda claramente identificado el nombre de la instalación que representa.*

**Respuesta nº13:**

*Se corrige en el informe final.*

**14)** *El primer párrafo de la página 34, señala "Del gráfico se puede apreciar que la mayor sensibilidad en la tensión se produce ante la falla de un circuito de la línea Rio Malleco Mulchén 220kV". En la figura 19 la falla mencionada es representado por el color naranja, no obstante hay otra falla que presenta aun mayor sensibilidad, color celeste, y no es mencionada.*

**Respuesta nº14:**

*Se corrige en el informe final.*

**15)** *"El primer párrafo de la página 38, señala ""De los gráficos se puede apreciar que la mayor variación en la tensión se produce ante la falla del transformador de Chiloé 220/110kV"".*

*En la figura 23 ¿Cuál es la barra que representa la falla de este equipo?."*

**Respuesta nº15:**

*Se corrige en el informe final.*