ESTUDIO DE VALORIZACIÓN Y EXPANSIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRANSMISIÓN TRONCAL Y SUBTRANSMISIÓN

CAPÍTULO II

INFORME FINAL

TRANSMISIÓN TRONCAL

Consorcio EVRSTT: Mega-Red, Energética, Sysred, HCC y Gaxu

ÍNDICE

Parte I: INSTALACIONES TRONCALES Y ÁREA DE INFLUENCIA COMÚN

1 Objetivo

En este apartado se hace la revisión de la determinación del Sistema Troncal Inicial y determinación del área de influencia común (AIC), para cada uno de los siguientes cuatro años. Para llevar a cabo lo anterior, se realiza una revisión de la metodología y los criterios empleados por el Consultor del Estudio de Transmisión Troncal para su determinación. Lo anterior implica la revisión del cumplimiento de los criterios establecidos en el artículo 74° de la LGSE para cada tramo o circuito del sistema de transmisión que al menos posea una tensión de operación igual o superior a 220 kV, tanto del SIC como del SING, así como de las consideraciones que el Consultor del ETT tuvo a la vista para tal calificación.

2 Respecto a las Modificaciones al Informe Técnico de Precio de Nudo

El informe de Precios de Nudo utilizado como base de simulación corresponde al de Abril de 2014 al cual el Consultor ETT incluyó modificaciones en generación, transmisión y demanda en pos de una mejor representación del sistema.

En lo que se refiere al sistema de transmisión, en el SING se modificó algunas líneas de doble circuito que originalmente estaban modeladas por su equivalente en 1 circuito. Asimismo, se cambió el punto de conexión de las centrales térmicas Kelar y Angamos a barras propias para apreciar de mejor forma los sentidos reales de los flujos. Por último a fines de 2015 seccionó la línea Atacama - Domeyko 2x220 kV en O'higgins 220kV. Lo anterior corresponden a modificaciones que van en pos del proceso por tanto deben ser aceptadas. Sin embargo, en el SIC el Consultor ETT considera que el circuito Nogales – Quillota 2x220kV opera cerrado, cuando en la realidad y para maximizar los flujos por la zona opera abierto. Operar cerrado el circuito resultaría, por diferencia en las impedancias y las capacidades de las líneas, una saturación indeseada.

En lo relativo a la ubicación de la demanda, el Consultor ETT agregó consumos a la barra Esperanza 220kV, que en el ITPN estaban asignados a Chacaya. Igualmente los consumos de Minera Escondida los distribuyó entre las SE d Domeyko, Sulfuros y Escondida 220kV . Lo anterior permite una mejor modelación de los flujos por las líneas en las zonas modificadas, por lo que se califican como modificaciones positivas.

El Consultor ETT también modificó los bloques de demanda respecto a ITPN. El ITPN considera una modelación de la demanda en 5 bloques mensuales que representan demanda alta, valle y baja, pero que no tienen relación con las horas del día, por tanto la modelación de los aportes solares estaba siendo

menospreciada en cuanto a potencia promedio. El Consultor modeló la demanda en 10 bloques, 5 correspondientes a días hábiles y 5 a días no hábiles, luego a cada hora del día de cada mes le asignó un bloque con objeto de seguir el perfil de generación de las centrales solares y la curva de demanda horaria del sistema. Claramente, la modelación de la demanda del consultor permite representar la modelación de las centrales solares de mejor forma que la representación del ITPN, sin embargo podría ser mejorada. Por una parte el número de bloques escogido para modelar cada día puede resultar insuficiente, puesto que tiende a subestimar la potencia inyectable por las centrales solares en las horas de mayor radiación al considerar un solo bloque desde las 10:00-11:00 a las 17:00-18:00 horas, lo que a su vez podría minimizar las inversiones de flujos por algunas líneas y/o limitaciones de transmisión en horas de máxima inyección. Por otra parte la modelación de la demanda utilizada por el Consultor puede

estar minimizando la demanda máxima del sistema al asignar bloques a priori solo por corresponder a una hora particular del día. A nuestro juicio una buena simulación para representar tanto las inyecciones solares como la demanda máxima de mejor forma, corresponde primero a separar la demanda en día y noche y establecer dos curvas de duración de la demanda. A partir de estas curvas de duración establecer el número de bloques y la duración (horas) y altura (potencia promedio) de éstos, para luego identificar a qué horas de cada mes corresponden. Posteriormente se puede asignar generación solar a cada bloque de día en función de las horas del mes que lo componen y curva de generación típica.

Lo anterior implica a todas luces aumentar el número de bloques en que se simula la demanda, ya sea utilizando la metodología del Consultor ETT u otra como la planteada. La principal desventaja de aumentar en número de bloques de demanda es que conlleva un mayor costo computacional exigiendo mayores tiempos de simulación de la operación del sistema eléctrico y archivos de salida de mayor tamaño y difíciles de manejar. Sin embargo llevar la cantidad de bloques a 18-20 significa mejoras importantes en cuanto a la calidad de los resultados sin sacrificar tanto tiempo de procesamiento, dado el poder de los computadores actuales, por lo que sería recomendable. Otra opción consiste en simular días característicos de la operación esperada en un programa horario que resuelva los flujos de potencia.

Las centrales eólicas fueron simuladas de forma equivalente a las centrales hidroeléctricas de pasada, con el fin de representar la variabilidad propia de este tipo de tecnologías. Lo anterior se traduce en que el Consultor estableció a partir de los datos del Explorador de Energía Eólica, desarrollado por la Universidad de Chile para el Ministerio de Energía, matrices de generación para cada mes y bloque para cada año hidrológico. El procesamiento de los datos para generar los afluentes de cada central consistió en tomar los datos de viento de la zona geográfica donde se ubica cada central, para transformarlos en potencia mediante una curva tipo de un generador eólico. A partir de los datos obtenidos se tomaron muestras aleatorias hasta completar 56 hidrologías, para cada mes de los primeros cinco años de simulación. Desde el sexto año en adelante, se replican las matrices de los primeros años. Esto agrega variabilidad eólica al modelo, sin embargo no se gana mucho al compararse con una modelación simplificada en que a partir de las curvas de generación obtenidas

del Explorador de Energía Eólica se generan bloques de energía inyectable correspondientes a los bloques de demanda del sistema.

En cuanto al plan de generación considerado por el Consultor ETT en las bases de simulación para determinar el Sistema Troncal Inicial, este no propone un análisis de sensibilidad respecto a una mayor penetración de ERNC en el SING, específicamente en las zonas asociadas a la subestación Parinacota y Pozo Almonte, ni tampoco en la zona sur del SIC, en donde se cuenta con un interesante potencial eólico.

Asimismo, no es posible encontrar un análisis respecto a cómo afectaría a la calificación de las instalaciones el efecto de la interconexión entre el SIC y el SING, lo que se puede explicar por el hecho que la interconexión no estaba completamente definida cuando se elaboró esta etapa del análisis.

En resumen, respecto a la modelación y las bases utilizadas para llevar a cabo el estudio de transmisión troncal, las modificaciones que realizó el Consultor a las bases del ITPN de abril de 2014 requerirían una modelación más detallada para lograr apreciar efectos que difícilmente son visibles con las inyecciones solares simplificadas en cinco bloques efectivos, y por otro lado, un análisis de sensibilidad respecto al plan de obras de generación (específicamente ERNC) y de la interconexión entre los sistemas eléctricos.

3 Respecto a la Verificación de los Criterios para calificacion Troncal

A continuación se presenta un análisis relativo a las consideraciones del Consultor ETT respecto a la verificación de los criterios para calificación Troncal, que se deben cumplir para la determinación del sistema Troncal Inicial.

Las características mencionadas en la Ley (en negritas), seguido de los criterios utilizados por el Consultor del ETT y luego una observación respecto al criterio Consultor se detallan a continuación:

a) Mostrar una variabilidad relevante en la magnitud y dirección de los flujos de potencia, como resultado de abastecer en forma óptima una misma configuración de demanda para distintos escenarios de disponibilidad del parque generador existente, considerando restricciones impuestas por el cumplimiento de las exigencias de calidad y servicio, incluyendo situaciones de contingencia y falla;

Criterio Consultor ETT:

Para el cumplimiento de a) se ha definido lo siguiente: 1) Se interpretará como variabilidad relevante en magnitud cuando el flujo por un Sistema de Transmisión sea mayor o igual al 10% del flujo máximo en el tramo, en ambas direcciones y sentidos; 2) Se considerará que la variabilidad es relevante cuando la dirección de los flujos de potencia, en ambos sentidos, sea mayor o igual al 10% del tiempo (lo que corresponde aproximadamente a un mes).

Observación:

Una de las principales interrogantes del entendimiento de este criterio por parte del Consultor ETT está asociado al concepto de magnitudes relevantes, debido a que el Consultor ETT entiende que para cumplir este criterio basta con que circule un flujo de un 10% de la capacidad máxima del tramo independiente de la dirección y sentido del flujo. Sería interesante revisar aspectos de sensibilidad aumentando estos porcentajes (tanto para magnitud como para variabilidad), de modo tal de apreciar las variaciones que se generan en la calificación de instalaciones troncales producto de exigencias más restrictivas.

b) Tener tensión nominal mayor o igual a 220 kV.

Criterio Consultor ETT:

Solo serán consideradas en el análisis para la determinación del sistema de transmisión troncal todas las instalaciones de tensiones iguales o superiores a 220 kV. No obstante, para efectos de simulación e incorporación en la operación económica del sistema interconectado se considerarán, además de las instalaciones mencionadas anteriormente, instalaciones del sistema de subtransmisión y de transmisión adicional con tensiones menores a 220 kV.

Observación:

Este criterio no resiste mayor análisis, dado que se debe revisar la calificación de instalaciones de 220 kV o superiores, sin embargo, el modelo para poder representar bien los flujos circulantes requiere un detalle en subtransmisión y, en algunos casos, en los sistemas adicionales.

c) Que la magnitud de los flujos en estas líneas no esté determinada por un número reducido de consumidores.

Criterio Consultor ETT:

Se ha interpretado de la siguiente forma:

Si un consumidor o grupo reducido de consumidores no se les pueden atribuir más del 80% del uso esperado de la instalación en estudio. En este caso, este consumidor o el grupo reducido de consumidores no estarían determinando la magnitud de los flujos de las líneas. Este criterio se basa en el hecho que un consumidor o un grupo de consumidores, para determinar la magnitud de los flujos de las líneas de transmisión, debe hacer un uso mayoritario de estas instalaciones, pero no necesariamente en forma exclusiva. A juicio de este Consultor con el porcentaje de uso igual o superior a 80% se estaría verificando que los flujos están determinados básicamente por un consumidor, y por tanto, sus magnitudes también.

Dado lo anterior se entenderá como grupo reducido de consumidores a aquellos consumidores libres que se conecten al sistema y que no sean más de 2 y/o los consumos regulados que pertenecen a una misma área de concesión de distribución. Para llevar a cabo el cálculo se utilizan los GLDF.

Observación:

Debido a que la Ley es bastante poco específica acerca del criterio exacto que se debe aplicar para distinguir un número reducido de consumidores, es necesario aterrizar estos conceptos a través de porcentajes. En particular parece acertado considerar un 80% como tope máximo y no una situación más restrictiva, como en los criterios anteriores, de aplicar un 90%. Sin embargo, quedan las interrogantes de qué hubiera pasado con una situación menos restrictiva, por ejemplo, 70%. Sería oportuno y positivo manejar las implicancias de este análisis de sensibilidad de modo tal, quizás como trabajo a futuro, plantear criterios con mayor precisión.

d) Que los flujos en las líneas no sean atribuidos exclusivamente al consumo de un cliente, o a la producción de una central generadora o de un grupo de centrales generadoras

Criterio Consultor ETT:

Se entenderá que los flujos de una línea no son atribuidos “exclusivamente” a un cliente o a la producción de una central generadora o de un grupo reducido de centrales generadoras cuando (no en forma copulativa):

Los flujos sean bidireccionales, en cualquier proporción. Se entiende que lo utilizan al menos dos usuarios del sistema, por lo tanto, no sería de uso exclusivo de uno de ellos.

Si los flujos son unidireccionales, se considera que no es necesario verificar el uso de este tramo ya que no cumple con el criterio a), por lo tanto, no sería troncal.

Observación:

Es bastante similar a los criterios ya estudiados y analizados previamente. Dicho de otra forma el cumplimiento del criterio e) se verifica si es que se verifica a)

e) Que la línea tenga tramos con flujos bidireccionales relevantes

Criterio Consultor ETT: Se entenderá que una línea tiene tramos con flujos bidireccionales relevantes cuando los flujos por los tramos tienen al menos flujos en ambos sentidos mayores al 10% de los casos totales.

Al igual que el criterio a) se considera que una instalación tiene flujos bidireccionales relevantes si el sentido de los flujos en una u otra dirección es superior a un mes durante el año (1/12).

Observación:

Se aplica un porcentaje de relevancia en magnitud igual al del criterio a) lo que da consecuencia al análisis. Por su parte agregar que el tiempo mínimo de dirección hacia uno u otro sentido sea superior a un mes es razonable. Un análisis de sensibilidad habría sido interesante.

El Sistema troncal inicial debe cumplir con todos los criterios mencionados en los literales precedentes (a) a e)), sin embargo se debe analizar la Continuidad del Sistema.

Continuidad del Sistema

Criterio Consultor ETT:

Se verificará que las instalaciones del Sistema de Transmisión Troncal que se encuentren aisladas del resto de las instalaciones troncales deban quedar conectadas al resto del sistema por una línea que tenga un nivel de tensión de 220 kV o superior. Si ese es el caso, se considerará el mínimo de instalaciones necesarias para mantener la continuidad del Sistema de Transmisión Troncal entre la instalación que se encuentra aislada, y el Sistema de Transmisión Troncal más cercano.

Se podrá identificar las instalaciones que clasifican por “continuidad” como aquellas instalaciones que al no estar en operación no permiten que uno de los tramos que conectan cumpla con los criterios de troncalidad, es decir, los tramos que conectan dejan de ser troncales. Además, se verificó que estás líneas posibiliten el abastecimiento del 100% de la demanda.

Para esto es necesario distinguir entre dos casos, el primero que exista un tramo de nivel de tensión de 220 kV o superior que une las instalaciones troncales, en este caso se considerará que esta instalación es troncal para permitir la continuidad del sistema troncal.

Por otro lado, cuando exista más de un tramo con nivel de tensión igual o superior a 220 kV que permite la conexión del sistema troncal con el tramo troncal que está aislado, estos tramos deberán cumplir que:

Posibiliten el abastecimiento del 100% de la demanda, pero cumpliendo el criterio c) de las definiciones troncales.

Que permitan que el o los tramos troncales que conectan continúen siendo troncales.

Para esta verificación se espera que el tramo que conecta cumpla con al menos uno de los dos criterios indicados, cuando el tramo que se está analizando es retirado del sistema, y se analizan sus impactos sobre el sistema de transmisión.

Observación:

El Consultor ETT es consistente con los criterios troncales y a su vez logra con la metodología determinar de forma correcta la Continuidad del Sistema.

Respecto a la Determinación del Sistema Troncal inicial

Para determinar el sistema troncal inicial el Consultor simula en primera instancia la operación normal de los sistemas y verifica el cumplimiento de los criterios troncales según lo expuesto en la sección previa. A

continuación simula la operación considerando Fallas y Contingencias utilizando el software OSE2000©, con los mismos supuestos que en operación normal, añadiendo la alternativa de ocurrencia de una falla o contingencia, tanto en centrales generadoras como en líneas de transmisión, en cada etapa de simulación. Con la información de la simulación de contingencia se verifican los criterios troncales y se determina un set nuevo de instalaciones troncales candidatas que permiten cumplir con las condiciones en caso de contingencia.

Las instalaciones troncales deben clasificar como tales al menos el 50% del periodo de evaluación, por lo que el Consultor determinó que si una instalación es candidata a Troncal en 2 o más años, no necesariamente corridos, entre el 2015 y el 2018, entonces será calificada Troncal.

Los criterios utilizados por el Consultor ETT para la determinación del Sistema Troncal Inicial, son consecuentes con los criterios de la ley y no dan cabida a discusión. El único tema observable corresponde a tener mayor claridad de las fallas y contingencias simuladas.

Respecto a la Determinación del Área de Influencia Común (AIC)

En el artículo 102o letra c) del DFL4 la ley establece el AIC como:

“c) Área de influencia común es el área, fijada para efectos de remuneración del sistema troncal, constituida por el conjunto mínimo de instalaciones troncales entre dos nudos de dicho sistema, en la que concurren, simultáneamente, las siguientes características:

1.- Que entre dichos nudos se totalice al menos un setenta y cinco por ciento de la inyección total de energía del sistema;

2.- Que entre dichos nudos se totalice al menos un setenta y cinco por ciento de la demanda total del sistema, y

3.- Que la densidad de la utilización, dada por el cuociente entre el porcentaje de inyecciones dentro del área de influencia común respecto de las inyecciones totales del sistema y el porcentaje del V.I. de las instalaciones del área de influencia común respecto del V.I. del total de instalaciones del sistema troncal, sea máxima.

El reglamento establecerá el procedimiento que, sobre la base de las características señaladas, se deberá aplicar para definir el área de influencia común del sistema de transmisión troncal, en cada sistema eléctrico. Su revisión y, en su caso, actualización, se efectuarán en el estudio de transmisión troncal.”

Para determinar el AIC el Consultor debió verificar el cumplimiento de las tres condiciones impuestas por la ley.

Para analizar la condición a) se requiere reflejar las inyecciones y demanda de los sistemas de Subtransmisión y Adicional en los sistemas troncales. Para aquello el Consultor ETT asigna directamente a la barra troncal más cercana en los sistemas radiales y utiliza los factores GGDF y GLDF para los sistemas enmallados. Esta metodología se considera como una medida válida para realizar aquel cometido y por tanto no existen

observaciones al respecto. A continuación se determinó el conjunto de barras (interconectadas) que totalizarán al menos un 75% de la generación y de la demanda del sistema.

Para la verificación del tercer criterio para calificar como AIC se definieron áreas entre dos barras que cumplen con los criterios 1 y 2. Para cada una de estas áreas se determinó el factor de densidad de utilización como el siguiente cociente:

$$Densidad\ de\ Utilización = \frac{\frac{\sum Inyecciones_{AIC}}{\sum Inyecciones_{Sistema}}}{\frac{\sum VI_{AIC}}{\sum VI_{Sistema}}}$$

La evaluación de dicha fórmula requiere contar con el valor de inversión de las instalaciones del sistema troncal existentes y nuevas Para las instalaciones existentes el Consultor ETT utiliza el VI obtenido del proceso de Valorización. Por su parte, para aquellas obras nuevas licitadas y obras de ampliación no adjudicadas que se consideraron dentro del horizonte de estudio, el VI se obtuvo de los decretos de licitación, mientras que para las obras adjudicadas en que solo se presenta el VATT, el Consultor ETT consideró la siguiente expresión:

$$VI_{Adjudicada} = \frac{\overline{VI}_{TxT}}{\overline{VATT}_{TxT}} \cdot VATT_{Adjudicada}$$

Donde $\overline{VI}_{TxT}$ es el promedio de los VI de todas las instalaciones troncales actuales al mismo nivel de tensión de la obra adjudicada considerada, $\overline{VATT}_{TxT}$ es el promedio de los VATT de dichas instalaciones.

Aplicar la fórmula precedente para estimar el VI de las nuevas obras resulta en un error estadístico grave, debido a que si se considera un promedio de todas las instalaciones troncales, tanto para VI como VATT, de las instalaciones existentes, éstas presentan enormes diferencias, lo que lleva a un promedio que distorsiona los resultados. A nuestro juicio, una forma sencilla de calcular el VI en caso de contar con el VATT corresponde a considerar un COMA como porcentaje del VI (por ej. 5%), el AVI como la anualidad del valor del VI a una tasa del 10% anual y vida útil 30 años y luego variar el VI para que la suma del AVI y COMA sean igual al VATT conocido.

Parte II: REVISIÓN Y DETERMINACIÓN DE COMPONENTES DEL VI

4 Verificación y Determinación del Inventario de Instalaciones

4.1 Revisión general de la información recibida

4.1.1 Información recibida por el consultor que realizó el ETT

En su Informe Nº 2 Final Rev 1, el Consultor que realizó el ETT, señala en relación con la información utilizada en el estudio:

> *La información utilizada para valorizar las instalaciones fue, en parte, la recibida de los Propietarios (a través de los CDEC´s o, en algunos casos de consultas o aclaraciones puntuales) y en parte la elaborada por el Consultor para complementar los faltantes de la primera.*
> *A medida que dicha información fue siendo recibida y/o elaborada se procedió a clasificarla y organizarla, por línea de transmisión y por S/E, esta última en parte como información específica de cada una y en parte como información genérica común, según se detalla más adelante.*

La información de inventario de líneas de transmisión y subestaciones recibida por el Consultor del ETT está constituida por una parte inicial recibida en abril 2014 y otra parte complementaria recibida en más una oportunidad, en junio, julio, septiembre y octubre 2014.

Señala el consultor que en el caso de líneas de transmisión muy pocos datos fueron estimados en el inventario, los cuales corresponden a las indicadas en la tabla siguiente:

Línea	**Comentario**
LN-5.Línea Atacama - Domeyko 220 LN-6.Línea Domeyko - Escondida 220 LN-7.Línea Domeyko - Sulfuros 220 LN-8.Línea Escondida - Nueva Zaldívar 220 LN-11.Línea Laberinto - El Cobre 220 LN-13.Línea Lagunas - Pozo Almonte 220	Se dispone de información general, pero no se dispone de información de secuencias detalladas de estructuras.

En estos casos el inventario fue realizado de forma agregada para estructuras por tipo, conductores, y restantes elementos componentes.

Para las subestaciones, se indica que de la S/E Don Goyo no se recibió información de equipos principales. De las subestaciones con formato indicado como SING, se tiene información general y de equipos primarios, sin embargo falta el inventario de todo el resto asociado a la SE y a los equipos principales como por ejemplo: cerco perimetral, malla de puesta a tierra, servicios auxiliares, protecciones, control, comunicaciones, cableados, zanjeo, canales de cables, pilares, vigas, extensiones de vigas, marcos, soportes de equipos, fundaciones, etc. La estimación del inventario faltante para estos casos particulares se realizó tomando como base valores promedio de SE semejantes.

Se hace notar que la información recibida en más de una oportunidad, en que en una segunda y tercera oportunidad se entrega nuevos archivos de inventarios con varios casos de líneas y subestaciones que complementan o modifican los entregados al comienzo, significa una dificultad para el Consultor que realiza el estudio, por cuanto ello aumenta las probabilidades de confusiones y errores.

4.1.2 Verificación y validación de la información recibida realizada por el Consultor del ETT

En su Informe Nº 2 Final Rev 1, el Consultor que realizó el ETT, señala en relación con la verificación y validación de la información recibida:

> *En términos generales, la información recibida no fue en todos los casos la suficiente como para ser considerada un inventario. A veces presentó carencias y, en el caso de algunas subestaciones, falta de concordancia con lo realmente instalado.*
> *Debido a esto se debieron hacer sobre los registros ordenamientos, ajustes, agregados, unificaciones de criterios para poder utilizar la información recibida y generar un inventario estandarizado, correcto y completo para ser utilizado como base en el modelo de valorización.*

Otro aspecto de importancia que ha dificultado el trabajo del Consultor del ETT, es la falta de una estandarización en la forma de entrega de información por parte de las empresas.

Para el caso de las líneas, señala las siguientes dificultades:

- En el caso de Transelec la información está estructurada en formatos similares y amplios. Sin embargo se han detectado inconsistencias relacionadas con estructuras con el mismo nombre o denominación, cuyo perfil o dimensiones son distintos.
- La información de Colbún y la proveniente de ex CTNC, actualmente de Transelec, se presenta en otros formatos diferentes.

- No se recibió información detallada de la secuencia de estructuras de varias líneas, lo que imposibilita el cálculo del VI a través de un inventario por estructura como se hizo para el caso de las líneas de Transelec y Colbún. En estos casos (especialmente las líneas mineras del SING), el VI fue calculado sobre la base de inventarios agregados de estructuras por tipo, conductores, y restantes elementos componentes.

Para el caso de las subestaciones, el Consultor del ETT destaca las siguientes dificultades:

- La información de Transelec está estructurada en tres formatos distintos, muy diferentes entre sí, tanto en estructura como en alcance. La información de Colbún y de ex CTNC, actualmente de Transelec, se presenta en otros dos nuevos formatos, también diferentes.
- La excesiva apertura de la especificación de un determinado material genera confusión e induce a error, al no ser evidente ni estar debidamente aclarado el significado de los encabezados de varias de las columnas. A pesar de la profusión de columnas y especificaciones, a menudo no es posible establecer con claridad si un material pertenece a Comunes de SE, Comunes de Patio o Paño. Incluso hay elementos que figuran ubicados simultáneamente en más de uno de ellos.
- Se utilizan distintas unidades para computar iguales elementos. Por ejemplo, los caminos vienen computados indistintamente en m, m2 y km.
- El alcance de la descripción/especificación es muy variable entre uno y otro elemento, a veces minucioso y otras totalmente insuficiente para poder estimar su costo. Un mismo elemento se designa de diversas maneras, según sea la SE.
- Muchos elementos carecen de Unidad y/o Cantidad
- Coexisten centenares de elementos de valor insignificante con otros de gran incidencia en el VI.

4.1.3 Metodología para la Determinación del Inventario utilizada por el consultor del ETT

4.1.3.1 Metodología general

El Consultor del ETT utilizó la siguiente metodología para determinar el inventario de las instalaciones:

- Información base entregada por los propietarios, analizando y validando su consistencia.
- Visitas a una muestra de instalaciones representativa por nivel de tensión y tipo de soluciones existentes en los distintos tramos de los sistemas troncales en estudio.
- Las instalaciones que no fueron visitadas se validaron haciendo uso de los planos que entregaron las empresas por medio de los respectivos CDEC.

En relación con las visitas, en las subestaciones se verificaron las instalaciones de 500 kV en los casos correspondientes, los patios de 220 kV con instalaciones troncales y, en tensiones inferiores, los servicios auxiliares. En las líneas de transmisión, la muestra consideró la verificación en terreno de partes del trazado con estructuras representativas de los tramos de línea de 500 kV y 220 kV existentes en las cercanías de las subestaciones y en algunos casos en la ruta entre dos subestaciones.

Las diversas visitas de inspección visual de carácter presencial, tuvieron como objetivo verificar que el inventario enviado por parte de las empresas implicadas esté validado y ajustado a la realidad, comprobando algunas particularidades de cada instalación y observando en algunos casos incumplimientos de las exigencias de la NTSyCS. En el Informe Nº 2 Final Rev 1, el Consultor del ETT incluye una descripción detallada de las instalaciones inspeccionadas con los hallazgos y observaciones encontrados.

4.1.3.2 Metodología inventario de líneas de transmisión

La metodología utilizada por el Consultor del ETT consistió en la elaboración de una base de datos obtenida del proceso de sistematizar la información recibida transformándola a una estructura similar a la recibida de Transelec y adaptándola a la propuesta metodológica presentada en el Informe 1 del estudio. Señala el Consultor en su informe que la base de datos contiene un listado exhaustivo de los materiales necesarios.
Si bien el inventario es exhaustivo, contiene ciertos ítems de menor cuantía en el total del VI, que a pesar de haber sido informados, fueron estimados en el modelo de cálculo: amortiguadores en fase, espaciadores, manguitos, prensas, entre otros.

4.1.3.3 Metodología inventario de subestaciones

En su informe, el Consultor del ETT 2014, señala que para obtener las columnas Descripción/Especificación y Cantidad, propias del inventario, se procesaron todos los inventarios de marzo de 2014 existentes en el sitio web de los CDECs (Anexo 2 – Estudio de Transmisión Troncal) y todos los recibidos posteriormente de Transelec a fines de julio de 2014.

Adicionalmente, como mecanismo para verificar y validar los inventarios de instalaciones presentados por las empresas de transmisión, se utilizaron en consulta los archivos con los inventarios del modelo de 2010. Aunque la base de datos del estudio 2010 está desactualizada, fue de utilidad considerando la estructura y la estandarización de sus registros.

Esta comprobación sirvió para mejorar la base modificando su arquitectura, adaptándola conforme a la propuesta metodológica presentada en el Informe 1 del ETT 2014. Básicamente, se le redujo sustancialmente la cantidad de archivos, reemplazándolos por columnas de cantidades en Hojas Excel. Este cambio permitió poner a la par las cantidades por subestación de un mismo material o tarea de montaje de un mismo grupo de

componentes (comunes de patio, paños de línea, etc.) y así, por comparación, detectar y corregir posibles errores de ingreso.

La codificación de las subestaciones que se utiliza en el inventario es propia del Consultor, respetando el mismo código para aquellos componentes de subestaciones que no se modificaron respecto al ETT 2010 y creando uno nuevo para en caso de haber modificaciones o nuevas instalaciones en el STT 2014.

4.1.4 Inventarios utilizados en el ETT

En los archivos del modelo de cálculo del ETT 2014, no existe uno que contenga en forma específica el inventario de las instalaciones. En el caso de las líneas, en el archivo "VI_Componentes_Lineas.xlsm" Hoja "Secuencias" se encuentra la mayor parte del inventario de líneas y en la Hoja "Estructuras Líneas" la información detallada de las estructuras de cada línea.

En las subestaciones no se incluye información específica de inventario. En el archivo "VI_Componentes_SSEE.xlsm", para cada componente de subestaciones se incluye el inventario ingresado a mano.

Se ha realizado una extracción de la información de inventario del modelo de cálculo del ETT 2014, tanto de líneas como de subestaciones, a una planilla única denominada "ETT2014 Inf 2 R3 Inventario.xlsm" y que se incluye en el Anexo 1.1 Parte II de este informe.

4.2 Comparación de los inventarios ETT 2006, ETT 2010 y ETT 2014

En el modelo de cálculo del ETT 2010 y ETT 2006 se utiliza una planilla para cada línea y cada componente de subestación, en las cuales el inventario se encuentra distribuido en varias hojas. Las planillas del modelo en el ETT 2010 son más de 400.

Se ha realizado una extracción de la información de inventario de los modelos de cálculo ETT 2010 y ETT 2006, tanto de líneas como de subestaciones, a una planilla única que es la misma mencionada en el punto anterior para los inventarios del ETT 2014. En el caso del ETT 2006 solo se ha extraído el inventario de las instalaciones que son comparables con los del ETT 2010 y ETT 2014.

La planilla obtenida permite disponer de la información de los tres procesos en un mismo archivo, lo cual facilita el análisis y la comparación.

4.3 Metodología de revisión del inventario

En cuanto a la metodología esta se realizará revisando los inventarios de líneas y subestaciones, utilizando la planilla "ETT2014 Inf 2 R3 Inventario.xlsm" mencionada anteriormente y elaborada especialmente para este efecto, comparando la cubicación informada por el Consultor del ETT 2014, con los inventarios de los ETT 2010 y ETT 2006 en las instalaciones que no han sufrido modificaciones.

En los casos que encuentre diferencias de importancia como también en aquellos que no sea posible comparar con los inventarios de los estudios anteriores, se revisará y verificará el inventario mediante el análisis de los planos actualizados a diciembre 2013 de las instalaciones. Solo en caso de ser insuficientes las fuentes de información señaladas, se revisará el inventario informado por las empresas al CDEC correspondiente.

5 Análisis y comparación de Precios y Recargos

En este capítulo se analiza y revisa los precios de recargos establecido por el consultor del ETT referente a los precio unitarios de equipos y materiales, los costos de la ingeniería, montaje y de los diferentes recargos correspondientes a costos de las instalaciones. También se analiza los costos y asignaciones de los terrenos de las SSEE y servidumbres de líneas. Para cada costo analizado se propone los valores eficientes a considerar en el estudio del Sistema Troncal.

5.1 Análisis y comparación de Precios unitarios de equipos y materiales

Los precios unitarios de equipos y materiales utilizados en el estudio del ETT fueron revisados con relación a los datos del Estudio de Precios de Elementos de Transmisión del año 2013, de la CNE, debidamente ajustados a diciembre 2013. Además para algunos elementos se obtuvo precios de los listados del Servicios de Aduana, de información de empresas contratistas y proveedoras que compartieron en forma confidencial los valores de sus contratos o órdenes de compra de instalaciones recientes de estos elementos. Además se ha considerado la información relevante aportada por las empresas entregadas por los CDEC o en los Anexos del informe del ETT

También se tuvo de referencia el "Estudio de Precios de Mercado de Equipos y Materiales de ALV Asociados, preparado para la Asociación de Empresas Eléctricas A.G. de Marzo 2014.

Los precios obtenidos del Estudio de Precio de elementos de Transmisión del año 2013, de la CNE, están referidos al 30 de Junio 2013. En consecuencia se calcularon los factores de actualización al 31 de diciembre 2013 aplicando las fórmulas de reajuste indicadas en el mismo estudio. Estos factores de reajuste son los siguientes según rubros:

Equipo o material	Ajuste precio 30-jun-2013 al 31-dic-2013	
Transformadores	$Precio_{31\text{-}12\text{-}2013} = 0{,}99627 \times Precio_{30\text{-}06\text{-}2013}$	[unidad]
Conductores de Aluminio	$Precio_{31\text{-}12\text{-}2013} = Precio_{30\text{-}06\text{-}2013} - 0{,}078$	[US$/kg]
Conductores de Cobre	$Precio_{31\text{-}12\text{-}2013} = Precio_{30\text{-}06\text{-}2013} + 0{,}001$	[US$/kg]
Estructuras de acero	$Precio_{31\text{-}12\text{-}2013} = Precio_{30\text{-}06\text{-}2013} + 0{,}150$	[US$/kg]
Precio equipos alta tensión	$Precio_{31\text{-}12\text{-}2013} = 1{,}00176 \times Precio_{30\text{-}06\text{-}2013}$	[unidad]

Como se observa del cuadro anterior la variación de precio ente el 30-06-2013 y el 31-12-2013 de los equipos y materiales es pequeña.

Para la comparación de precios de transformadores, autotransformadores, reactores y conductores de líneas se usó los precios determinados en la base de datos del Estudio de Precios de Elementos de Transmisión del 2013 de la CNE y para los que no se encontraron en estas bases se obtuvieron por medio de los programas de cálculo de precio de transformadores v. 3.0 y las planillas de cálculo de precios de conductores incluidos en Estudio de Precios de Elementos de Transmisión de la CNE antes referido.

El análisis de los equipos y materiales se basó en las planillas Excel "**PreciosAVI_pedido_envio.xlsx**" y "**Costos_Unitarios.xlsx**" del Anexo 6 del informe N° 2 Final del ETT, la primera de las cuale se incluye como anexo a este informe.

El Consultor del ETT utilizó también los datos del Estudio de Precios de Elementos de Transmisión del 2013 de la CNE por lo que en general existe una buena coincidencia de precios unitarios entre lo indicado por el consultor y lo considerados en el presente estudio.

Este análisis se hizo por tipo de equipo o material según se detalla en los siguientes puntos.

a. Equipos de compensación automática de potencia reactiva

Los equipos de automáticos de compensación de potencia reactiva CER (SVC) o STATCOM fueron considerados por el consultor como una obra ejecutada por contrato tipo EPC, en consideración que dichos proyectos los suministra, construye, efectúa el montaje y pone en servicio la empresa que tiene la tecnología que son las fábricas internacionales de mayor renombre. Estos contratos en general se han otorgado por la instalación completa que contempla el equipo CER o STATCOM propiamente tal que funciona en media tensión; pero además contempla el transformador de poder de media tensión a alta tensión y el paño de conexión a barras de la subestación. Incluso en algunos casos incluyen los cables de alta tensión entre el paño de alta tensión y el transformador de poder.

El consultor calcula como "Paño CER" lo que corresponde al CER o STATCOM propiamente tal, todo lo que es de media tensión y en "Paño Transformador CER" valoriza el paño de conexión a barras de la subestación y el transformador de poder del CER de alta a media tensión incluida la conexión entre paño y el trasformador de poder en alta tensión.

La valorización de los equipos STATCOM efectuados por el Consultor consideró dos veces el transformador de poder y el paño de alta tensión de conexión a la barras de la subestación en consideración que se basó en los valores de los contratos EPC sin tener la precaución de separar los precios del transformador de poder y del paño de 220 kV.

La siguiente tabla muestra los equipos CER y STATCOM identificados en el archivo de costos unitarios y valorización del Consultor comparados con la valorización del presente estudio.

Equipos CER (Sin tranformador ni paño - Incluye montaje)			Valor unitario ETT US$	Valorización presente estudio US$
CER (-40/+2 x 6,24 MVAr)	No existe en ninguna SSEE	c/u	7.055.418	0
CER (-40/+2 x 20 MVAr)	No existe en ninguna SSEE	c/u	7.807.996	0
CER (-30/+20 MVAr)	SSEE Maitencillo y Pan de Azucar	c/u	5.533.384	5.533.384
CER (-60/+60 MVAr)	SE Puerto Montt ES OBRA NUEVA CON TARIFA VIGENTE	c/u	8.560.574	0
CER (-60/+100 MVAr)	SSEE Cardones y Polpaico	c/u	9.407.224	9.407.224
STATCOM (-100/+140 MVAr)	SE Diego de Almagro	c/u	17.332.098	12.838.591
STATCOM (-65/+140 MVAr)	**SE** Co. Navia -65/125 MVAr	c/u	22.036.921	18.364.101
- Todos estos precios Incluyen Suministro, construcción, montaje y pta. en -Servicio **- Solo debe incluir los equipos d emedia tensión** **- No debe incluir transformador de poder ni paño conexión de alta tensión**				

Se observa para algunos los equipos STATCOM existe una gran diferencia de precios entre la valorización del consultor del ETT y la del presente estudio que son motivadas en que en el ETT se está considerando el paño de conexión y el transformador de poder dos veces. Nuestra estimación no duplica valorizaciones.

b. Transformadores, autotransformadores y reactores de poder

En general existe una aceptación de los precios unitarios de los transformadores y reactores salvo dos transformadores de poder de equipos CER que se corrigen.

El precio considerado por el consultor del ETT para los autotransformadores monofásicos de 500 kV corresponde a un valor cercano al que proporciona el Estudio de Precios de Elementos de Transmisión del 2013 de la CNE. Pero en atención a la reciente licitación de Obra Nueva de 4 bancos de autotransformadores para las subestaciones Cardones, Maitencillo, Pan de Azúcar y Alto Jahuel, hizo que llegarán al mercado chileno muchas ofertas por suministro de dichos autotransformadores. Hay ofertas de Siemens China, Alstom China, Efacec Portugal, Toshiba Brasil, más otras. Hemos considerado el precio de la oferta de Toshiba Brasil la cual indica un precio CIF puerto chileno. Hemos agregado los costos portuarios para considerar el costo del equipo nacionalizado en el país de US$ 2 369 234.- por unidad el cual difiere de valor del Consultor del ETT de US$ 4 095 995.-

c. Equipos MAIS

De los antecedentes entregados por Transelec del contrato STA 3403 “Redundancia de equipos MAIS” para las SSEE Charrúa, Ancoa, Alto Jahuel y Polpaico, de fecha mayo 2011, se ha actualizado los precios del equipo MAIS sin los recargos de construcción llevándolo a precios del 31 de diciembre 2013.

El resultado del cálculo anterior da que el equipo MAIS de maniobras automáticas de reactores de una subestación tiene un costo unitario de US$ 294 954.- al 31-12-2013, el cual difiere de los US$ 490 000.- considerados por el Consultor del ETT y en el Estudio de Precios de Elementos de Transmisión del 2013 de la CNE.

Por otro lado al revisar el cálculo del consultor del ETT éste considera la siguiente cantidad de equipos MAIS en el sistema:

Subestación	Cantidad de Eq. MAIS en la subestación considerados en ETT	Cantidad de Eq. MAIS existentes en la subestación en ETT
Charrúa	2	2
Ancoa	3	2
Alto Jahuel	2	2
Polpaico	3	2

En consecuencia se corregirá la cantidad de equipos MAIS y el precio unitario consecuentemente.

d. Equipos de compensación serie de líneas de 500 kV

El contratista del ETT considera un solo tipo de equipos de líneas de 500 kV de 3150 A y 36 Ω, con un costo del equipo de U$ 8 625 000.- y los valores de precios de referencia de suministro del equipo indican US$ 6 625 000.- En consecuencia se corrige el precio.

e. Bancos de baterías de corriente continua

Los precios indicados por el Consultor del ETT de los bancos de baterías en general exceden fuertemente los precios de referencia usados en este estudio en alrededor de 50%. Se corrigen estos precios.

f. Costo unitario de hormigón para SSEE y líneas

Los precio por m^3 del hormigón usado en líneas y SSEE considerado por el consultor del ETT es de US$/$m^3$ 268,5.- para hormigón H25 cuando el valor de referencia es US$/$m^3$ 88,9.- Lo mismo ocurre en forma parecida para los otros tipos de hormigones (H10; H17). En consecuencia se corrigen los valores.

g. Costo unitario de excavación de suelo

El consultor del ETT considera como costo de excavación del m^3 de suelo duro a razón de 338.- US$/$m^3$. El precio de referencia es 80.- US$/$m^3$. Algo similar sucede para el suelo normal y blando. En consecuencia se corrige el precio.

h. Otros costos unitarios de elementos de líneas y subestaciones

En general el resto de elementos de líneas y subestaciones han sido considerados por el Consultor del ETT en precios unitarios de acuerdo a nuestras referencias, salvo algunas excepciones que posiblemente sean errores puntuales que estamos corrigiendo.

Así el precio de fierro de estructuras y de los conductores de líneas y subestaciones están correctos.

5.2 Propuesta de Valores de Precios Eficientes de equipos y materiales

Luego de la revisión detallada de los 548 itemes para elementos de subestaciones y de loa 142 elementos de líneas de transmisión utilizados por el Consultor del ETT, que se observan en el archivo "**Costos_Unitarios.xlsx",** se detectaron algunos precios que hemos corregido basado en los criterios del punto 2.1 anterior.

Dichos archivos toman los precios unitarios desde el archivo fuente "**PreciosAVI_pedido_envio.xlsx**". Los valores corregidos se incluyen en una columna adicional que se ha agregado en la planilla de este archivo

"**PreciosAVI_pedido_envio.xlsx**" que se incluye como Anexo 2.2 Parte II de este informe. Los precios corregidos se muestran en el archivo antes mencionados, en la nueva columna "H".

Además se detectó que dos conductores tenían mal expresado su peso unitario en [kg/m] los que fueron corregidos para que se consideraran precio unitario por longitud de conductor correctos conforme a los catálogos de los fabricantes de dichos conductores.

Estas modificaciones de los archivos del Consultor se resumen en los siguientes cambios:

Archivo	Hoja	Celda	Dice	Debe decir	Comentario
Costos_Unitarios.xlsx	Todo Líneas	H49	=H36	908	Corrige peso unitario conductores
Costos_Unitarios.xlsx	Todo Líneas	H58	=H35	896,9	

Archivo	Hoja	Columna	Debe reemplazarse por columna	Comentario
PreciosAVI_pedido_envio.xlxs	Precios unitarios	B	H	Se refiere al archico incluido en el Anexo 2.2 Parte II del presente documento y que corrige precios unitarios.

5.3 Análisis y comparación de costos de ingeniería

5.3.1 Metodología utilizada por el Consultor del ETT

5.3.1.1 Metodología General de determinación de costos de ingeniería

Para la determinación del VI de las instalaciones, el Consultor del ETT utilizó una planilla de cálculo para las líneas y otra para las subestaciones. En ambas, en términos generales clasifica los costos de inversión de la siguiente forma:

- **Costos directos**
  - Materiales
  - Montaje
  - Transporte
- **Costos Indirectos no porcentuales**
  - Ingeniería Conceptual / Básica del Propietario
  - Ingeniería de Detalles del Contratista
  - Revisión y Aprobación de la Ingeniería de Detalle (Propietario)
  - Adquisición de Materiales y Equipos de Obra
  - Inspección de la Calidad, Seguridad y Prot. Medio Ambiente (Propietario)
- **Costos Indirectos porcentuales**
  - Seguros
  - Gastos generales e imprevistos del Contratista
  - Utilidades del contratista
  - Costos Garantía del Contrato

El concepto utilizado por el Consultor del ETT es que el propietario solo realiza la ingeniería Conceptual y Básica y, mediante un contrato del tipo EPC (Engineer, Procurement, Construction), encarga a un Contratista la ingeniería de detalles, suministros y construcción para la ejecución de la instalación hasta la puesta en servicio.

De acuerdo con lo anterior, los costos de ingeniería están constituidos por las siguientes tres etapas:

- Ingeniería Conceptual / Básica del Propietario
- Ingeniería de Detalles del Contratista
- Revisión y Aprobación de la Ingeniería de Detalle (Propietario)

El Consultor del ETT señala en su Informe Nº 2 Final Rev 3 lo siguiente (página 117):

- **Ingeniería Conceptual/Básica (Propietario)**

Bajo este título fueron incluidos los costos en que incurre el Propietario para definir inicialmente la obra, teniendo en cuenta que la definición detallada tendrá lugar en una etapa posterior, una vez seleccionado el Contratista. Son costos tales como:

- Anteproyecto familia estructuras de línea
- Disposición general (lay out) y esquema unilineal general de SS.EE.
- Distribución preliminar estructuras
- Selección del trazado. Catastro
- Anteproyecto familia fundaciones
- Anteproyecto de Comunes de SE
- Estudio preliminar geotécnico
- Cómputo y presupuesto de referencia
- Especificaciones Técnicas de Materiales y Montaje

- **Ingeniería de Detalle (Contratista)**

En esta etapa el Contratista genera los planos de detalle y las especificaciones que se usarán para comprar los materiales y ejecutar la obra.

Se estima que la Ingeniería de Detalle de una subestación importante como la de referencia se elaboran alrededor de 2000 planos civiles, electromecánicos y, mayoritariamente, eléctricos.

Por su parte, la Ingeniería de Detalle de una Línea está integrada básicamente por los planos de distribución de estructuras, los de detalle constructivo, las tablas de flechado, los programas de tendido, etc.

Se tuvo en cuenta que para confeccionar una buena parte de los planos de subestación, típicamente los de paño, se requieren recursos marginales, debido a que muchos son réplicas de uno inicial. Los recursos necesarios para generar estos últimos se computaron como porcentajes reducidos del inicial o básico.

- **Revisión y Aprobación de la Ingeniería de Detalle (Propietario)**

Antes y durante la ejecución de la obra el Propietario revisa, observa y aprueba los planos de detalle ejecutados por el Contratista que serán enviados a obra y mantiene un registro informatizado del estatus de cada uno, hasta llegar a los conforme a obra (as built).

Para la determinación de los costos de ingeniería de las líneas y subestaciones, se utiliza la siguiente metodología:

- Se define las actividades o tareas que forman parte del componente
- Se define las categorías profesionales del equipo de trabajo que realiza la actividad y se estima el tiempo ocupado por cada uno de ellos.
- Se calcula el costo de la actividad como la suma del producto de las horas de trabajo de cada profesional por el costo unitario de la hora de cada uno de ellos.
- Se calcula al costo de cada uno de los tres componentes (Ing. Básica, Ing. de detales y revisión Ing. de detalles), para un listado de casos diferentes en el caso de las subestaciones y, en el caso de las líneas, para determinar un costo fijo y uno variable por unidad de longitud.
- Se calcula cada uno de los tres componentes de costos de ingeniería para cada línea, con el costo fijo más el costo variable multiplicado por la longitud de la línea.
- Se calcula cada uno de los tres componentes de costos de ingeniería, para cada tipo de componente de cada subestación, utilizando uno de los casos del listado definido.

5.3.1.2 Metodología de costos de ingeniería de líneas

De acuerdo a lo indicado anteriormente, en el informe "CMI_Informe_2_Final_Rev3.pdf", el consultor definió los costos de ingeniería sobre la base de tres componentes generales, organizados de la siguiente forma:

- Ingeniería Conceptual / Básica del Propietario
- Ingeniería de Detalles del Contratista
- Revisión y Aprobación de la Ingeniería de Detalle (Propietario)

- **Ingeniería Conceptual/Básica (Propietario)**

La Ingeniería Conceptual/Básica que es la primera etapa del proyecto y debe comprender estudios, cálculos y trabajos necesarios para el desarrollo del proyecto de Ingeniería Básica de Líneas en sus especialidades eléctrica y civil.

Con la realización de la Ingeniería Básica se dispondrá de todos los antecedentes técnicos, planos, diagramas, especificaciones técnicas, memorias de cálculo, etc.; para que el Cliente pueda realizar las solicitudes de concesión así como, en forma posterior, se pueda desarrollar la ingeniería de detalles para la construcción de las obras.

La valorización de la Ingeniería Conceptual/ Básica ha sido dividida en 9 tareas con su correspondiente desagregación de valores que se utiliza para determinar los costos de esta componente de la Ingeniería y que se ha definido que son realizadas por el propietario:

Ingeniería Conceptual/Básica (Propietario)	
Tarea	**Unid.**
Anteproyecto familia estructuras	Línea
Distribución preliminar estructuras	100 km
Selección del trazado. Catastro	100 km
Anteproyecto familia fundaciones	Línea
Estudio preliminar geotécnico	100 km
Cómputo y presupuesto de referencia	Línea

Ingeniería Conceptual/Básica (Propietario)	
Especificaciones Técnicas de Materiales y Montaje	Línea
EIA	Línea
Gestión aprobaciones	Línea

- **Ingeniería de Detalle (Contratista)**

La ingeniería de Detalle es la etapa principal de la ingeniería del proyecto. Debe comprender la suma de actividades que permitan la elaboración de planos, documentos eléctricos y civiles, además de las especificaciones que deriven en la correcta construcción de una línea de AT. Actualmente durante el desarrollo de esta Ingeniería, se utilizan software especializados para cada una de las tareas determinadas, como son la obtención de plantas de trazados, perfiles de Líneas, tablas de tensado, comprobación de cumplimientos de distancias y otras normas requeridas, además del cálculo de fundaciones y estructuras y el control general del proyecto.

El Consultor del ETT considera 10 actividades para la ingeniería de detalles, las cuales se muestran en la tabla siguiente:

Ingeniería de Detalle (Contratista)	
Tarea	**Unid.**
Distribución definitiva de estructuras	100 km
Estudio mecánico de conductores y CdeG	Línea
Calculo de fundaciones torre por torre	100 km
Cálculo de Estructuras torre por torre	100 km
Estudio de vibraciones	Línea
Planos de detalle de fundaciones tipificadas	Línea
Planos de detalle estructuras tipificadas	Línea
Computo de materiales por piquete	Línea
Planos de detalles constructivos (cadenas, PaT, transposiciones, stubs)	Línea
Gestión de tierras. Convenios servidumbre	100 km

- **Revisión y Aprobación de la Ingeniería de Detalle (Propietario)**

Por su parte la etapa de Revisión y Aprobación de Ingeniería de Detalle representa la revisión en detalle, las modificaciones menores y los ajustes, que son realizados con la correspondiente coordinación entre el ejecutante de la ingeniería y el revisor. Esta actividad es generalmente realizada por el propietario. Las actividades consideradas son las siguientes:

Revisión y Aprobación de la Ingeniería de Detalle (Propietario)	
Tarea	**Unid.**
Revisión y aprobación planos fundaciones	Línea
Revisión y aprobación planos estructuras	Línea
Revisión y aprobación planos de montaje	Línea

Revisión y aprobación planos distribución estructuras	100 km
Archivo y administración de documentos y planos	Línea

5.3.1.3 Metodología de costos de ingeniería de subestaciones

En el caso de las subestaciones el Consultor del ETT ha definido una subdivisión en los siguientes componentes:

- Transformador. Corresponden a los transformadores o autotransformadores de potencia 500/220 kV y que son otros de los elementos centrales que conforman los tramos (en este caso tramos de transformador).
- Paño Tramo. Corresponden a los paños en subestaciones a los cuales se conectan las Líneas y los Transformadores.
- Comunes de Patio. Corresponden a las instalaciones de un patio de subestación a los cuales se conectan los Paños.
- Comunes de SE. Corresponden a las instalaciones generales o comunes de una subestación.
- Otros Paños y Máquinas. Corresponden a los paños de seccionamiento, de acoplamiento y a los que conectan otras máquinas como equipos de compensación, transformadores de SSAA, etc, y a las máquinas conectadas al sistema por dichos paños como equipos de compensación, transformadores de SSAA, reactores de línea y de barra, etc.

Para cada una de los componentes de subestación del listado anterior, se calcula el costo de las tres etapas de ingeniería. Los elementos constituyentes de estos son diferentes en cada caso, como se muestra a continuación:

- **Transformador**

- Ingeniería Conceptual / Básica del Propietario
  No se valoriza
- Ingeniería de Detalles del Contratista
  Planos de Transformadores de Potencia
- Revisión y Aprobación de la Ingeniería de Detalle (Propietario)
  Revisión Planos de Transformadores de Potencia

- **Paños Tramo**

- Ingeniería Conceptual / Básica del Propietario
  Anteproyecto de Paño de Tramo (500 o 220)
- Ingeniería de Detalles del Contratista
  Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Paño de Tramo
  Planos de Control y Protecciones
- Revisión y Aprobación de la Ingeniería de Detalle (Propietario)
  Revisión Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Paño de Tramo
  Revisión Planos de Control y Protecciones
  Revisión Planos de Transformadores de Potencia

- **Otros paños y máquinas**

- Ingeniería Conceptual / Básica del Propietario
  Anteproyecto de Otros Paños (500 o 220)
- Ingeniería de Detalles del Contratista

Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Paño de Tramo
Planos de Control y Protecciones
Planos de Otras Máquinas

- Revisión y Aprobación de la Ingeniería de Detalle (Propietario)

Revisión Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Paño de Tramo
Revisión Planos de Control y Protecciones
Revisión Planos de Otras Máquinas

- **Comunes de Patio**

- Ingeniería Conceptual / Básica del Propietario

Anteproyecto de Comunes de Patio (500 o 220)
Especificaciones Técnicas de Materiales y Montaje

- Ingeniería de Detalles del Contratista

Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Comunes de Patio

- Revisión y Aprobación de la Ingeniería de Detalle (Propietario)

Revisión Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Comunes de Patio

- **Comunes de subestación**

- Ingeniería Conceptual / Básica del Propietario

Ingeniería Básica de SE (fijo)

- Ingeniería de Detalles del Contratista

Indirectos Básicos de SE (fijo)

- Revisión y Aprobación de la Ingeniería de Detalle (Propietario)

Revisión planos generales de SE (fijo)

El listado de elementos que se ha definido para cada una de las etapas de ingeniería que el Consultor ETT estableció es el que se muestra en la tabla siguiente, donde la columna Unidad indica para cual parte de la subestación se aplica:

Descripción	Unidad
Ingeniería básica del propietario	
Ingeniería Básica de SE (fijo)	SE
Anteproyecto de Comunes de Patio (500 o 220)	Patio
Anteproyecto de Paño de Tramo (500 o 220)	Paño
Anteproyecto de Otros Paños (500 o 220)	Paño
Especificaciones Técnicas de Materiales y Montaje 500	Patio
Especificaciones Técnicas de Materiales y Montaje 220	Patio
Indirectos del contratista	
Indirectos Básicos de SE (fijo)	SE
Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Comunes de Patio 500	Patio
Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Comunes de Patio 220	Patio
Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Paño de Tramo 500	Paño
Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Otros Paños 500	Paño
Planos de Control y Protecciones 500	Paño
Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Paño de Tramo 220	Paño
Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Otros Paños 220	Paño
Planos de Control y Protecciones 220	Paño
Planos de Transformadores de Potencia	c/u

Descripción	Unidad
Planos de Otras Máquinas	c/u
Órdenes de Compra y seguimiento entrega Comunes de SE	SE
Órdenes de compra y seguimiento entrega Transf. y Máquinas 500 o 220	c/u
Órdenes de compra restantes materiales de Patio y Paño	Patio
Trámites aduaneros y Despacho a obra	SE
Dirección y supervisión Obras Comunes de SE	SE
Dirección y supervisión Obras Comunes de Patio 500 o 220	Patio
Dirección y supervisión de Obra de Paño 220 o 500	Paño
Revisión e inspección del propietario	
Revisión planos generales de SE (fijo)	SE
Revisión Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Comunes de Patio 500	Patio
Revisión Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Comunes de Patio 220	Patio
Revisión Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Paño de Tramo 220	Paño
Revisión Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Otros Paños 220	Paño
Revisión Planos de Control y Protecciones 220	Paño
Revisión Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Paño de Tramo 500	Paño
Revisión Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Otros Paños 500	Paño
Revisión Planos de Control y Protecciones 500	Paño
Revisión Planos de Transformadores de Potencia	c/u
Revisión Planos de Otras Máquinas	c/u

El valor de cada uno de los elementos constituyentes de los costos de ingeniería es el resultado de la suma del costo de un conjunto de actividades que el Consultor del ETT ha establecido que son los requeridos para obtenerlo.

El valor de cada actividad se obtiene con la estimación de los profesionales que integran el equipo de trabajo para ejecutarla, las horas de trabajo de cada uno de ellos y el valor unitario de la hora de trabajo de cada categoría.

5.3.1.4 Observaciones a la metodología del Consultor del ETT

La metodología utilizada por el Consultor del ETT para determinar los costos de ingeniería, se basa en el supuesto que el propietario realiza las definiciones del proyecto de la instalación, mediante lo que denomina Ingeniería Conceptual o Básica (estos dos conceptos son diferentes en la práctica de la ingeniería de proyectos en nuestro país) y que la ingeniería de detalles es realizada por un contratista, mediante un contrato que incluye la ingeniería, el suministro de equipos y materiales y la construcción.

Se define tres componentes de los costos de ingeniería: costos de la ingeniería conceptual o básica del propietario, ingeniería de detalles del contratista y revisión de ingeniería realizada por el propietario. Esta clasificación de los costos de ingeniería es consistente con el supuesto de contrato tipo EPC.

- **Líneas**

La mayor parte de las actividades que forman parte de las tres etapas de la ingeniería están correctamente presentadas.

No obstante lo anterior, creemos que la tarea de Estudio de Impacto Ambiental (EIA) no debe estar incluida dentro de las tareas de la Ingeniería Conceptual/Básica.

Aparentemente el consultor lo pensó de la misma forma ya que en el informe entregado "CMI_Informe_2_Final_Rev3.pdf" punto "4.2.1 Costos Indirectos No Porcentuales", bajo el título de Ingeniería Conceptual/Básica fueron incluidos los costos en que incurre el Propietario para definir inicialmente la obra, entregando la siguiente lista de tareas, donde el EIA no está incluido:

- Anteproyecto familia estructuras de línea
- Disposición general (lay out) y esquema unilineal general de SS.EE.
- Distribución preliminar estructuras
- Selección del trazado. Catastro
- Anteproyecto familia fundaciones
- Anteproyecto de Comunes de SE
- Estudio preliminar geotécnico
- Cómputo y presupuesto de referencia
- Especificaciones Técnicas de Materiales y Montaje

De la misma forma, la Ingeniería de Detalle, que es una actividad eminentemente técnica, no debe contener tareas como "Gestión de Tierras. Convenios de Servidumbre". En la práctica estas son actividades que corren por un carril diferente y debieran ser consideradas dentro de la planilla en las hojas "Terrenos" y/o "Servidumbres" de la misma planilla analizada.

- **Subestaciones**

La aplicación de la metodología es diferente según el tipo de paño o parte de la subestación de que se trate, a lo cual no se le encuentra una explicación razonable.

En el caso de los Transformadores no se valoriza una ingeniería básica del propietario, la cual es indispensable para la ejecución de las actividades siguientes de la instalación. Tampoco se explicita el alcance de la ingeniería de detalles que solo indica "planos de transformadores de potencia", por lo cual no se puede establecer si incluye las obras civiles y las protecciones y control asociadas a la instalación de un banco de autotransformadores 500/220 kV.

Solo en el caso de Comunes de Patio se incluye las especificaciones técnicas de materiales y montaje como parte de la ingeniería básica del propietario. Tal actividad debe estar presente en todos los componentes de la subestación definidos por el Consultor del ETT, por cuanto en todos ellos hay equipos y materiales que deben especificarse para que un contratista pueda realizar el suministro en conformidad a los requerimientos del propietario.

En Comunes de Subestación, para los costos de ingeniería se considera un valor fijo para la ingeniería básica del propietario, indirectos básicos del contratista (debiera ser ingeniería de detalles) y revisión de planos generales de la subestación por el propietario. La utilización de un valor fijo (y constante) independiente de la subestación de que se trate, se considera una generalización y simplificación excesiva, por cuanto en el sistema de transmisión troncal coexisten subestaciones de gran tamaño (por ejemplo en 500 kV) con otras de

pequeño tamaño (en 220 kV), en que la ingeniería de las instalaciones comunes en alcance y costo, son muy diferentes.

En el listado de elementos de los componentes de costos de ingeniería que el Consultor ETT estableció, se observan inconsistencias, por cuanto se aplica criterios diferentes para componentes en que debiera ser el mismo y se aplica un mismo criterio en casos que debiera ser diferente. El análisis en detalle de estas inconsistencias se presenta en el punto siguiente de este informe.

5.3.2 Cálculo de los costos de ingeniería del Consultor del ETT

5.3.2.1 Descripción del proceso de cálculo

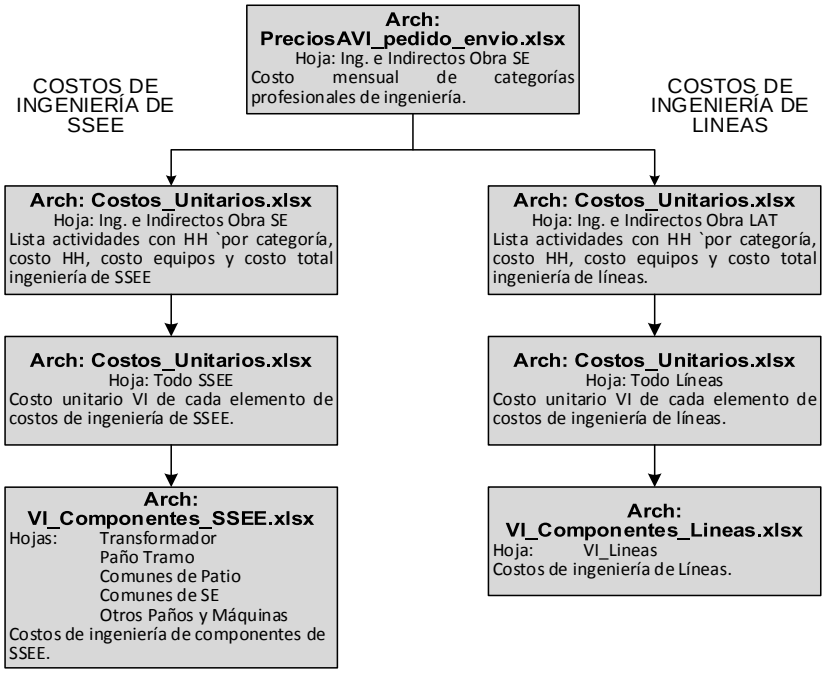
El proceso de cálculo de los costos de ingeniería desarrollado por el Consultor del ETT consiste en un conjunto de planillas vinculadas en forma secuencial.

En una primera planilla “PreciosAVI_pedido_envio.xlsx” se incluye el costo mensual de cada categoría profesional utilizada en la determinación del costo de las actividades de ingeniería, tanto para subestaciones como para líneas. Los valores están ingresados a mano y no se encuentra una descripción de la fuente de donde se obtienen, como tampoco el fundamento para los valores utilizados.

A continuación, en una planilla “Costos_Unitarios.xlsx”, en una hoja para subestaciones y otra para líneas, se lista las actividades de ingeniería consideradas por el Consultor del ETT. Para cada una de ellas se registra las horas de trabajo de cada categoría y las cantidades de equipos y otros (que incluye módulo equipos oficina, ploteo planos y licencias software). Se valoriza el costo de las HH con los costos unitarios que se leen de la planilla “PreciosAVI_pedido_envio.xlsx” y los costos de equipos y otros leidos de la hoja “Comunes” en la misma planilla de costos unitarios, con costos unitarios que están ingresados a mano.

Con los valores de costos de las actividades se construyen en otra hoja de la misma planilla “Costos_Unitarios.xlsx”, los elementos de costos de ingeniería definidos por el Consultor del ETT. Tales valores se encuentran en las hojas Todo_SSE y Todo_Líneas.

En las planillas que se calculan los VI de las instalaciones, ”VI_Componentes_SSEE.xlsx” y “VI_Componentes_Lineas.xlsm”, se registran los costos de ingeniería leyendo el valor de las Hoja Todo_SSE y Todo_Líneas respectivamente, para cada parte de la subestación o línea que corresponda. El proceso de cálculo se muestra en forma gráfica en la figura siguiente:



5.3.2.2 Cálculo de costos de ingeniería de líneas

Como se ha indicado antes, para analizar los Costos de Ingeniería se revisó la planilla Costos_Unitarios.xls en que se determinaron los Costos de Horas Hombre para cada tarea relacionada con esta actividad. En dicha planilla el consultor volcó los costos horarios de profesionales desde Jefes de Proyecto, Ingenieros especialistas Sénior, Dibujantes y personal administrativo. Además de la valorización del equipamiento e instalaciones necesarias para realizar la actividad.

En la planilla se presentan los costos de hombres-mes de cada uno de los profesionales, así como el equipamiento e instalaciones necesarias, los que no parecen muy alejados de valor de mercado Estos valores están volcados en la hoja de nombre “Ing. e Indirectos Obra LAT”.

Costo Mensual de personal (US$						
Jefe de Proyectos	Especialista Senior	Profesional Junior	Técnico	Dibujante CAD	Auxiliar Administrativo	Secretaria
9.971	7.331	4.399	2.933	1.760	2.194	2.194

Costo Mensual de equipamiento e Instalaciones						
Módulo equipos oficina	Módulo equipos obra	Módulo equipos Estudios Geotécnicos	Automovil	Camioneta pick up	Provisión de 400 litros de combustible	Ploteo plano de 0,5 m2 (A1)
112,7	28,3	147,0	1715,6	1929,5	468,0	3,8

Costo Mensual de equipamiento e Instalaciones						
Ploteo plano	Bodega Obra	Viáticos	Servicios y	Sala	Oficina 5 m2	Vivienda 50

de 0,125 m2 (A3)	50 m2		Licencias de software	Reuniones 15 m2		m2
0,9	242,1	100,0	128,7	169,3	56,4	564,3

Estos valores mensuales de personal y equipamiento fueron aplicados en forma proporcional sobre la lista de tareas que forman parte de los tres componentes globales de la Ingeniería definidas por el consultor.

Con la metodología anterior fueron definidos los costos globales de cada una de estas tareas indicando en la unidad de medida si la tarea corresponde al valor fijo por línea o a un valor variable por cada 100 Kilómetros. Esto se muestra en los cuadros abajo que serán la base para la determinacion de los costos de Ingeniería que fueron aplicados en el cálculo del VI de Líneas.

Tarea	Unid.	Costo Unitario Tarea (US$)
Anteproyecto familia estructuras	Línea	5.187
Distribución preliminar estructuras	100 km	3.900
Selección del trazado. Catastro	100 km	7.143
Anteproyecto familia fundaciones	Línea	2.497
Estudio preliminar geotécnico	100 km	4.556
Cómputo y presupuesto de referencia	Línea	4.123
Especificaciones Técnicas de Materiales y Montaje	Línea	8.436
EIA	Línea	19.801
Gestión aprobaciones	Línea	12.930

Ingeniería de Detalle (Contratista)		
Tarea	**Unid.**	**Costo Unitario Tarea (US$)**
Distribución definitiva de estructuras	100 km	15.019
Estudio mecánico de conductores y CdeG	Línea	5.430
Calculo de fundaciones torre por torre	100 km	9.687
Cálculo de Estructuras torre por torre	100 km	9.687
Estudio de vibraciones	Línea	3.377
Planos de detalle de fundaciones tipificadas	Línea	25.910
Planos de detalle estructuras tipificadas	Línea	25.910
Computo de materiales por piquete	Línea	6.830
Planos de detalles constructivos (cadenas, PaT, transposiciones, stubs)	Línea	27.092
Gestión de tierras. Convenios servidumbre	100 km	32.850

Revisión y Aprobación de la Ingeniería de Detalle (Propietario)

Tarea	Unid.	Costo Unitario Tarea (US$)
Revisión y aprobación planos fundaciones	Línea	31.784
Revisión y aprobación planos estructuras	Línea	23.857
Revisión y aprobación planos de montaje	Línea	31.784
Revisión y aprobación planos distribución estructuras	100 km	14.135
Archivo y administración de documentos y planos	Línea	13.508

Con lo anterior se establecen los costos de ingeniería en base a una componente fija y una componente variable que se aplica por Km de línea.

Así por ejemplo para la Ingeniería Conceptual/ Básica se estableció un costo fijo de US$ 52.975 y un costo variable de US$ 156 por kilómetro de ingeniería proyectado.

Ingeniería Conceptual/Básica (Propietario)		
Tarea	**Unid.**	**Costo Unitario Tarea (US$)**
Anteproyecto familia estructuras	Línea	5.187
Anteproyecto familia fundaciones	Línea	2.497
Cómputo y presupuesto de referencia	Línea	4.123
Especificaciones Técnicas de Materiales y Montaje	Línea	8.436
EIA	Línea	19.801
Gestión aprobaciones	Línea	12.930
Costo Fijo Ingeniería Conceptual		**52.975**
Distribución preliminar estructuras	Km	39
Selección del trazado. Catastro	Km	71
Estudio preliminar geotécnico	Km	46
Costo Variable Ingeniería Conceptual (por Km)		**156**

Para la Ingeniería de Detalle que se definió desarrollada por contratista, al aplicar los valores de personal y equipamiento sobre los tiempos de ejecución definidos para cada una de las tareas y cada uno de los profesionales y equipos se obtiene que el valor fijo se establece un valor fijo de 94.548 Dólares y un valor variable de 672 Dólares por Kilómetro de ingeniería proyectado.

Ingeniería de Detalle (Contratista)		
Tarea	**Unid.**	**Costo Unitario Tarea (US$)**
Estudio mecánico de conductores y CdeG	Línea	5.430
Estudio de vibraciones	Línea	3.377
Planos de detalle de fundaciones tipificadas	Línea	25.910

Planos de detalle estructuras tipificadas	Línea	25.910
Computo de materiales por piquete	Línea	6.830
Planos de detalles constructivos (cadenas, PaT, transposiciones, stubs)	Línea	27.092
Costo Fijo Ingeniería de Detalle		**94.548**
Distribución definitiva de estructuras	Km	150
Calculo de fundaciones torre por torre	Km	97
Calcuulo de Estructuras torre por torre	Km	97
Gestión de tierras. Convenios servidumbre	Km	328
Costo Variable Ingeniería de Detalle (por Km)		**672**

Para las actividades de Revisión y Aprobación de la Ingeniería de Detalle, que corresponden a actividades propias del propietario de la línea, se determinó un valor en su parte fija de 100.933 Dólares y el valor de la parte variable en US$ 141 por kilómetro, utilizando el mismo método de cálculo de las anteriores actividades.

Revisión y Aprobación de la Ingeniería de Detalle (Propietario)		
Tarea	**Unid.**	**Costo Unitario Tarea (US$)**
Revisión y aprobación planos fundaciones	Línea	31.784
Revisión y aprobación planos estructuras	Línea	23.857
Revisión y aprobación planos de montaje	Línea	31.784
Archivo y administración de documentos y planos	Línea	13.508
Costo Fijo Revisión y Aprobación Ingeniería de Detalle		**100.933**
Revisión y aprobación planos distribución estructuras	**100 km**	**141**
Archivo y administración de documentos y planos	Línea	141
Costo Variable Revisión y Aprobación de Ingeniería (por Km)		**141**

De esta forma los valores que fueron ingresados como fuentes para calcular el VI de Líneas en la componente de Ingeniería en la planilla de cálculo “VI_Componentes_Lineas” son las que se presentan en el resumen a continuación.

VI Ingeniería Conceptual/Básica	
Ingeniería Conceptual/Básica (Propietario) - Fijo	52.975
Ingeniería Conceptual/Básica (Propietario) - Variable	156
VI Ingeniería de Detalle	
Ingeniería de Detalle (Contratista) - Fijo	94.548
Ingeniería de Detalle (Contratista) - Variable	672
VI Revisión y Aprobación de la Ingeniería de Detalle	
Revisión y Aprobación de la Ingeniería de Detalle (Propietario) - Fijo	100.933
Revisión y Aprobación de la Ingeniería de Detalle (Propietario) - Variable	141

5.3.2.3 Cálculo de costos de ingeniería de subestaciones

En el cálculo de los costos de ingeniería de subestaciones se utilizó las mismas categorías profesionales con los mismos valores de costos unitarios que en el caso de las líneas.

a) **Ingeniería Básica del propietario**

En la tabla siguiente se muestra la cantidad de HH, el costo de las HH, el costo de equipos y otros utilizados para determinar el costo de ingeniería de las actividades definidas en Ingeniería Conceptual/Básica (Propietario).

	ACTIVIDAD		HH TOTAL INGEN.	COSTO HH (US$)	COSTO EQUIPOS (US$)	COSTO TOTAL (US$)
	Ingeniería Conceptual/Básica (Propietario)					
1	Disposición general (lay out) y esquema unilineal general	SE	72,00	2.216,28	160,48	2.376,76
1	Anteproyecto de Comunes de SE	SE	120,00	3.444,22	247,01	3.691,23
1	Especificaciones Técnicas de Materiales y Montaje Comunes a 500 y 220	SE	470,00	13.924,73	893,48	14.818,22
1	Cómputo y presupuesto de referencia	SE	160,00	3.366,79	189,07	3.555,86
1	EIA	SE	235,00	8.428,66	277,70	8.706,36
1	Gestión aprobaciones	SE	156,67	6.082,60	185,13	6.267,73
2	Anteproyecto de Comunes de Patio (500 o 220)	Patio	120,00	3.444,22	237,57	3.681,78
3	Anteproyecto de Paño de Tramo (500 o 220)	Paño	120,00	3.444,22	232,84	3.677,06
3	Anteproyecto adicional de Paño de Tramo (500 o 220)	Paño	24,00	688,84	46,57	735,41
4	Anteproyecto de Otros Paños (500 o 220)	Paño	72,00	2.066,53	139,71	2.206,24
4	Anteproyecto adicional de Otros Paños (500 o 220)	Paño	14,40	413,31	27,94	441,25
5	Especificaciones Técnicas de Materiales y Montaje 500	Patio	400,00	13.211,48	803,63	14.015,11

Fuente: Planilla Costos_Unitarios, Hoja Ing. e Indirectos Obra SE

Con los valores de las actividades de la tabla anterior se calcula los componentes de costos de Ingeniería Básica del Propietario que se utiliza en el cálculo de los costos de ingeniería de subestaciones y que se indican en la tabla siguiente:

	ACTIVIDAD		HH TOTAL INGEN.	COSTO HH (US$)	COSTO EQUIPOS (US$)	COSTO TOTAL (US$)
	INGENIERÍA BÁSICA DEL PROPIETARIO					
1	Ingeniería Básica de SE (fijo)	SE	1.213,67	37.463,28	1.952,88	39.416,16
2	Anteproyecto de Comunes de Patio (500 o 220)	Patio	120,00	3.444,22	237,57	3.681,78
3	Anteproyecto de Paño de Tramo (500 o 220)	Paño	28,80	28,80	28,80	882,49
4	Anteproyecto de Otros Paños (500 o 220)	Paño	28,80	28,80	28,80	882,49
5	Especificaciones Técnicas de Materiales	Patio	400,00	13.211,48	803,63	14.015,11

	y Montaje 500					
6	Especificaciones Técnicas de Materiales y Montaje 220	Patio	320,00	10.569,18	642,91	11.212,09

Fuente: Planilla Costos_Unitarios, Hoja Todo_SSEE

Hay actividades que no corresponde incluir en los costos de ingeniería básica del propietario y que después se aplica a todas las subestaciones sin ningún tipo de distinción entre ellas. Es el caso del EIA (Estudio de Impacto Ambiental) y la Gestión Aprobaciones, que representan un tercio de las HH y un 11% del costo. Se hace notar que estas actividades no se incluyeron como parte de los costos de ingeniería en los ETT 2010 y ETT 2006.

Por otra parte, se observa algunos valores de HH que no representan razonablemente el trabajo requerido de la actividad y menos aún que se aplique en forma constante a todo tipo de subestación. Se considera que tales valores están subdimensionados.

A modo de ejemplo, la actividad "Disposición general (lay out) y esquema unilineal general" considera solo 72 HH y se aplica a toda subestación, independiente de la tensión, del número de paños y de las características particulares de cada subestación.

El Anteproyecto de Comunes de Patio (que debiera ser Ingeniería Básica), con 120 HH, el Anteproyecto de Paño de Tramo (500 o 220) y de Otros Paños (500 o 220) con escasas 28,8 HH en cada caso, se consideran insuficientes para realizar la actividad y, por lo tanto, su valorización resulta menor de lo que debiera ser. A modo de comparación, en el ETT 2010 también se definió un costo fijo de ingeniería básica, pero por patio y no por subestación, con un valor de US$ 56.801 (cuya aplicación a todas las subestaciones sin distinción también es discutible).

b) **Ingeniería de Detalles del contratista**

En la tabla siguiente se muestra la cantidad de HH, el costo de las HH, el costo de equipos y otros utilizados para determinar el costo de ingeniería de las actividades definidas en Ingeniería de detalles (Contratista).

	ACTIVIDAD		HH TOTAL INGEN.	COSTO HH (US$)	COSTO EQUIPOS (US$)	COSTO TOTAL (US$)
11	Planos de Obras Civiles Comunes de SE	SE	736,33	20.645,33	1.809,88	22.455,22
11	Planos de Montaje Electromecánico de Comunes de SE	SE	564,00	12.287,50	1.359,77	13.647,27
11	Archivo y Gestión Aprobación de documentos	SE	1.269,00	42.053,16	2.549,52	44.602,68
11	Órdenes de Compra y seguimiento entrega Comunes de SE	SE	470,00	10.992,15	893,48	11.885,64
11	Órdenes de compra restantes materiales de Patio y Paño	Patio	313,33	6.593,29	595,65	7.188,95
11	Trámites aduaneros	SE	313,33	6.593,29	595,65	7.188,95

	ACTIVIDAD		HH TOTAL INGEN.	COSTO HH (US$)	COSTO EQUIPOS (US$)	COSTO TOTAL (US$)
11	Despacho a obra	SE	470,00	10.992,15	893,48	11.885,64
11	Dirección y supervisión Obras Comunes de SE	SE	626,67	17.595,44	627,87	18.223,31
12	Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Comunes de Patio 500	Patio	1.504,00	40.440,23	3.172,76	43.612,98
13	Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Comunes de Patio 220	Patio	1.347,33	33.108,79	2.858,00	35.966,79
14	Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Paño de Tramo 500	Paño	977,60	27.378,53	2.077,40	29.455,93
14	Idem anterior para Paño adicional	Paño	195,52	5.475,71	415,48	5.891,19
15	Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Otros Paños 500	Paño	586,56	16.427,12	1.246,44	17.673,56
15	Idem anterior para Paño adicional	Paño	117,31	3.285,42	249,29	3.534,71
16	Planos de Control y Protecciones 500	Paño	2.086,80	51.519,51	4.260,54	55.780,05
16	Idem anterior para Paño adicional	Paño	417,36	10.303,90	852,11	11.156,01
17	Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Paño de Tramo 220	Paño	814,67	22.815,44	1.731,17	24.546,61
17	Idem anterior para Paño adicional	Paño	162,93	4.563,09	346,23	4.909,32
18	Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Otros Paños 220	Paño	488,80	13.689,27	1.038,70	14.727,97
18	Idem anterior para Paño adicional	Paño	97,76	2.737,85	207,74	2.945,59
19	Planos de Control y Protecciones 220	Paño	1.739,00	42.932,93	3.550,45	46.483,38
19	Idem anterior para Paño adicional	Paño	347,80	8.586,59	710,09	9.296,68
20	Planos de Transformadores de Potencia	c/u	250,67	7.008,86	567,83	7.576,69
21	Planos de Otras Máquinas	c/u	250,67	7.008,86	567,83	7.576,69

Fuente: Planilla Costos_Unitarios, Hoja Ing. e Indirectos Obra SE

Con los valores de las actividades de la tabla anterior se calcula los componentes de costos de Ingeniería de detalles del Contratista que se utiliza en el cálculo de los costos de ingeniería de subestaciones y que se indican en la tabla siguiente:

	ACTIVIDAD		HH TOTAL INGEN.	COSTO HH (US$)	COSTO EQUIPOS (US$)	COSTO TOTAL (US$)
	INDIRECTOS DEL CONTRATISTA					
11	Indirectos Básicos de SE (fijo)	SE	4.762,67	127.752,33	9.325,31	137.077,64
12	Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Comunes de Patio 500	Patio	1.504,00	40.440,23	3.172,76	43.612,98
13	Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Comunes de Patio 220	Patio	1.347,33	33.108,79	2.858,00	35.966,79
14	Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Paño de Tramo 500	Paño	307,25	307,25	307,25	9.257,58
15	Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Otros Paños 500	Paño	586,56	586,56	586,56	17.673,56
16	Planos de Control y Protecciones 500	Paño	2.451,99	2.451,99	2.451,99	65.541,56
17	Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Paño de Tramo 220	Paño	6.844,63	6.844,63	6.844,63	7.363,98

	ACTIVIDAD		HH TOTAL INGEN.	COSTO HH (US$)	COSTO EQUIPOS (US$)	COSTO TOTAL (US$)
18	Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Otros Paños 220	Paño	8.213,56	8.213,56	8.213,56	8.836,78
19	Planos de Control y Protecciones 220	Paño	1.982,46	1.982,46	1.982,46	52.991,05
20	Planos de Transformadores de Potencia	c/u	250,67	7.008,86	567,83	7.576,69
21	Planos de Otras Máquinas	c/u	250,67	7.008,86	567,83	7.576,69
22	Órdenes de Compra y seguimiento entrega Comunes de SE	SE	470,00	10.992,15	893,48	11.885,64
23	Órdenes de compra y seguimiento entrega Transf. y Máquinas 500 o 220	c/u	62,67	1.318,66	119,13	1.437,79
24	Órdenes de compra restantes materiales de Patio y Paño	Patio	313,33	6.593,29	595,65	7.188,95
25	Trámites aduaneros y Despacho a obra	SE	783,33	17.585,45	1.489,13	19.074,58
26	Dirección y supervisión Obras Comunes de SE	SE	626,67	17.595,44	627,87	18.223,31
27	Dirección y supervisión Obras Comunes de Patio 500 o 220	Patio	626,67	17.595,44	627,87	18.223,31
28	Dirección y supervisión de Obra de Paño 220 o 500	Paño	626,67	17.595,44	627,87	18.223,31

Fuente: Planilla Costos_Unitarios, Hoja Todo_SSEE

Se observa algunas inconsistencias en los valores de las tablas anteriores, destacándose las siguientes como principales:

- Indirectos Básicos de SE (fijo)

  Se incluye actividades que son de suministro y que debieran estar en Gastos Generales, como es el caso de Órdenes de compra restantes materiales de Patio y Paño y de Trámites aduaneros, otra actividad que corresponde a bodega y que es Despacho a obra, otra que es de montaje y no de Ingeniería como es Dirección y supervisión Obras Comunes de SE. Las HH de las actividades mencionadas son superiores a las HH de ejecución de la ingeniería, lo cual no representa razonablemente la realidad de ejecución de proyectos de este tipo.

  Las HH de Archivo y Gestión Aprobación de documentos es del mismo orden que las HH de ejecución de la ingeniería (planos de obras civiles y de montaje electromecánico, lo cual no representa la realidad, por cuanto no debieran ser superiores al 15%). Las HH de archivo y gestión aprobación de documentos son excesivas y las de ingeniería son insuficientes.

- Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Paño de Tramo

  Para 500 kV se calcula un valor equivalente de 7 paños con la suma de Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Paño de Tramo y 6 veces el paño adicional dividido por 7. En el caso de 220 kV se realiza el cálculo considerando 8 paños.

  Se estima las HH para el caso de 220 kV y para 500 kV se usa esos valores aumentados en un 20%.

  Se aplica el criterio que el mayor costo es de un paño base y que para los paños adicionales la ingeniería es menos por cuanto se utiliza los planos del paño base.

- Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Otros Paños

Se utiliza el mismo procedimiento que en el caso anterior, pero considerando un equivalente de un paño en 500 kV y dos paños en 220 kV.

Igualmente se estima las HH para el caso de 220 kV y para 500 kV se usa esos valores aumentados en un 20%.

La utilización de un número de paños muy inferior que en el caso del paño de tramo, para calcular un costo de ingeniería equivalente, tiene el efecto que con una cantidad de HH bastante menor resulta un costo de ingeniería del paño mucho mayor, en el caso de 500 kV las HH del paño base de Otros Tramos son un 60% de las HH del Paño Tramo y el costo de ingeniería del paño equivalente es un 91% superior. Para 220 kV las HH del paño base de Otros Tramos son un 60% y los costos de ingeniería del paño equivalente un 20% superior.

Los resultados que se describen demuestran que el criterio utilizado es muy dependiente del número de paños considerado para el cálculo del costo del paño equivalente, lo cual resulta en valores no representativos de los costos de ingeniería reales.

- Planos de Control y Protecciones

Se utiliza nuevamente el mismo procedimiento, pero considerando un equivalente de 8 paño en 500 kV y 10 paños en 220 kV. No hay fundamento de la cantidad de paños utilizados en el cálculo de los Paños de Tramo, como tampoco del porque para Control y Protecciones se utiliza una cantidad diferente.

Para el cálculo del costo de ingeniería del `paño equivalente se utiliza una fórmula diferente a los dos casos anteriores, por cuanto al costo del paño base se le suma el valor del paño adicional multiplicado por 7 y dividido por 8 en el caso de 500 kV. En 220 kV, se suma el costo del paño base más el valor del paño adicional multiplicado por 7 y dividido por 10.

La aplicación incorrecta del criterio establecido por el Consultor del ETT, significa que las HH y el costo de ingeniería de control y protecciones resulta mucho mayor que el de obras civiles y montaje electromecánico de los paños. El costo es alrededor de 7 veces en 500 kV y en 220 kV.

- Planos de Transformadores de Potencia y de Otras Máquinas

Se utiliza los mismos valores de HH, resultando el mismo costo para transformadores y para lo que el Consultor del ETT denomina Otras Máquinas y que incluye paños de seccionador de barras, paños de transferencia, reactores, plataformas CER y bancos de condensadores de diferentes niveles de tensión y capacidades en MVAR. No se hace distinción alguna de nivel de tensión, capacidad o complejidad de la ingeniería requerida.

c) **Revisión y Aprobación de la Ingeniería de Detalles (Propietario)**

La revisión y análisis del cálculo de los costos de la revisión y aprobación de la Ingeniería de Detalle permite señalar que en términos generales el criterio aplicado es similar al utilizado para la ingeniería de detalles del contratista, es decir, la determinación de un costo de paño equivalente. Pero hay casos que se ha aplicado

Sin embargo, la mayor parte de las fórmulas está mal construida, con lo cual los resultados que se obtienen son erróneos y no corresponden ni al criterio del Consultor del ETT ni a valores razonables.

En la tabla siguiente se muestra los resultados entregados por el Consultor en su planilla de cálculo.

Descripción	Unid.	Costo Unitario para VI
REVISIÓN E INSPECCIÓN DEL PROPIETARIO		
Revisión planos generales de SE (fijo)	SE	214.642,04
Revisión Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Comunes de Patio 500	Patio	20.222,60
Revisión Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Comunes de Patio 220	Patio	16.399,50
Revisión Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Paño de Tramo 220	Paño	540.263,43
Revisión Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Otros Paños 220	Paño	12.861,88
Revisión Planos de Control y Protecciones 220	Paño	21.347,88
Revisión Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Paño de Tramo 500	Paño	25.124,95
Revisión Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Otros Paños 500	Paño	10.803,12
Revisión Planos de Control y Protecciones 500	Paño	18.866,50
Revisión Planos de Transformadores de Potencia	c/u	3.716,74
Revisión Planos de Otras Máquinas	c/u	3.716,74
Inspección de la ejecución de la Obra de Comunes de SE	SE	92.075,60
Inspección de la ejecución de la Obra de Comunes de Patio	Patio	89.465,58
Inspección de la ejecución de la Obra de Paños	Paño	18.564,55
Control Seguridad y Medio Ambiente	SE	42.313,95
Estudio de impacto ambiental	$	

Fuente: Planilla Costos_Unitarios, Hoja Todo_SSEE

La mayoría de los resultados son erróneos, pues aunque se mantuviera el criterio de cálculo de los costos de revisión de la ingeniería de detalles, se requiere revisar y corregir las fórmulas de la planilla.

A modo de ejemplo, se señalan los siguientes resultados erróneos:

- El costo de la Revisión planos generales de SE (fijo) resulta un 57% mayor que el costo de los Indirectos Básicos de SE (fijo) del contratista, es decir de lo que se revisa.
- El costo de la Revisión Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Paño de Tramo 220 resulta de un valor 73 veces el costo de los Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Paño de Tramo 220 que se revisan.
- El costo de la Revisión Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Otros Paños 220 resulta un 46% mayor que el costo de los Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Otros Paños 220 que se revisan.
- El costo de la Revisión Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Paño de Tramo 500 resulta de un valor 2,7 veces el costo de los Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Paño de Tramo 500 que se revisan.

d) **Costos de ingeniería de componentes de subestaciones**

En la planilla VI_Componentes_SSEE.xlsx se calculan los VI de los componentes de subestaciones, en los cuales se incluyen los costos de ingeniería.

Los valores se leen de la planilla Costos_Unitarios, hoja Todo_SSEE. En el punto 2.3.1.3de este informe, Metodología de costos de ingeniería de subestaciones, se describe los costos de ingeniería considerados en cada componente de subestación.

En el punto 2.3.1.4 de este informe, Observaciones a la metodología del Consultor del ETT, se señala que la aplicación de la metodología es diferente según el tipo de paño o parte de la subestación de que se trate, a lo cual no se le encuentra una explicación razonable.

En relación con la aplicación de la metodología en el cálculo de los componentes de subestaciones, se observa lo siguiente:

- Hoja Transformador

  No se valoriza los costos de ingeniería, los cuales existen por cuanto la componente transformador incluye el costo del equipo pero también su montaje, y obras civiles asociadas, lo que requiere la ejecución de planos y documentos.

- Hoja Paño Tramo

  En costo de Ingeniería Básica del propietario se aplica la cantidad de US$ 882 a todos los paños del sistema troncal, sin distinción alguna de nivel de tensión o de equipamiento, lo cual no representa adecuadamente el costo real.

  En costos indirectos del contratista se incluye el costo de Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Paño de Tramo y de Planos de Control y Protecciones, distinguiendo el nivel de tensión de 500 kV y de 220 kV, pero sin diferencia por equipamiento (por ejemplo número de interruptores).

  En costos de revisión e inspección del propietario se incluye la revisión de los planos anteriores, con los costos unitarios erróneos ya señalados en el punto anterior. Las fórmulas están mal construidas y por lo tanto no leen el valor que corresponde, resultando estos costos de valor nulo en la planilla.

  Además, se incluye la revisión de planos de transformadores de potencia, aplicando el costo de unitario a la cantidad de transformadores de potencial del paño. Es decir, se ha confundido transformadores de potencia con transformadores de potencial, que son equipos muy diferentes.

- Hoja Comunes de Patio

  En costo de Ingeniería Básica del propietario se incluye las siguientes actividades y valores unitarios:

Anteproyecto de Comunes de Patio (500 o 220)	3.681,78
Especificaciones Técnicas de Materiales y Montaje 500	14.015,11
Especificaciones Técnicas de Materiales y Montaje 220	11.212,09

  El Anteproyecto de Comunes se aplica a todos los patios del sistema troncal sin distinción alguna.

  Las Especificaciones Técnicas se aplican según el nivel de tensión que corresponda.

  En costos indirectos del contratista se incluye el costo de Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Comunes de Patio, según nivel de tensión 500 kV y 220 kV. Se incluye además las Órdenes de compra restantes materiales de Patio y Paño, sin distinción a todos los patios por igual.

  En costos de revisión e inspección del propietario se incluye la Revisión Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Comunes de Patio, según nivel de tensión 500 kV y 220 kV.

- Hoja Comunes de SE

En costo de Ingeniería Básica del propietario se aplica la cantidad de US$ 39.416 a todas las subestaciones del sistema troncal, sin distinción alguna de nivel de tensión, equipamiento o características, lo cual no representa adecuadamente el costo real.

En costos indirectos del contratista se incluye el costo de Indirectos Básicos de SE (fijo) se aplica el costo unitario de US$ 137.078 416 a todas las subestaciones del sistema troncal, sin distinción alguna de nivel de tensión, equipamiento o características.

En costos de revisión e inspección del propietario se incluye la Revisión planos generales de SE (fijo), con un valor unitario erróneo de US$ 214.642, a todas las subestaciones del sistema troncal, sin distinción alguna de nivel de tensión, equipamiento o características.

- Hoja Otros Paños y Máquinas

En costo de Ingeniería Básica del propietario se aplica la cantidad de US$ 882 a todos los paños del sistema troncal, sin distinción alguna de nivel de tensión o de equipamiento, lo cual no representa adecuadamente el costo real.

En costos indirectos del contratista se incluye el costo de Planos de Obras Civiles y Montaje EM de Otros Paños y de Planos de Control y Protecciones, distinguiendo el nivel de tensión de 500 kV y de 220 kV, pero sin diferencia por equipamiento (por ejemplo número de interruptores). Se incluye además Planos de Otras Máquinas con un mismo valor a todos los paños sin distinción alguna, existiendo una gran diversidad de tamaños, equipamiento y complejidad de la ingeniería.

En costos de revisión e inspección del propietario se incluye de los planos anteriores, distinguiendo entre 500 kV y 220 kV. La construcción de las fórmulas es tal, que solo lee las tensiones indicadas, por lo cual todos los paños de tensiones diferentes, por ejemplo paños de transformador de 66 kV y bancos de condensadores de tensiones inferiores a 220 kV resultan con un valor cero.

5.4 Propuesta de valores eficientes de costo de ingeniería

Las observaciones descritas en el punto 2.3 anterior, indican que si bien la metodología de cálculo de los costos de ingeniería, en términos generales es adecuada, la deficiente aplicación de criterios en varias actividades produce importantes errores que distorsionan estos costos.

En el caso de las subestaciones, hay observaciones de mayor importancia en relación con la metodología, por cuanto se considera que hay definiciones inadecuadas de actividades de ingeniería, actividades no consideradas y otras que no corresponden a ingeniería.

Por otra parte, en la aplicación de la metodología se ha detectado algunos problemas de dimensionamiento de los recursos humanos y tiempo requerido para la ejecución de las actividades, costos unitarios que se considera erróneos y numerosos problemas de fórmulas (vínculos incorrectos), que requieren corrección

Como consecuencia de lo anterior, se ha realizado una reformulación de los costos de ingeniería, que se presenta a continuación.

Se ha mantenido el concepto de valorización basado en la estimación de las horas de trabajo de las diversas categorías profesionales para cada actividad de ingeniería. Asimismo, se ha mantenido la agrupación en las siguientes tres etapas: ingeniería básica del propietario, ingeniería de detalles del contratista y revisión de la ingeniería de detalles por el propietario. También se ha mantenido las etapas o partes de la subestación definidas por el Consultor que realizó el ETT 2014.

Se ha modificado las actividades consideradas en cada etapa de la ingeniería, las horas de trabajo para cada una de ellas y se ha he hecho una diferenciación según el nivel de tensión.

En el cálculo de los costos de ingeniería de subestaciones se utilizó las mismas categorías profesionales con los mismos valores de costos unitarios que en el caso de las líneas.

En la Planilla Costos_Unitarios, Hoja Ing. e Indirectos Obra SE se definió las siguientes actividades:

a) Ingeniería Básica del propietario

Componente	Tarea
	INGENIERÍA BÁSICA DEL PROPIETARIO
Transformador	Diagrama unilineal general
Transformador	Disposición general (lay out)
Transformador	Disposición general planta y secciones
Transformador	Disposición general obras civiles
Transformador	Especificaciones Técnicas de Equipos y Materiales principales
Transformador	Especificaciones Técnicas de Montaje
Transformador	Cubicación y presupuesto de referencia
Paños Tramo 500 kV	Diagrama unilineal general
Paños Tramo 500 kV	Disposición general (lay out)
Paños Tramo 500 kV	Disposición general planta y secciones
Paños Tramo 500 kV	Disposición general obras civiles
Paños Tramo 500 kV	Especificaciones Técnicas de Equipos y Materiales principales
Paños Tramo 500 kV	Especificaciones Técnicas de Montaje
Paños Tramo 500 kV	Cubicación y presupuesto de referencia
Paños Tramo 220 kV	Diagrama unilineal general
Paños Tramo 220 kV	Disposición general (lay out)
Paños Tramo 220 kV	Disposición general planta y secciones
Paños Tramo 220 kV	Disposición general obras civiles
Paños Tramo 220 kV	Especificaciones Técnicas de Equipos y Materiales principales
Paños Tramo 220 kV	Especificaciones Técnicas de Montaje
Paños Tramo 220 kV	Cubicación y presupuesto de referencia
Otros Paños 500 kV	Diagrama unilineal general
Otros Paños 500 kV	Disposición general (lay out)
Otros Paños 500 kV	Disposición general planta y secciones
Otros Paños 500 kV	Disposición general obras civiles
Otros Paños 500 kV	Especificaciones Técnicas de Equipos y Materiales principales
Otros Paños 500 kV	Especificaciones Técnicas de Montaje
Otros Paños 500 kV	Cubicación y presupuesto de referencia
Otros Paños 220 kV	Diagrama unilineal general
Otros Paños 220 kV	Disposición general (lay out)
Otros Paños 220 kV	Disposición general planta y secciones
Otros Paños 220 kV	Disposición general obras civiles
Otros Paños 220 kV	Especificaciones Técnicas de Equipos y Materiales principales
Otros Paños 220 kV	Especificaciones Técnicas de Montaje
Otros Paños 220 kV	Cubicación y presupuesto de referencia
Otros Paños <220 kV	Diagrama unilineal general
Otros Paños <220 kV	Disposición general (lay out)

Componente	Tarea
Otros Paños <220 kV	Disposición general planta y secciones
Otros Paños <220 kV	Disposición general obras civiles
Otros Paños <220 kV	Especificaciones Técnicas de Equipos y Materiales principales
Otros Paños <220 kV	Especificaciones Técnicas de Montaje
Otros Paños <220 kV	Cubicación y presupuesto de referencia
Otras Máquinas 500 kV	Diagrama unilineal general
Otras Máquinas 500 kV	Disposición general (lay out)
Otras Máquinas 500 kV	Disposición general planta y secciones
Otras Máquinas 500 kV	Disposición general obras civiles
Otras Máquinas 500 kV	Especificaciones Técnicas de Equipos y Materiales principales
Otras Máquinas 500 kV	Especificaciones Técnicas de Montaje
Otras Máquinas 500 kV	Cubicación y presupuesto de referencia
Otras Máquinas 220 kV	Diagrama unilineal general
Otras Máquinas 220 kV	Disposición general (lay out)
Otras Máquinas 220 kV	Disposición general planta y secciones
Otras Máquinas 220 kV	Disposición general obras civiles
Otras Máquinas 220 kV	Especificaciones Técnicas de Equipos y Materiales principales
Otras Máquinas 220 kV	Especificaciones Técnicas de Montaje
Otras Máquinas 220 kV	Cubicación y presupuesto de referencia
Otras Máquinas <220 kV	Diagrama unilineal general
Otras Máquinas <220 kV	Disposición general (lay out)
Otras Máquinas <220 kV	Disposición general planta y secciones
Otras Máquinas <220 kV	Disposición general obras civiles
Otras Máquinas <220 kV	Especificaciones Técnicas de Equipos y Materiales principales
Otras Máquinas <220 kV	Especificaciones Técnicas de Montaje
Otras Máquinas <220 kV	Cubicación y presupuesto de referencia
Comunes de patio 500 kV	Diagrama unilineal general
Comunes de patio 500 kV	Disposición general (lay out)
Comunes de patio 500 kV	Disposición general planta y secciones
Comunes de patio 500 kV	Disposición general obras civiles
Comunes de patio 500 kV	Especificaciones Técnicas de Equipos y Materiales principales
Comunes de patio 500 kV	Especificaciones Técnicas de Montaje
Comunes de patio 500 kV	Cubicación y presupuesto de referencia
Comunes de patio 220 kV	Diagrama unilineal general
Comunes de patio 220 kV	Disposición general (lay out)
Comunes de patio 220 kV	Disposición general planta y secciones
Comunes de patio 220 kV	Disposición general obras civiles
Comunes de patio 220 kV	Especificaciones Técnicas de Equipos y Materiales principales
Comunes de patio 220 kV	Especificaciones Técnicas de Montaje
Comunes de patio 220 kV	Cubicación y presupuesto de referencia
Comunes de SE 500 kV	Diagrama unilineal general
Comunes de SE 500 kV	Disposición general (lay out)
Comunes de SE 500 kV	Disposición general planta y secciones
Comunes de SE 500 kV	Disposición general obras civiles
Comunes de SE 500 kV	Especificaciones Técnicas de Equipos y Materiales principales
Comunes de SE 500 kV	Especificaciones Técnicas de Montaje
Comunes de SE 500 kV	Cubicación y presupuesto de referencia
Comunes de SE 220 kV	Diagrama unilineal general
Comunes de SE 220 kV	Disposición general (lay out)
Comunes de SE 220 kV	Disposición general planta y secciones
Comunes de SE 220 kV	Disposición general obras civiles
Comunes de SE 220 kV	Especificaciones Técnicas de Equipos y Materiales principales
Comunes de SE 220 kV	Especificaciones Técnicas de Montaje
Comunes de SE 220 kV	Cubicación y presupuesto de referencia

b) Ingeniería de Detalles del contratista

Componente	Tarea
OOCC Transformador	Planos estructuras
OOCC Transformador	Planos fundaciones
OOCC Transformador	Memorias de cálculo
MEM Transformador	Planos de disposición
MEM Transformador	Planos de detalles
PyC Transformador	Diagramas Elementales CA
PyC Transformador	Diagramas Elementales CC
PyC Transformador	Diagramas Alambrado Remoto
Adq y GD Transformador	Gestión Compras
Adq y GD Transformador	Gestión Documental
OOCC Paño Tramo 500 kV	Planos estructuras
OOCC Paño Tramo 500 kV	Planos fundaciones
OOCC Paño Tramo 500 kV	Memorias de cálculo
MEM Paño Tramo 500 kV	Planos de disposición
MEM Paño Tramo 500 kV	Planos de detalles
PyC Paño Tramo 500 kV	Diagramas Elementales CA
PyC Paño Tramo 500 kV	Diagramas Elementales CC
PyC Paño Tramo 500 kV	Diagramas Alambrado Remoto
Adq y GD Paño Tramo 500 kV	Gestión Compras
Adq y GD Paño Tramo 500 kV	Gestión Documental
OOCC Paño Tramo 220 kV	Planos estructuras
OOCC Paño Tramo 220 kV	Planos fundaciones
OOCC Paño Tramo 220 kV	Memorias de cálculo
MEM Paño Tramo 220 kV	Planos de disposición
MEM Paño Tramo 220 kV	Planos de detalles
PyC Paño Tramo 220 kV	Diagramas Elementales CA
PyC Paño Tramo 220 kV	Diagramas Elementales CC
PyC Paño Tramo 220 kV	Diagramas Alambrado Remoto
Adq y GD Paño Tramo 220 kV	Gestión Compras
Adq y GD Paño Tramo 220 kV	Gestión Documental
OOCC Otros Paños 500 kV	Planos estructuras
OOCC Otros Paños 500 kV	Planos fundaciones
OOCC Otros Paños 500 kV	Memorias de cálculo
MEM Otros Paños 500 kV	Planos de disposición
MEM Otros Paños 500 kV	Planos de detalles
PyC Otros Paños 500 kV	Diagramas Elementales CA
PyC Otros Paños 500 kV	Diagramas Elementales CC
PyC Otros Paños 500 kV	Diagramas Alambrado Remoto
Adq y GD Otros Paños 500 kV	Gestión Compras
Adq y GD Otros Paños 500 kV	Gestión Documental
OOCC Otros Paños 220 kV	Planos estructuras
OOCC Otros Paños 220 kV	Planos fundaciones
OOCC Otros Paños 220 kV	Memorias de cálculo
MEM Otros Paños 220 kV	Planos de disposición
MEM Otros Paños 220 kV	Planos de detalles
PyC Otros Paños 220 kV	Diagramas Elementales CA
PyC Otros Paños 220 kV	Diagramas Elementales CC
PyC Otros Paños 220 kV	Diagramas Alambrado Remoto
Adq y GD Otros Paños 220 kV	Gestión Compras
Adq y GD Otros Paños 220 kV	Gestión Documental
OOCC Otros Paños <220 kV	Planos estructuras
OOCC Otros Paños <220 kV	Planos fundaciones

Componente	Tarea
OOCC Otros Paños <220 kV	Memorias de cálculo
MEM Otros Paños <220 kV	Planos de disposición
MEM Otros Paños <220 kV	Planos de detalles
PyC Otros Paños <220 kV	Diagramas Elementales CA
PyC Otros Paños <220 kV	Diagramas Elementales CC
PyC Otros Paños <220 kV	Diagramas Alambrado Remoto
Adq y GD Otros Paños <220 kV	Gestión Compras
Adq y GD Otros Paños <220 kV	Gestión Documental
OOCC Otras Máquinas 500 kV	Planos estructuras
OOCC Otras Máquinas 500 kV	Planos fundaciones
OOCC Otras Máquinas 500 kV	Memorias de cálculo
MEM Otras Máquinas 500 kV	Planos de disposición
MEM Otras Máquinas 500 kV	Planos de detalles
PyC Otras Máquinas 500 kV	Diagramas Elementales CA
PyC Otras Máquinas 500 kV	Diagramas Elementales CC
PyC Otras Máquinas 500 kV	Diagramas Alambrado Remoto
Adq y GD Otras Máquinas 500 kV	Gestión Compras
Adq y GD Otras Máquinas 500 kV	Gestión Documental
OOCC Otras Máquinas 220 kV	Planos estructuras
OOCC Otras Máquinas 220 kV	Planos fundaciones
OOCC Otras Máquinas 220 kV	Memorias de cálculo
MEM Otras Máquinas 220 kV	Planos de disposición
MEM Otras Máquinas 220 kV	Planos de detalles
PyC Otras Máquinas 220 kV	Diagramas Elementales CA
PyC Otras Máquinas 220 kV	Diagramas Elementales CC
PyC Otras Máquinas 220 kV	Diagramas Alambrado Remoto
Adq y GD Otras Máquinas 220 kV	Gestión Compras
Adq y GD Otras Máquinas 220 kV	Gestión Documental
OOCC Otras Máquinas <220 kV	Planos estructuras
OOCC Otras Máquinas <220 kV	Planos fundaciones
OOCC Otras Máquinas <220 kV	Memorias de cálculo
MEM Otras Máquinas <220 kV	Planos de disposición
MEM Otras Máquinas <220 kV	Planos de detalles
PyC Otras Máquinas <220 kV	Diagramas Elementales CA
PyC Otras Máquinas <220 kV	Diagramas Elementales CC
PyC Otras Máquinas <220 kV	Diagramas Alambrado Remoto
Adq y GD Otras Máquinas <220 kV	Gestión Compras
Adq y GD Otras Máquinas <220 kV	Gestión Documental
OOCC Comunes de Patio 500 kV	Planos estructuras
OOCC Comunes de Patio 500 kV	Planos fundaciones
OOCC Comunes de Patio 500 kV	Memorias de cálculo
MEM Comunes de Patio 500 kV	Planos de disposición
MEM Comunes de Patio 500 kV	Planos de detalles
PyC Comunes de Patio 500 kV	Diagramas Elementales CA
PyC Comunes de Patio 500 kV	Diagramas Elementales CC
PyC Comunes de Patio 500 kV	Diagramas Alambrado Remoto
Adq y GD Comunes de Patio 500 kV	Gestión Compras
Adq y GD Comunes de Patio 500 kV	Gestión Documental
OOCC Comunes de Patio 220 kV	Planos estructuras
OOCC Comunes de Patio 220 kV	Planos fundaciones
OOCC Comunes de Patio 220 kV	Memorias de cálculo
MEM Comunes de Patio 220 kV	Planos de disposición
MEM Comunes de Patio 220 kV	Planos de detalles
PyC Comunes de Patio 220 kV	Diagramas Elementales CA

Componente	Tarea
PyC Comunes de Patio 220 kV	Diagramas Elementales CC
PyC Comunes de Patio 220 kV	Diagramas Alambrado Remoto
Adq y GD Comunes de Patio 220 kV	Gestión Compras
Adq y GD Comunes de Patio 220 kV	Gestión Documental
OOCC Comunes de SE 500 kV	Planos estructuras
OOCC Comunes de SE 500 kV	Planos fundaciones
OOCC Comunes de SE 500 kV	Planos Casa Control, cierros, canalizaciones y otros
OOCC Comunes de SE 500 kV	Memorias de cálculo
MEM Comunes de SE 500 kV	Planos de disposición
MEM Comunes de SE 500 kV	Planos de detalles
MEM Comunes de SE 500 kV	Memorias de cálculo
PyC Comunes de SE 500 kV	Diagramas Elementales CA
PyC Comunes de SE 500 kV	Diagramas Elementales CC
PyC Comunes de SE 500 kV	Diagramas Alambrado Remoto
Adq y GD Comunes de SE 500 kV	Gestión Compras
Adq y GD Comunes de SE 500 kV	Gestión Documental
OOCC Comunes de SE 220 kV	Planos estructuras
OOCC Comunes de SE 220 kV	Planos fundaciones
OOCC Comunes de SE 220 kV	Planos Casa Control, cierros, canalizaciones y otros
OOCC Comunes de SE 220 kV	Memorias de cálculo
MEM Comunes de SE 220 kV	Planos de disposición
MEM Comunes de SE 220 kV	Planos de detalles
MEM Comunes de SE 220 kV	Memorias de cálculo
PyC Comunes de SE 220 kV	Diagramas Elementales CA
PyC Comunes de SE 220 kV	Diagramas Elementales CC
PyC Comunes de SE 220 kV	Diagramas Alambrado Remoto
Adq y GD Comunes de SE 220 kV	Gestión Compras
Adq y GD Comunes de SE 220 kV	Gestión Documental

c) Revisión y Aprobación de la Ingeniería de Detalles (Propietario)

Componente	Tarea
	REVISIÓN E INSPECCIÓN DEL PROPIETARIO
Rev Transformador	Revisión Ingeniería de Detalle Autotransformadores 500 kV
Rev Paños Tramo 500 kV	Revisión Ingeniería de Detalle Paño Tramo 500 kV
Rev Paños Tramo 220 kV	Revisión Ingeniería de Detalle Paño Tramo 220 kV
Rev Otros Paños 500 kV	Revisión Ingeniería de Detalle Otros Paños 500 kV
Rev Otros Paños 220 kV	Revisión Ingeniería de Detalle Otros Paños 220 kV
Rev Otros Paños <220 kV	Revisión Ingeniería de Detalle Otros Paños <220 kV
Rev Otras Máquinas 500 kV	Revisión Ingeniería de Detalle Otras Máquinas 500 kV
Rev Otras Máquinas 220 kV	Revisión Ingeniería de Detalle Otras Máquinas 220 kV
Rev Otras Máquinas <220 kV	Revisión Ingeniería de Detalle Otras Máquinas <220 kV
Rev Comunes de patio 500 kV	Revisión Ingeniería de Detalle Comunes de Patio 500 kV
Rev Comunes de patio 220 kV	Revisión Ingeniería de Detalle Comunes de Patio 220 kV
Rev Comunes de SE 500 kV	Revisión Ingeniería de Detalle Comunes de SE 500 kV
Rev Comunes de SE 220 kV	Revisión Ingeniería de Detalle Comunes de SE 220 kV
Insp Transformador	Inspección ejecución Obra Autotransformadores 500 kV
Insp Paños Tramo 500 kV	Inspección ejecución Obra Paño Tramo 500 kV
Insp Paños Tramo 220 kV	Inspección ejecución Obra Paño Tramo 220 kV
Insp Otros Paños 500 kV	Inspección ejecución Obra Otros Paños 500 kV
Insp Otros Paños 220 kV	Inspección ejecución Obra Otros Paños 220 kV

Componente	Tarea
Insp Otros Paños <220 kV	Inspección ejecución Obra Otros Paños <220 kV
Insp Otras Máquinas 500 kV	Inspección ejecución Obra Otras Máquinas 500 kV
Insp Otras Máquinas 220 kV	Inspección ejecución Obra Otras Máquinas 220 kV
Insp Otras Máquinas <220 kV	Inspección ejecución Obra Otras Máquinas <220 kV
Insp Comunes de patio 500 kV	Inspección ejecución Obra Comunes de Patio 500 kV
Insp Comunes de patio 220 kV	Inspección ejecución Obra Comunes de Patio 220 kV
Insp Comunes de SE 500 kV	Inspección ejecución Obra Comunes de SE 500 kV
Insp Comunes de SE 220 kV	Inspección ejecución Obra Comunes de SE 220 kV

Con los valores de las actividades de las tablas anteriores se calcula los componentes de costos de las tres etapas de ingeniería, en la hoja “Todo SSEE” de la planilla Costos Unitarios, y que se utilizan en el cálculo de los costos de ingeniería de subestaciones Los resultados obtenidos se indican en la tabla siguiente:

Descripción	Costo Unitario para VI (US$)
INGENIERÍA BÁSICA DEL PROPIETARIO	
Ingeniería Básica Banco Autotransformadores 500 kV	17.306,46
Ingeniería Básica de Paño de Tramo 500 kV	15.117,74
Ingeniería Básica de Paño de Tramo 220 kV	13.014,67
Ingeniería Básica de Otros Paños de 500 kV	10.853,35
Ingeniería Básica de Otros Paños de 220 kV	9.561,12
Ingeniería Básica de Otros Paños de <220 kV	8.501,00
Ingeniería Básica de Otras Máquinas 500 kV	17.306,46
Ingeniería Básica de Otras Máquinas 220 kV	15.117,74
Ingeniería Básica de Otras Máquinas <220 kV	13.014,67
Ingeniería Básica de SE 500 kV (fijo)	26.977,15
Ingeniería Básica de SE 220 kV (fijo)	22.251,09
Ingeniería Básica de Comunes de Patio 500 kV	10.853,35
Ingeniería Básica de Comunes de Patio 220 kV	9.561,12
INDIRECTOS DEL CONTRATISTA	
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Autotransformadores 500 kV	13.178,68
Ingeniería de Detalle Montaje EM Autotransformadores 500 kV	6.387,43
Ingeniería de Detalle Protección y control Autotransformadores 500 kV	18.417,47
Adquisiciones y Gestión Documental Autotransformadores 500 kV	16.904,29
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Paño Tramo 500 kV	13.178,68
Ingeniería de Detalle Montaje EM Paño Tramo 500 kV	6.387,43
Ingeniería de Detalle Protección y control Paño Tramo 500 kV	18.417,47
Adquisiciones y Gestión Documental Paño Tramo 500 kV	16.904,29
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Paño Tramo 220 kV	11.347,35
Ingeniería de Detalle Montaje EM Paño Tramo 220 kV	6.387,43
Ingeniería de Detalle Protección y control Paño Tramo 220 kV	14.822,21
Adquisiciones y Gestión Documental Paño Tramo 220 kV	14.615,37
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Otras Máquinas 500 kV	9.906,48
Ingeniería de Detalle Montaje EM Otras Máquinas 500 kV	5.973,37
Ingeniería de Detalle Protección y control Otras Máquinas 500 kV	15.263,04
Adquisiciones y Gestión Documental Otras Máquinas 500 kV	16.904,29
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Otras Máquinas 220 kV	7.879,93
Ingeniería de Detalle Montaje EM Otras Máquinas 220 kV	5.276,54
Ingeniería de Detalle Protección y control Otras Máquinas 220 kV	13.186,10
Adquisiciones y Gestión Documental Otras Máquinas 220 kV	14.615,37
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Otras Máquinas <220 kV	6.880,26
Ingeniería de Detalle Montaje EM Otras Máquinas <220 kV	4.818,71
Ingeniería de Detalle Protección y control Otras Máquinas <220 kV	7.518,60
Adquisiciones y Gestión Documental Otras Máquinas <220 kV	10.919,38

Descripción	Costo Unitario para VI (US$)
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Otras Máquinas 500 kV	13.178,68
Ingeniería de Detalle Montaje EM Otras Máquinas 500 kV	6.387,43
Ingeniería de Detalle Protección y control Otras Máquinas 500 kV	18.417,47
Adquisiciones y Gestión Documental Otras Máquinas 500 kV	16.904,29
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Otras Máquinas 220 kV	7.879,93
Ingeniería de Detalle Montaje EM Otras Máquinas 220 kV	5.276,54
Ingeniería de Detalle Protección y control Otras Máquinas 220 kV	13.186,10
Adquisiciones y Gestión Documental Otras Máquinas 220 kV	14.615,37
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Otras Máquinas <220 kV	6.880,26
Ingeniería de Detalle Montaje EM Otras Máquinas <220 kV	4.818,71
Ingeniería de Detalle Protección y control Otras Máquinas <220 kV	7.518,60
Adquisiciones y Gestión Documental Otras Máquinas <220 kV	10.919,38
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Comunes de Patio 500 kV	13.178,68
Ingeniería de Detalle Montaje EM Comunes de Patio 500 kV	6.387,43
Ingeniería de Detalle Protección y control Comunes de Patio 500 kV	18.417,47
Adquisiciones y Gestión Documental Comunes de Patio 500 kV	16.904,29
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Comunes de Patio 220 kV	11.347,35
Ingeniería de Detalle Montaje EM Comunes de Patio 220 kV	6.387,43
Ingeniería de Detalle Protección y control Comunes de Patio 220 kV	14.822,21
Adquisiciones y Gestión Documental Comunes 220 kV	14.615,37
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Comunes de SE 500 kV	40.743,37
Ingeniería de Detalle Montaje EM Comunes de SE 500 kV	20.932,97
Ingeniería de Detalle Protección y control Comunes de SE 500 kV	7.758,17
Adquisiciones y Gestión Documental Comunes de SE 500 kV	16.904,29
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Comunes de SE 220 kV	33.906,76
Ingeniería de Detalle Montaje EM Comunes de SE 220 kV	16.733,78
Ingeniería de Detalle Protección y control Comunes de SE 220 kV	7.758,17
Adquisiciones y Gestión Documental Comunes de SE 220 kV	14.615,37
REVISIÓN E INSPECCIÓN DEL PROPIETARIO	
Revisión Ingeniería de Detalle Autotransformadores 500 kV	8.303,87
Revisión Ingeniería de Detalle Paño Tramo 500 kV	8.303,87
Revisión Ingeniería de Detalle Paño Tramo 220 kV	6.947,23
Revisión Ingeniería de Detalle Otros Paños 500 kV	6.603,85
Revisión Ingeniería de Detalle Otros Paños 220 kV	5.393,63
Revisión Ingeniería de Detalle Otros Paños <220 kV	3.987,35
Revisión Ingeniería de Detalle Otras Máquinas 500 kV	8.303,87
Revisión Ingeniería de Detalle Otras Máquinas 220 kV	5.393,63
Revisión Ingeniería de Detalle Otras Máquinas <220 kV	3.987,35
Revisión Ingeniería de Detalle Comunes de Patio 500 kV	8.303,87
Revisión Ingeniería de Detalle Comunes de Patio 220 kV	6.947,23
Revisión Ingeniería de Detalle Comunes de SE 500 kV	16.036,60
Revisión Ingeniería de Detalle Comunes de SE 220 kV	13.410,06
Inspección ejecución Obra Autotransformadores 500 kV	27.272,04
Inspección ejecución Obra Paño Tramo 500 kV	27.272,04
Inspección ejecución Obra Paño Tramo 220 kV	20.454,03
Inspección ejecución Obra Otros Paños 500 kV	27.272,04
Inspección ejecución Obra Otros Paños 220 kV	20.454,03
Inspección ejecución Obra Otros Paños <220 kV	13.636,02
Inspección ejecución Obra Otras Máquinas 500 kV	27.272,04
Inspección ejecución Obra Otras Máquinas 220 kV	20.454,03
Inspección ejecución Obra Otras Máquinas <220 kV	13.636,02
Inspección ejecución Obra Comunes de Patio 500 kV	47.726,07
Inspección ejecución Obra Comunes de Patio 220 kV	34.090,05

Descripción	Costo Unitario para VI (US$)
Inspección ejecución Obra Comunes de SE 500 kV	61.362,09
Inspección ejecución Obra Comunes de SE 220 kV	47.726,07

d) Costos de ingeniería de componentes de subestaciones

En la planilla VI_Componentes_SSEE.xlsx se calculan los VI de los componentes de subestaciones, en los cuales se incluyen los costos de ingeniería.

Los valores se leen de la planilla Costos_Unitarios, hoja Todo_SSEE. Con la nueva definición de actividades, los resultados obtenidos para cada etapa de ingeniería y cada componente. Son los que se muestran en las tablas siguientes:

- Hoja Transformador

ACTIVIDAD DE INGENIERÍA	VALOR VI (US$)
INGENIERÍA BÁSICA DEL PROPIETARIO	
Ingeniería Básica Banco Autotransformadores 500 kV	17.306
INDIRECTOS DEL CONTRATISTA	
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Autotransformadores 500 kV	13.179
Ingeniería de Detalle Montaje EM Autotransformadores 500 kV	6.387
Ingeniería de Detalle Protección y control Autotransformadores 500 kV	18.417
Adquisiciones y Gestión Documental Autotransformadores 500 kV	16.904
REVISIÓN E INSPECCIÓN DEL PROPIETARIO	
Revisión Ingeniería de Detalle Autotransformadores 500 kV	8.304
Inspección ejecución Obra Autotransformadores 500 kV	27.272
Total Ingeniería Banco de Autotransformadores 500/220 kV	**107.769**

- Hoja Paño Tramo

ACTIVIDAD DE INGENIERÍA	VALOR VI (US$)
INGENIERÍA BÁSICA DEL PROPIETARIO	
Ingeniería Básica de Paño de Tramo 500 kV	15.117,74
Ingeniería Básica de Paño de Tramo 220 kV	13.014,67
INDIRECTOS DEL CONTRATISTA	
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Paño Tramo 500 kV	13.178,68
Ingeniería de Detalle Montaje EM Paño Tramo 500 kV	6.387,43
Ingeniería de Detalle Protección y control Paño Tramo 500 kV	18.417,47
Adquisiciones y Gestión Documental Paño Tramo 500 kV	16.904,29
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Paño Tramo 220 kV	11.347,35
Ingeniería de Detalle Montaje EM Paño Tramo 220 kV	6.387,43
Ingeniería de Detalle Protección y control Paño Tramo 220 kV	14.822,21
Adquisiciones y Gestión Documental Paño Tramo 220 kV	14.615,37
REVISIÓN E INSPECCIÓN DEL PROPIETARIO	
Revisión Ingeniería de Detalle Paño Tramo 500 kV	8.303,87

Revisión Ingeniería de Detalle Paño Tramo 220 kV	6.947,23
Inspección ejecución Obra Paño Tramo 500 kV	27.272,04
Inspección ejecución Obra Paño Tramo 220 kV	20.454,03
Total Ingeniería Paño Tramo 500 kV	**105.581,52**
Total Ingeniería Paño Tramo 220 kV	**87.588,29**

- Hoja Comunes de Patio

ACTIVIDAD DE INGENIERÍA	VALOR VI (US$)
INGENIERÍA BÁSICA DEL PROPIETARIO	
Ingeniería Básica de Comunes de Patio 500 kV	10.853,35
Ingeniería Básica de Comunes de Patio 220 kV	9.561,12
INDIRECTOS DEL CONTRATISTA	
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Comunes de Patio 500 kV	13.178,68
Ingeniería de Detalle Montaje EM Comunes de Patio 500 kV	6.387,43
Ingeniería de Detalle Protección y control Comunes de Patio 500 kV	18.417,47
Adquisiciones y Gestión Documental Comunes de Patio 500 kV	16.904,29
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Comunes de Patio 220 kV	11.347,35
Ingeniería de Detalle Montaje EM Comunes de Patio 220 kV	6.387,43
Ingeniería de Detalle Protección y control Comunes de Patio 220 kV	14.822,21
Adquisiciones y Gestión Documental Comunes 220 kV	14.615,37
REVISIÓN E INSPECCIÓN DEL PROPIETARIO	
Revisión Ingeniería de Detalle Comunes de Patio 500 kV	8.303,87
Revisión Ingeniería de Detalle Comunes de Patio 220 kV	6.947,23
Inspección ejecución Obra Comunes de Patio 500 kV	47.726,07
Inspección ejecución Obra Comunes de Patio 220 kV	34.090,05
Total Ingeniería Patio 500 kV	**121.771,16**
Total Ingeniería Patio 220 kV	**97.770,76**

- Hoja Comunes de SE

ACTIVIDAD DE INGENIERÍA	VALOR VI (US$)
INGENIERÍA BÁSICA DEL PROPIETARIO	
Ingeniería Básica de SE 500 kV (fijo)	26.977,15
Ingeniería Básica de SE 220 kV (fijo)	22.251,09
INDIRECTOS DEL CONTRATISTA	
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Comunes de SE 500 kV	40.743,37
Ingeniería de Detalle Montaje EM Comunes de SE 500 kV	20.932,97
Ingeniería de Detalle Protección y control Comunes de SE 500 kV	7.758,17
Adquisiciones y Gestión Documental Comunes de SE 500 kV	16.904,29
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Comunes de SE 220 kV	33.906,76
Ingeniería de Detalle Montaje EM Comunes de SE 220 kV	16.733,78
Ingeniería de Detalle Protección y control Comunes de SE 220 kV	7.758,17
Adquisiciones y Gestión Documental Comunes de SE 220 kV	14.615,37

REVISIÓN E INSPECCIÓN DEL PROPIETARIO	
Revisión Ingeniería de Detalle Comunes de SE 500 kV	16.036,60
Revisión Ingeniería de Detalle Comunes de SE 220 kV	13.410,06
Inspección ejecución Obra Comunes de Patio 500 kV	47.726,07
Inspección ejecución Obra Comunes de Patio 220 kV	34.090,05
Total Ingeniería Comunes SE 500 kV	**177.078,62**
Total Ingeniería Comunes SE 220 kV	**142.765,28**

- Hoja Otros Paños y Máquinas

ACTIVIDAD DE INGENIERÍA	VALOR VI (US$)
INGENIERÍA BÁSICA DEL PROPIETARIO	
Ingeniería Básica de Otros Paños de 500 kV	10.853,35
Ingeniería Básica de Otros Paños de 220 kV	9.561,12
Ingeniería Básica de Otros Paños de <220 kV	8.501,00
Ingeniería Básica de Otras Máquinas 500 kV	17.306,46
Ingeniería Básica de Otras Máquinas 220 kV	15.117,74
Ingeniería Básica de Otras Máquinas <220 kV	13.014,67
INDIRECTOS DEL CONTRATISTA	
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Otros Paños 500 kV	9.906,48
Ingeniería de Detalle Montaje EM Otros Paños 500 kV	5.973,37
Ingeniería de Detalle Protección y control Otros Paños 500 kV	15.263,04
Adquisiciones y Gestión Documental Otros Paños 500 kV	16.904,29
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Otros Paños 220 kV	7.879,93
Ingeniería de Detalle Montaje EM Otros Paños 220 kV	5.276,54
Ingeniería de Detalle Protección y control Otros Paños 220 kV	13.186,10
Adquisiciones y Gestión Documental Otros Paños 220 kV	14.615,37
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Otros Paños <220 kV	6.880,26
Ingeniería de Detalle Montaje EM Otros Paños <220 kV	4.818,71
Ingeniería de Detalle Protección y control Otros Paños <220 kV	7.518,60
Adquisiciones y Gestión Documental Otros Paños <220 kV	10.919,38
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Otras Máquinas 500 kV	9.906,48
Ingeniería de Detalle Montaje EM Otras Máquinas 500 kV	5.973,37
Ingeniería de Detalle Protección y control Otras Máquinas 500 kV	15.263,04
Adquisiciones y Gestión Documental Otras Máquinas 500 kV	16.904,29
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Otras Máquinas 220 kV	7.879,93
Ingeniería de Detalle Montaje EM Otras Máquinas 220 kV	5.276,54
Ingeniería de Detalle Protección y control Otras Máquinas 220 kV	13.186,10
Adquisiciones y Gestión Documental Otras Máquinas 220 kV	14.615,37
Ingeniería de Detalle Obras Civiles Otras Máquinas <220 kV	6.880,26
Ingeniería de Detalle Montaje EM Otras Máquinas <220 kV	4.818,71
Ingeniería de Detalle Protección y control Otras Máquinas <220 kV	7.518,60
Adquisiciones y Gestión Documental Otras Máquinas <220 kV	10.919,38
REVISIÓN E INSPECCIÓN DEL PROPIETARIO	
Revisión Ingeniería de Detalle Otros Paños 500 kV	6.603,85
Revisión Ingeniería de Detalle Otros Paños 220 kV	5.393,63
Revisión Ingeniería de Detalle Otros Paños <220 kV	3.987,35
Revisión Ingeniería de Detalle Otras Máquinas 500 kV	8.303,87
Revisión Ingeniería de Detalle Otras Máquinas 220 kV	5.393,63
Revisión Ingeniería de Detalle Otras Máquinas <220 kV	3.987,35

Inspección ejecución Obra Otros Paños 500 kV	27.272,04
Inspección ejecución Obra Otros Paños 220 kV	20.454,03
Inspección ejecución Obra Otros Paños <220 kV	13.636,02
Inspección ejecución Obra Otras Máquinas 500 kV	27.272,04
Inspección ejecución Obra Otras Máquinas 220 kV	20.454,03
Inspección ejecución Obra Otras Máquinas <220 kV	13.636,02
Total Ingeniería Otros Paños de 500 kV	**92.776,42**
Total Ingeniería Otros Paños de 220 kV	**76.366,72**
Total Ingeniería Otros Paños de <220 kV	**56.261,32**
Total Ingeniería Otras Máquinas de 500 kV	**100.929,55**
Total Ingeniería Otras Máquinas de 220 kV	**81.923,34**
Total Ingeniería Otras Máquinas de <220 kV	**60.774,99**

5.5 Análisis y comparación de costos de Montaje de Instalaciones

5.5.1 Metodología utilizada por el Consultor del ETT

5.5.1.1 Metodología General de determinación de costos de montaje

Como se ha señalado anteriormente, para la determinación del VI de las instalaciones, el Consultor del ETT utilizó una planilla de cálculo para las líneas y otra para las subestaciones. En ambas, ´se calcula un Costo Directo que incluye tres partes: Materiales, Montaje y Transporte.

Con el mismo concepto señalado en el punto de costos de ingeniería utilizado por el Consultor del ETT es que el propietario solo realiza la ingeniería Conceptual y Básica y, mediante un contrato del tipo EPC (Engineer, Procurement and Constructión), encarga a un Contratista la ingeniería de detalles, suministros y construcción para la ejecución de la instalación hasta la puesta en servicio.

Los costos de montaje de materiales de obra y de ejecución de obra civil se calcularon en forma similar a los costos de ingeniería, esto es, definiendo para cada tarea o actividad de montaje, la composición de un equipo de trabajo (cuadrilla de montaje) y la utilización de equipos necesarios, junto con estimar el rendimiento diario que se puede tener

El costo de cada tarea o actividad se obtuvo como:

$$\frac{Cantidad\ total}{Rendimiento\ diario} * Costo\ diario\ cuadrilla$$

En el cálculo del VI, se valoriza el costo de montaje, con las cantidades de cada tarea o actividad, leyéndola del inventario o de las características de la instalación y los precios unitarios leídos de la planilla de costos unitarios.

5.5.1.2 Metodología de costos de montaje de líneas

De acuerdo a lo indicado en el informe del consultor, la Metodología de cálculo de los valores de Montaje de instalaciones de líneas se realizó definiendo los Componentes de Montaje dividiendo estos en tareas a las que agregó sus unidades de medida. Los componentes del Montaje definidos por el consultor son:

- Topografía
- Construcción de caminos de acceso
- Ensayos de suelo
- Excavaciones
- Hormigonado de bases
- Montaje de estructuras metálicas
- Montaje de estructuras tubulares
- Montaje de aislación
- Tendido de conductores de energía
- Tendido de cables de guardia
- Balizamiento
- Puesta a tierra
- Terminaciones

Las tareas definidas para cada componente del Montaje y las correspondientes unidades de medida que servirán posteriormente para calcular la contribución de cada tarea al VI de líneas, son las que se muestran en el siguiente cuadro.

Tarea	Unidad	Tarea	Unidad
Topografía		**Tendido de conductores de energía**	
Apertura de picadas, roce y tala de árboles	ha	Colocación de la cordina (ce)	km
Relevamiento	km	Tendido (cs)	km
Replanteo	km	Tendido (cc)	km
Construcción de caminos de acceso		Tendido GZTACSR (cs)	km
En terreno llano	km	Tensado y flechado (cs)	km
En cerro	km	Tensado y flechado (cc)	km
Ensayos de suelo		Tensado y flechado GZTACSR (cs)	km
Ensayos de suelo en suelo normal	Torre	Colocación de preformados y enmorsetado (cs)	Torre
Ensayos de suelo en roca	Torre	Colocación de preformados y enmorsetado (cc)	Torre
Excavaciones		Colocación de preformados y enmorsetado GZTACSR (cs)	Torre
Con retroexcavadora	m3	Armado de puentes (cs)	Torre
Con excavadora helicoidal	m3	Armado de puentes (cc)	Torre
A mano	m3	Amarre cable GZTACSR y armado de puentes (cs)	Torre
En roca	m3	Colocacion de amortiguadores Stockbridge	Torre
Relleno compactado	m3	Colocacion de amortiguadores espaciadores	Vano
Hormigonado de bases		Colocacion de amortiguadores Stockbridge GZTACSR	Torre
Enfierradura	kg	**Tendido de cables de guardia**	
Instalación de Moldaje	m2	Colocación de la cordina (cg)	km
Hormigón simple	m3	Tendido (cg)	km
H° A°	m3	Tensado y flechado (cg)	km
Replanteo de stubs	Torre	Enmorsetado (cg)	Torre
Pilotes	c/u	Colocacion de amortiguadores Stockbridge (cg)	Torre
Montaje de estructuras metálicas		**Balizamiento**	
Seleccion de torres en obrador	t	Colocacion de esferas	Vano
Torres arriendadas		Pintado de torres	Torre
Armado en el piso	Torre	**Puesta a tierra**	
Izado y armado y ajuste de riendas	Torre	Zanjeo	m
Torres autosoportadas	t	Colocacion de pletinas	m
Montaje de estructuras tubulares		Medición de resistencia	Torre
Soportes tubulares (tipo Petit Jean) 18 m	c/u	**Terminaciones**	
Poste H°A° 18 m	c/u	Colocación de carteles	Torre
Montaje de aislación		Revisión de torres y punteado	Torre
Cadenas de suspensión y roldanas (cs)	Torre	Revisión final	Torre
Cadenas de suspensión y roldanas (cc)	Torre	**Ensayos y puesta en servicio**	km
Anclajes (cs)	Torre		
Anclajes (cc)	Torre		

Como se puede apreciar para la mayor parte de las tareas que se realizan en el punto de ubicación de la torre se utiliza como unidad de medición la torre, salvo aquellas tareas que son parte de las excavaciones y algunas del hormigonado en que su unidad de medida es m3. En general las tareas que tienen que ver con el tendido y tensado de conductor la unidad de medida es km. Estas unidades de medida son utilizadas para valorizar el montaje de la Línea.

Por otra parte en la revisión de la metodología aplicada, se verifica que en la hoja “Montaje Líneas” de la planilla de cálculo “Costos Unitarios.xlsx” se ingresaron los recursos que el consultor definió como necesarios para realizar las tareas de los componentes del montaje.

Estos recursos están divididos en recursos de personal y recursos de equipos, los que están valorados como costos diarios para realizar las tareas.

Los Costos de Personal están desagregados en diferentes niveles de mano de obra que participa en la construcción de una línea. Se puede ver que entre estos costos de personal no se contempla la participación de profesionales de las especialidades de ingeniería.

Costos de Personal (Valores diarios en USD)																
Capataz	Responsable Ensayos	Operador eq. tendido	Maestro Primero Especializado	Maestro Primero	Maestro Segundo	Ayudante	Chofer topadora	Chofer retro helicoidal	Chofer Grua	Chofer Hidrogrua	Chofer camion /tractor	Topógrafo	Ayudante Topógrafo	Laboratorista	Ayudante Laboratorio	Sereno
230	305	195	146	195	123	77	204	204	204	204	204	183	76	223	213	77

Por su parte, dentro de los recursos de equipamiento que se definieron para realizar las tareas, se contemplan los equipos para transporte, excavación, para mezcla, para izamiento y para el tendido del conductor. A estos se le han incorporado valores de costo diario.

Costos de Equipos (Valores diarios en USD)															
Camioneta 4x4	Camioneta pick up	Camión volcador	Camión liviano	Compresor	Topadora	Motoniveladora	Retroexcavadora pequeña	Excavadora helicoidal	Grúa liviana (25 m, 8 t)	Grúa mediana (25 m, 30 t)	Equipo de tendido	Equipo de ensayo SPT	Equipo de ensayo roca	Grua 45 a 55 tn	Pilotera
127	99	310	133	124	502	495	215	468	441	645	619	626	659	995	436

Costos de Equipos (Valores diarios en USD)															
Carretón liviano	Martillo neumatico	Retropala	Hidrogrua 15 a 20 TN	Camion Regador 10 m3	Camion Semiremolque	Chulengo 8000 lts	Acoplado Playo	Tractor 4x4	Grupo Electrogeno	Compactadores	Casilla Rodante	Combi 12 a 19 Personas	Colectivo personal	Ambulancia	Camion Combustible
100	49	461	436	311	228	42	55	229	42	16	105	116	77	166	326

A esta información que se presenta en la planilla “Costos Unitarios.xlsx”, el consultor ingresó la cantidad de cada uno de los recursos utilizados para cada tarea, se realizó el producto con el valor de cada recurso y la dividió por el rendimiento diario, con lo que se obtiene el costo unitario para cada una de las tareas.

5.5.1.3 Metodología de costos de montaje de subestaciones

En la determinación de los costos unitarios de montaje de subestaciones se utiliza el siguiente agrupamiento de las tareas:

- Marcos, soportes y fundaciones
- Montaje de equipos primarios
- Comunes de paño
- Comunes de Patio
- Comunes de S/E
- Protección y Control
- Iluminación e Instalaciones Mecánicas
- Equipos mayores
- Comunicaciones

Para cada tarea en los grupos anteriores, se define una cuadrilla considerando los siguientes tipos de trabajadores: Chofer, Especialista Senior (Nivel B), Capataz, Maestro Primero, Maestro Segundo, Topógrafo, Ayudante Topógrafo, Ayudante

Los equipos considerados son los siguientes: Camión volcador, Camión liviano, Retroexcavadora pequeña, Rodillo para compactación de tierra pequeño, Grúa liviana (15 m, 1 t), Grúa mediana (25 m, 30 t), Grúa pesada (50 t), Combi 12 a 19 Personas, Compresor, Compactadores

Con la cantidad de trabajadores de la cuadrilla y el costo diario de cada uno, se calcula el costo diario de la cuadrilla. De la misma forma se calcula el costo diario de los equipos requeridos en cada tarea o actividad.

Con el costo diario y una estimación del rendimiento diario de ejecución de la tarea, se obtiene el VI de montaje de cada una de las tareas definidas.

En el cálculo del VI de cada componente de subestaciones, se contabiliza la cantidad de unidades de cada tarea y se multiplica por el costo unitario de montaje de la tarea, leído en la planilla de costos unitario.

5.5.1.4 Observaciones a la metodología del Consultor del ETT

a) **Líneas**

Los componentes definidos por el consultor corresponden, en general, al montaje de líneas y las tareas que se incluyen en los componentes del montaje son las apropiadas. Las tareas o actividades definidas son exactamente las mismas que utilizó el Consultor del ETT 2010.

Como excepción a lo anterior, se considera que la Topografía y los Ensayos de Suelos no corresponden a actividades que se realizan durante el Montaje, sino más bien durante el desarrollo de la Ingeniería. En el primer caso, solo el replanteo debiera estar colocado en esta etapa. Además refiriéndonos a este mismo componente, las tareas de apertura de picadas, roce y tala de árboles debieran estar ubicados en otro ítem.

De la misma forma, los Ensayos de Suelo también se realizan durante la ejecución de la Ingeniería, ya que con estos se definirán las fundaciones de las torres. Además en la valorización de la Ingeniería ya está incluido un estudio preliminar geotécnico.

No obstante las indicaciones anteriores, en lo referente al método utilizado, en términos generales, este parece ser adecuado, por cuanto el cálculo de valores diarios de recursos, para luego aplicar rendimientos y con esto obtener costos unitarios para cada tarea, los que luego al ser aplicados sobre las valores de las unidades de medida definidas para cada línea, entrega los valores de montaje de línea.

b) **Subestaciones**

La metodología utilizada para el cálculo de montaje de subestaciones es el mismo que utilizó el Consultor del ETT 2010. Las tareas o actividades definidas son exactamente las mismas. Solo agregó 3 tareas de obras civiles no consideradas en el ETT 2010

La metodología del Consultor del ETT 2014 es la de mayor utilización en estudios de cálculo de costos de inversión de instalaciones de transmisión y subtransmisión, por lo cual desde el punto de vista conceptual se considera apropiada.

Las observaciones tienen relación con la aplicación de la metodología y la estimación de valores que se realiza, lo cual se presenta en los puntos siguientes de este informe.

5.5.2 Cálculo de los costos de montaje del Consultor del ETT

5.5.2.1 Descripción del proceso de cálculo

El proceso de cálculo de los costos montaje es análogo al de costos de ingeniería ya descrito. Consiste en un conjunto de planillas vinculadas en forma secuencial.

En una primera planilla "PreciosAVI_pedido_envio.xlsx", en que se encuentran principalmente los precios unitarios de equipos y materiales, se incluye el costo mensual de cada categoría tipo de trabajador considerado en la conformación de las cuadrillas de montaje. Los costos unitarios de los equipos se encuentran en la planilla "Costos_Unitarios.xlsx" y están calculados sobre la base de un valor diario de arriendo, los cuales se leen de la planilla "PreciosAVI_pedido_envio.xlsx".

A continuación, en la planilla "Costos_Unitarios.xlsx", en una hoja para subestaciones y otra para líneas, se lista las actividades de montaje consideradas por el Consultor del ETT.

Para cada una de ellas se registra la cantidad de trabajadores por tipo de la cuadrilla de montaje y los equipos. Se valoriza el costo de ejecución de la actividad con el rendimiento (cantidad de actividad por día de trabajo) y el costo diario de la cuadrilla y los equipos.

Con los valores de costos de las actividades se construyen en otra hoja de la misma planilla "Costos_Unitarios.xlsx", los elementos de costos de ingeniería definidos por el Consultor del ETT. Tales valores se encuentran en las hojas Todo_SSE y Todo_Líneas.

En las planillas que se calculan los VI de las instalaciones, "VI_Componentes_SSEE.xlsx" y "VI_Componentes_Lineas.xlsm", se registran los costos de montaje leyendo el valor de las Hoja Todo_SSE y Todo_Líneas respectivamente, para cada componente de la subestación o línea que corresponda.

5.5.2.2 Cálculo de costos de montaje de líneas

En la planilla "Costos Unitarios.xlsx", Hoja "Todo Líneas" se listan los costos unitarios de montaje, los cuales son leídos de la Hoja Montaje Líneas en la misma planilla.

Los Valores Unitarios de Tareas del listado, desde el inicio de la construcción hasta el montaje de las estructuras, corresponden a los siguientes:

- Topografía. Esta componente representa las acciones iniciales del proyecto para definir el trazado de la Línea y debiera formar parte de la Ingeniería.
- Caminos de Acceso. Es la realización de caminos que permitirán acceder a la ubicación del trazado de la Línea tanto para la construcción como el mantenimiento.
- Ensayos de Suelo. Representa los estudios de mecánica de suelos que sirven de base para el cálculo de fundaciones y debieran formar parte de la Ingeniería.

- Excavaciones. Se realizan en la ubicación donde serán emplazadas las torres para realizar las fundaciones que soportan la línea.
- Hormigonado. Corresponde a tareas para realizar las fundaciones que soportará los esfuerzos de cada torre.
- Montaje de Estructuras. Corresponde a las tareas de armado y emplazamiento de las torres.

En la tabla siguiente se muestra los valores informados por el Consultor en la planilla “Costos Unitarios.xlsx”.

Descripción	Unidad	Costo Unitario para VI
Topografía		
Apertura de picadas, roce y tala de árboles	ha	382,9
Relevamiento	km	155,2
Replanteo	km	465,6
Construcción de caminos de acceso		
En terreno llano	km	893,0
En cerro	km	1.793,8
Ensayos de suelo		
Ensayos de suelo en suelo normal	Torre	127,2
Ensayos de suelo en roca	Torre	261,2
Excavaciones		
Con retroexcavadora	m3	186,5
Con excavadora helicoidal	m3	87,7
A mano	m3	331,8
En roca	m3	338,4
Relleno compactado	m3	203,1
Hormigonado de bases		
Enfierradura	kg	2,7
Instalación de Moldaje	m2	104,0
Hormigón simple	m3	101,1
H° A°	m3	181,3
Replanteo de stubs	Torre	509,9
Pilotes	c/u	2.704,9
Montaje de estructuras metálicas		
Seleccion de torres en obrador	t	35,7
Torres arriendadas	0,0	
Armado en el piso	Torre	937,8
Izado y armado y ajuste de riendas	Torre	2.045,3
Torres autosoportadas	t	1.110,9
Montaje de estructuras tubulares		
Soportes tubulares (tipo Petit Jean) 18 m	c/u	360,5
Poste H°A° 18 m	c/u	360,5

Para el montaje eléctrico de la línea se considera las siguientes tareas:

- Montaje Aislación. Corresponde al armado e instalación de las cadenas de aisladores que soportara el conductor en cada torre. Se diferencian en Suspensión y Anclaje.
- Tendido de Conductores. Comprende las tareas de tendido, tensado, flechado, amarrado y armado de puentes y labores adicionales para colocar el conductor entre torres.
- Tendido de cable de Guardia. Al igual que el tendido de conductores comprende tareas de tendido, tensado y flechado y colocación de amortiguadores.

- Balizamiento, Puesta a Tierra, Terminaciones. Corresponden a la parte final del montaje, y comprenden tareas de colocar balizas, pintado, medición de resistencia, carteles, puesta en servicio, etc.

En la tabla siguiente se muestra los valores informados por el Consultor en la planilla “Costos Unitarios.xlsx”.

Descripción	Unidad	Costo Unitario para VI
Montaje de aislación		
Cadenas de suspensión y roldanas (cs)	Torre	1.302,8
Cadenas de suspensión y roldanas (cc)	Torre	1.737,1
Anclajes (cs)	Torre	1.423,8
Anclajes (cc)	Torre	2.195,4
Tendido de conductores de energía		
Colocación de la cordina (ce)	km	1.434,4
Tendido (cs)	km	10.126,4
Tendido (cc)	km	12.049,0
Tendido GZTACSR (cs)	km	10.126,4
Tensado y flechado (cs)	km	985,8
Tensado y flechado (cc)	km	1.761,3
Tensado y flechado GZTACSR (cs)	km	985,8
Colocación de preformados y enmorsetado (cs)	Torre	2.552,6
Colocación de preformados y enmorsetado (cc)	Torre	2.949,9
Colocación de preformados y enmorsetado GZTACSR (cs)	Torre	2.552,6
Armado de puentes (cs)	Torre	0,0
Armado de puentes (cc)	Torre	0,0
Amarre cable GZTACSR y armado de puentes (cs)	Torre	2.847,6
Colocacion de amortiguadores Stockbridge	Torre	128,8
Colocacion de amortiguadores espaciadores	Vano	432,3
Colocacion de amortiguadores Stockbridge GZTACSR	Torre	441,8
Tendido de cables de guardia		
Colocación de la cordina (cg)	km	538,3
Tendido (cg)	km	1.573,5
Tensado y flechado (cg)	km	597,2
Enmorsetado (cg)	Torre	798,1
Colocacion de amortiguadores Stockbridge (cg)	Torre	25,9
Balizamiento		
Colocacion de esferas	Vano	168,8
Pintado de torres	Torre	6.437,8
Puesta a tierra		
Zanjeo	m	9,3
Colocacion de pletinas	m	9,3
Medición de resistencia	Torre	214,7
Terminaciones		
Colocación de carteles	Torre	57,5
Revisión de torres y punteado	Torre	606,9
Revisión final	Torre	198,6
Ensayos y puesta en servicio	km	1.670,0

Se observa que la tarea con un mayor costo por torre es el pintado de torres, con un valor de US$ 6.438, el cual es muy desproporcionado respecto del costo de otras tareas., por lo cual se considera excesivo. Por lo anterior, tiene una participación demasiado preponderante en el Costo de Montaje en algunas Líneas, lo que no se condice con su importancia dentro de la totalidad de tareas de montaje, como veremos más adelante.

Los valores de Costos Unitarios de Montaje que se obtienen en la hoja “Todo Líneas” de la planilla de cálculo “Costos Unitarios.xlsx”, se aplican sobre las unidades definidas para el montaje en la Planilla de cálculo del VI

de Líneas “VI_Componentes_Lineas”, obteniéndose los valores VI de Montaje, los que forman parte del valor del VI LAT TOTAL de la misma planilla.

Al calcular la proporción porcentual que representa el valor obtenido VI de Montaje sobre el valor total del VI de cada línea: “VI LAT TOTAL”, obtenemos, de acuerdo a nuestro criterio, tres rangos de valores porcentuales de VI de Montaje, de aporte al VI de Línea. Estos valores porcentuales varían en los siguientes rangos:

- Aporte porcentual de VI de Montaje Alto.
- Aporte porcentual de VI de Montaje medio.
- Aporte porcentual de VI de Montaje Bajo.

- Aporte porcentual Alto.

Se ha definido como un aporte alto al VI Total aquellos valores en que el VI del Montaje es igual o superior al 40% sobre el VI total de la línea. A nuestro modo de ver estos valores resultan excesivos y es necesario establecer la causa de este resultado.

En el cuadro siguiente se muestran las Líneas que están en esta condición.

Seccion Codigo	Nombre de la Línea	Longitud	VI LAT Total	VI Montaje	% VI Montaje /VI LAT Total
LN-2Bb	Línea Crucero - Tap Nueva Victoria 220	153,2	27.693.230	14.659.958	53%
LN-1	Línea Tarapacá - Lagunas 220	55,9	18.087.730	8.519.666	47%
L-47a1	Línea Polpaico - El Llano 220	35,6	1.906.058	888.721	47%
L-8	Línea Nogales - Quillota 220	27,8	13.092.002	6.010.357	46%
L-4	Línea Maitencillo - Punta Colorada 220	109,2	35.036.581	16.072.808	46%
L-12a	Línea Polpaico - El Rodeo 500	61,2	55.499.287	25.171.673	45%
L-20b	Línea Concepción - Hualpén 220	83,5	27.009.827	11.994.964	44%
LN-2Ba	Línea Lagunas - Tap Nueva Victoria 220	20,2	4.550.786	1.998.662	44%
L-6a	Línea Los Vilos - Las Palmas 220	74,5	24.565.831	10.775.135	44%
L-9	Línea Quillota - Polpaico 220	49,7	46.354.930	20.259.420	44%
L-26a	Línea Valdivia - Barro Blanco 220	213,8	24.994.010	10.860.937	43%
L-7	Línea Los Vilos - Nogales 220	97,0	31.086.909	13.275.950	43%
L-26b2c2	Línea Barro Blanco - Puerto Montt 220 T2 C2	97,1	15.132.174	6.372.684	42%
L-12b	Línea Alto Jahuel - El Rodeo 500	10,8	13.545.688	5.690.239	42%
L-2b	Línea San Andres - Cardones 220	30,1	6.782.399	2.840.891	42%
LN-5	Línea Atacama - Domeyko 220	206,1	54.176.076	22.626.904	42%
L-18	Línea Ancoa - Charrúa 500 L2	196,6	90.612.970	37.592.107	41%
L-20a	Línea Charrúa - Concepción 220	72,2	12.353.613	5.073.618	41%
L-26b2c1	Línea Barro Blanco - Puerto Montt 220 T2 C1	106,4	16.552.967	6.675.152	40%
L-5	Línea Punta Colorada - Pan de Azúcar 220	88,5	25.190.519	10.128.625	40%
L-3A	Línea Cardones - Maitencillo 220	132,8	21.465.965	8.557.743	40%
LN-2A	Línea Lagunas - Crucero 220	173,8	26.032.987	10.343.897	40%

Por otra parte, para tratar de encontrar las características de las líneas con aporte porcentual alto del montaje dentro del VI, se analizó las componentes del VI de Montaje y se encontró que el alto costo de montaje en algunas líneas proviene de la Tarea Pintado de Torres, que en algunos casos llega a ser mayor al 40% del Costo Total de Montaje, lo cual es valor excesivo.

En el siguiente cuadro se presentan las Líneas en que la Tarea Pintado de Torres, tiene costos proporcionalmente altos dentro del costo total de montaje.

Seccion Codigo	Nombre de la Línea	VI Montaje	VI Misceláneas (Pintado de Torres)	% Pintado de Torres / Vi Montaje
L-33b2	Línea Melipilla - Cerro Navia 220 T2 C2	258.134	130.727	51%
L-33b1	Línea Melipilla - Cerro Navia 220 T2 C1	258.134	130.727	51%
LN-2Bb	Línea Crucero - Tap Nueva Victoria 220	14.659.958	6.244.710	43%
LN-2Ba	Línea Lagunas - Tap Nueva Victoria 220	1.998.662	836.920	42%
LN-1	Línea Tarapacá - Lagunas 220	8.519.666	3.040.094	36%
L-41	Línea Lagunillas - Hualpen 220	5.511.222	1.234.000	22%
L-33c	Línea Melipilla - Cerro Navia 220 T3	351.875	65.363	19%
LN-5	Línea Atacama - Domeyko 220	22.626.904	1.430.632	6%

- Aporte porcentual de VI de Montaje Medio.

En este segundo grupo de líneas se presentan aquellas Líneas cuyos costos de VI de Montaje representan entre 21 y 40% del VI LAT Total de línea. Estos valores se aparecen como valores razonables de participación considerando que en lo principal los materiales debieran representar la mayor proporción del valor VI LAT total de líneas.

Seccion Codigo	Nombre de la Línea	Longitud	VI LAT Total	VI Montaje	% VI Montaje /VI LAT Total
LN-13	Línea Lagunas - Pozo Almonte 220	65,8	9.721.662	3.779.549	39%
LN-12b	Línea Laberinto - Crucero 220	133,8	36.539.600	14.173.436	39%
L-2a	Línea Carrera Pinto - San Andres 220	45,4	8.410.597	3.227.623	38%
L-6e	Pan de Azúcar - Don Goyo 220	69,8	18.458.703	7.042.612	38%
L-10b	Línea Cerro Navia - Lampa 220	16,7	7.519.767	2.864.023	38%
L-45	Línea Cautín - Mulchen 220	137,4	31.790.253	12.096.600	38%
L-6d	Tap Talinay - Don Goyo 220	37,0	10.526.554	3.999.611	38%
LN-10A	Línea Laberinto - Nueva Zaldívar 220	89,9	26.020.033	9.786.651	38%
LN-10B	Línea Laberinto - Nueva Zaldívar 220	89,9	26.020.033	9.786.651	38%
L-41	Línea Lagunillas - Hualpen 220	24,3	14.667.187	5.511.222	38%
LN-4	Línea Atacama - Encuentro 220	153,5	44.523.639	16.710.643	38%
L-1	Línea Diego de Almagro - Carrera Pinto 220	72,5	11.885.571	4.450.167	37%
L-39	Línea Charrúa - Lagunillas 220	75,9	37.589.191	13.976.319	37%
L-16	Línea Itahue - Ancoa 220	64,5	26.648.277	9.884.947	37%
L-44	Línea Charrua - Mulchen 220	67,0	16.460.329	6.028.440	37%
L-6c	Tap Talinay - Tap Monte Redondo 220	20,7	6.334.665	2.307.532	36%
L-23	Línea Cautín - Ciruelos 220	110,1	21.709.014	7.771.614	36%
L-32	Línea Rapel - Melipilla 220	56,6	16.897.725	6.044.887	36%
LN-12a	Línea Laberinto - Crucero 220	133,8	33.480.214	11.916.943	36%
L-47a2	Línea Polpaico - El Llano 220	35,6	7.003.195	2.489.525	36%
L-6b	Las Palmas - Tap Monte Redondo 220	26,6	7.593.673	2.685.487	35%
L-47b1	Línea Los Maquis - El Llano 220	31,3	4.497.046	1.575.934	35%
L-47b2	Línea Los Maquis - El Llano 220	31,3	4.497.046	1.575.934	35%
L-10a	Línea Polpaico - Lampa 220	13,4	6.061.894	2.104.341	35%
L-42	Línea Colbun - Candelaria 220	213,7	71.348.360	24.747.172	35%
L-13	Línea Ancoa - Alto Jahuel 500	258,2	118.035.070	40.725.596	35%
L-26c	Línea Barro Blanco - Puerto Montt 220 T3	3,3	1.175.339	400.573	34%
L-25a1	Línea Cautín - Ciruelos 220 T1	80,5	9.835.153	3.296.248	34%
L-3B	Línea Cardones - Maitencillo 220	132,6	38.805.819	12.845.244	33%
L-36b	Línea El Rodeo - Chena 220	23,6	16.155.760	5.332.091	33%
L-24	Línea Ciruelos - Valdivia 220	39,4	4.888.766	1.558.138	32%
L-25b	Línea Ciruelos - Valdivia 220	39,4	4.744.116	1.510.783	32%
L-40	Línea Lagunillas - BocaminaII 220	6,0	5.255.276	1.669.147	32%
L-26b1	Línea Barro Blanco - Puerto Montt 220 T1	6,8	1.437.562	449.063	31%
L-17	Línea Ancoa - Charrúa 500 L1	182,7	61.618.735	19.118.572	31%
L-33a2	Línea Melipilla - Cerro Navia 220 T1	34,0	9.471.616	2.924.854	31%
L-14	Línea Ancoa - Alto Jahuel 500	240,3	86.078.096	26.266.397	31%
L-25a2	Línea Cautín - Ciruelos 220 T2	29,5	3.600.972	1.096.870	30%
L-11a	Línea Alto Jahuel - Chena 220	27,5	11.317.160	3.374.220	30%
L-33a1	Línea Melipilla - Cerro Navia 220 T1	17,1	5.393.250	1.597.455	30%
LN-8	Línea Escondida - Nueva Zaldívar 220	14,0	3.868.475	1.129.358	29%
L-21b	Línea Esperanza - Temuco 220	103,9	22.141.758	6.255.621	28%
L-21a2	Línea Esperanza - Tap Laja 220	74,3	15.988.288	4.444.200	28%
L-29	Línea Candelaria - Maipo 220	46,4	15.411.841	4.245.581	28%
L-36a	Línea Alto Jahuel - El Rodeo 220	9,7	6.195.245	1.611.233	26%
L-11b	Línea Chena - Cerro Navia 220	12,2	5.651.198	1.437.457	25%
L-21a1	Línea Charrúa - Tap Laja 220	18,2	4.737.818	1.176.056	25%
LN-6	Línea Domeyko - Escondida 220	7,0	2.544.909	599.099	24%
L-33d	Línea Melipilla - Cerro Navia 220 T4	4,4	2.236.722	502.524	22%

- Aporte porcentual de VI de Montaje Bajo.

Para el análisis se definió como valor de participación porcentual bajo, aquellas Líneas en que el valor porcentual del VI de Montaje sobre el VI LAT Total, no supera el 20%. Estos aparecen como valores exiguos

de participación en el VI total de la Línea, y corresponde realizar una revisión detallada de las características que generan estos valores.

Seccion Codigo	Nombre de la Línea	Longitud	VI LAT Total	VI Montaje	% VI Montaje /VI LAT Total
L-38	Línea Cautín - Temuco 220	2,5	2.561.101	519.982	20%
L-33c	Línea Melipilla - Cerro Navia 220 T3	2,9	1.859.219	351.875	19%
L-33b1	Línea Melipilla - Cerro Navia 220 T2 C1	1,7	1.490.721	258.134	17%
L-33b2	Línea Melipilla - Cerro Navia 220 T2 C2	1,7	1.490.721	258.134	17%
LN-11	Línea Laberinto - El Cobre 220	5,4	1.745.800	244.479	14%
LN-3b2	Línea Crucero - Encuentro 220 T2 C2	1,1	622.283	80.898	13%
LN-7	Línea Domeyko - Sulfuros 220	1,0	1.528.221	186.908	12%
LN-3a	Línea Crucero - Encuentro 220 T 1	0,6	512.663	46.981	9%
L-30.1	Línea Maipo - Alto Jahuel 220 C1	1,1	1.085.282	72.457	7%
L-30.2	Línea Maipo - Alto Jahuel 220 C2	0,6	982.297	56.826	6%
LN-3b1	Línea Crucero - Encuentro 220 T2 C1	0,2	385.553	17.285	4%
L-43	Línea Colbun - Ancoa 220	0,2	1.257.921	28.275	2%

Al revisar el cuadro, se desprende que en su totalidad estos corresponden a Líneas de longitudes menores. Lo anterior aclara en parte el bajo porcentaje de participación sobre el VI LAT Total, porque tratándose de líneas cortas probablemente se evitan en parte algunos costos como Topografía, Construcción de caminos, se minimizan los ensayos de suelo, etc y en la mayoría los costos de montaje se limitan a una cantidad menor de tareas como hormigonado y tendido de conductor.

- VI de Montaje igual a cero.

Para la Línea L-37, Línea Nogales – Polpaico el consultor presentó en la Planilla "VI_Componentes_Lineas.xlsx" en cada una de las tareas de montaje valores cero, con lo cual la planilla arrojó el mismo valor cero de VI de Montaje.

Seccion Codigo	Nombre de la Línea	Longitud	VI LAT Total	VI Montaje	% VI Montaje /VI LAT Total
L-37	Línea Nogales - Polpaico 220	81,9	81.581.103	0	0%

Es probable que esto se trate de un error de fórmula, dado que esta misma Línea también presenta valor cero en el Costo de Ingeniería.

5.5.2.3 Cálculo de costos de montaje de subestaciones

Como se ha señalado anteriormente, el Consultor del ETT 2014 ha utilizado las mismas actividades de montaje que el Consultor del ETT 2010. No realizó una revisión, por cuanto igualmente valorizó actividades válidas para el 2010 pero no para el presente estudio, como es el caso de todos los equipos de 154 kV.

Se hace notar que en el costo unitario para VI de los trabajadores, al valor unitario de la planilla "PreciosAVI_pedido_envio.xlsx" se le adiciona un 2% por concepto de "faenas". Se interpreta que ese valor representa la Instalación de Faenas.

Se observa que para las mismas actividades hay una gran diferencia en las HH de montaje consideradas por el Consultor del ETT 2014, respecto de las utilizadas en el ETT 2010. No se encuentra una explicación y tampoco algún fundamento para ello.

En la tabla siguiente se muestra algunos valores de montaje de equipos eléctricos de mayor utilización en las subestaciones del sistema de transmisión troncal en el ETT 2014:

ACTIVIDAD	Unid.	HH por Unidad	Costo HH por Unidad	Costo Equipos por unidad	Costo Unitario Total (US$)
Montaje de autotransformador monofásico 500/220 kV, incluyendo conexionado de poder y a malla de tierra	c/u	3.100	48.318,49	49.651,70	97.970,19
Montaje de autotransformador monofásico 500/220/66 kV, incluyendo conexionado de poder y a malla de tierra	c/u	3.100	48.318,49	49.651,70	97.970,19
Interruptores 500 kV	c/u	317	5.636,56	2.368,41	8.004,97
Interruptores 220 kV	c/u	140	2.437,43	1.644,73	4.082,16
Desconectadores 1Φ semipantógrafo horizontal 500 kV	c/u	187	3.362,80	1.710,52	5.073,32
Desconectadores 3Φ HSPT 220 kV	c/u	151	2.716,11	1.381,57	4.097,68
Transformadores de corriente 500 kV	c/u	35	638,16	411,18	1.049,34
Transformadores de corriente 220 kV	c/u	20	357,37	230,26	587,63
Transformadores de potencial 500 kV	c/u	35	638,16	411,18	1.049,34
Transformadores de potencial 220 kV	c/u	20	357,37	230,26	587,63
Pararrayos 500 kV	c/u	34	612,63	394,73	1.007,36
Pararrayos 220 kV	c/u	21	388,00	250,00	638,00
Aisladores de pedestal 500 kV	c/u	36	619,32	493,42	1.112,74
Aisladores de pedestal 220 kV	c/u	24	412,88	328,95	741,83
Montaje y conexionado de transformador de SSAA	c/u	180	2.657,70	1.007,21	3.664,91
Armado, montaje y conexionado de tablero de protecciones	c/u	73	1.198,32	0,00	1.198,32
Armado, montaje y conexionado de tableros de control	c/u	73	1.198,32	0,00	1.198,32
Ajuste Protecciones de Patio	c/u	680	15.600,91	591,86	16.192,77
Ajuste Protecciones de Comunes de Patio	c/u	1.020	23.401,37	887,79	24.289,16

Se observa que hay un error en las dos últimas líneas, correspondientes a Ajuste de Protecciones, por cuanto la cantidad de HH y el costo resultante son excesivos.

A modo de referencia, en la tabla siguiente se muestra los resultados de las mismas actividades de montaje en el ETT 2010.

ACTIVIDAD	Unid.	HH por Unidad	Costo HH por Unidad	Costo Equipos por unidad	Costo Unitario Total (US$)
Montaje de autotransformador monofásico 500/220 kV, incluyendo conexionado de poder y a malla de tierra	c/u	976	6.966,27	7.278,10	14.244,37
Montaje de autotransformador monofásico 500/220/66 kV, incluyendo conexionado de poder y a malla de tierra	c/u	2.020	14.850,63	9.097,63	23.948,26
Interruptores 500 kV	c/u	667	4.582,81	3.807,30	8.390,12
Interruptores 220 kV	c/u	333	2.291,41	1.903,65	4.195,06
Desconectadores 1Φ semipantógrafo horizontal 500 kV	c/u	106	659,68	951,83	1.611,51
Desconectadores 3Φ HSPT 220 kV	c/u	212	1.319,37	1.903,65	3.223,02
Transformadores de corriente 500 kV	c/u	27	166,51	209,40	375,91
Transformadores de corriente 220 kV	c/u	27	166,51	209,40	375,91
Transformadores de potencial 500 kV	c/u	27	166,51	209,40	375,91
Transformadores de potencial 220 kV	c/u	27	166,51	209,40	375,91
Pararrayos 500 kV	c/u	40	249,76	314,10	563,86
Pararrayos 220 kV	c/u	27	166,51	209,40	375,91
Aisladores de pedestal 500 kV	c/u	32	199,81	251,28	451,09
Aisladores de pedestal 220 kV	c/u	27	166,51	209,40	375,91
Montaje y conexionado de transformador de SSAA	c/u	80	499,52	628,21	1.127,72
Armado, montaje y conexionado de tablero de protecciones	c/u	91	699,03	0,00	699,03
Armado, montaje y conexionado de tableros de control	c/u	91	699,03	0,00	699,03
Ajuste Protecciones de Patio	c/u	4	33,31	0,00	33,31
Ajuste Protecciones de Comunes de Patio	c/u	4	33,31	0,00	33,31

En relación con las obras civiles, en la tabla siguiente se muestra algunos costos unitarios, considerados como los de mayor incidencia en el VI de las subestaciones:

ACTIVIDAD	Unid.	HH por Unidad	Costo HH por Unidad	Costo Equipos por unidad	Costo Unitario Total (US$)
Marcos, soportes y fundaciones					
Excavación terreno normal	m3	3,73	54,79	35,73	90,52
Excavación terreno duro	m3	8,40	141,02	99,40	240,42
Excavación terreno de relleno	m3	5,76	89,38	64,31	153,69
Hormigonado de bases (hormigón preelaborado, en Mixer)	m3	10,29	150,98	0,00	150,98
Enfierradura	kg	0,12	2,74	0,00	2,74
Moldaje	m2				104,00
Emplantillado	m3	11,20	242,76	0,00	242,76
Relleno Compactado	m3	4,80	84,16	3,92	88,08
Estructuras					
Armado de estructuras de marcos	t	56,00	803,19	328,95	1.132,14
Armado de estructuras de soportes	t	56,00	803,19	328,95	1.132,14

A modo de referencia, en la tabla siguiente se muestra los resultados de las mismas actividades de montaje en el ETT 2010.

ACTIVIDAD	Unid.	HH por Unidad	Costo HH por Unidad	Costo Equipos por unidad	Costo Unitario Total (US$)
Marcos, soportes y fundaciones					
Excavación terreno normal	m3	4,67	22,20	71,09	93,29
Excavación terreno duro	m3	10,00	53,77	101,76	155,53
Excavación terreno de relleno	m3	7,50	51,18	104,71	155,89
Hormigonado de bases (hormigón preelaborado, en Mixer)	m3	11,43	80,52	0,00	80,52
Estructuras					
Armado de estructuras de marcos	t				1.013,86
Armado de estructuras de soportes	t				760,00

Se observa en el 2014 una disminución de las HH pero con un aumento del costo , lo que indica que hay un aumento importante en el costo unitario de l HH.

El procedimiento de cálculo, las actividades y los precios unitarios son los mismos para cada familia de componentes de las subestaciones. Por ello se presenta y analiza el resultado para uno o algunos ejemplos de cada familia.

- **SE Polpaico. Autotransformadores 525-220 kV 3x250 MVA**

ACTIVIDAD	Unid.	Cantidad	Costo Unit. Montaje	Costo Montaje (US$)	% del Total Montaje
Excavación terreno de relleno	m3	893,34	153,69	141.542,22	13,5%
Hormigonado de bases (hormigón preelaborado, en Mixer)	m3	893,34	150,98	139.048,57	13,3%
Montaje de autotransformador monofásico 500/220 kV, incluyendo conexionado de poder y a malla de tierra	c/u	3,50	97.970,19	353.500,70	33,8%
Montaje de autotransformador monofásico 500/220/66 kV, incluyendo conexionado de poder y a malla de tierra	c/u	0,00	97.970,19	0,00	0,0%
Emplantillado	m3	46,20	242,76	11.562,19	1,1%
Enfierradura	kg	72.838,55	2,74	205.965,74	19,7%
Moldaje	m2	1.234,38	104,04	132.394,20	12,7%
Relleno Compactado	m3	155,05	88,08	14.079,47	1,3%
Tendido de conductores de control	m	1.225,00	0,66	839,31	0,1%
Interconexión de equipos en alta tensión	día	30,00	1.533,24	47.419,87	4,5%
Total				**1.046.352,25**	
% VI TOTAL				**6,9%**	

El costo montaje se calcula con el producto de cantidad y costo unitario, multiplicado por un factor 0,97 que el Consultor denomina “Factor de reducción de rendimientos de montaje por condiciones locales”.

Se observa que en precios unitarios, el montaje de los autotransformadores es muy alto y en el caso de la enfierradura y moldaje las cantidades son excesivas. También el global de interconexión de equipos en alta tensión (cuyo alcance no está explicado), si se asocia a las conexiones de potencia de los autotransformadores, la cantidad de 30 es excesiva.

Los valores observados se presentan de igual modo en todos los otros autotransformadores del sistema troncal.

- **Paños tramo líneas**

En el Anexo la tabla siguiente se muestra el resultado de los costos de montaje para algunos tramos de línea, agrupados en Montaje electromecánico, Obras civiles y Protección y control.

TRAMO LÍNEA	VI Total (US%)	Montaje electrom.	Obras civiles	Protec, y control	Total Montaje
N-1.Paño J1 Línea Tarapacá - Lagunas C1	950.016,10	32.450,08	129.517,89	27.644,48	189.612,46
% del VI		3,4%	13,6%	2,9%	20,0%
S-10.Paño J8 Línea Polpaico - Quillota C1	1.044.848,60	46.513,99	135.969,51	31.726,50	214.210,00
% del VI		4,5%	13,0%	3,0%	20,5%
S-11.Paño J6 Línea Cerro Navia - Chena C1	872.144,79	34.292,34	95.603,80	25.563,08	155.459,22
% del VI		3,9%	11,0%	2,9%	17,8%
S-12.Paño K2 Línea Alto Jahuel - Polpaico	2.818.451,77	188.623,35	409.175,47	59.198,36	656.997,18
% del VI		6,7%	14,5%	2,1%	23,3%
S-16.Paño K3 Línea Ancoa - Charrúa C1	3.781.159,67	282.070,10	584.180,32	72.932,13	939.182,56
% del VI		7,5%	15,4%	1,9%	24,8%

- **Paños tramo transformador**

TRAMO TRANSFORMADOR	VI Total (US%)	Montaje electrom.	Obras civiles	Protec, y control	Total Montaje
N-1.Paño J1 Línea Tarapacá - Lagunas C1	3.723.340,20	252.003,95	727.270,29	80.911,17	1.060.185,41
% del VI		6,8%	19,5%	2,2%	28,5%
S-10.Paño J8 Línea Polpaico - Quillota C1	1.466.248,00	88.722,89	265.252,53	23.956,51	377.931,92
% del VI		6,1%	18,1%	1,6%	25,8%
S-11.Paño J6 Línea Cerro Navia - Chena C1	3.663.571,66	277.997,46	619.678,26	75.415,84	973.091,56
% del VI		7,6%	16,9%	2,1%	26,6%
S-12.Paño K2 Línea Alto Jahuel - Polpaico	1.514.147,98	112.077,68	226.789,19	21.638,17	360.505,04
% del VI		7,4%	15,0%	1,4%	23,8%

- **Comunes de patio**

En la tabla siguiente se presenta los resultados de costos de montaje para algunas de las instalaciones comunes de patio valorizadas por el Consultor del ETT, desglosadas en montaje electromecánico y obras civiles (no se valoriza protecciones y control).

COMUNES DE PATIO	VI Total (US%)	Montaje electrom.	Obras civiles	Total Montaje (US$)	Montaje /VI (%)
N-1.Comunes de patio 220 kV SE Tarapacá	1.599.771,51	60.963,72	31.027,69	91.991,41	5,8%
S-1.Comunes de patio 220 kV SE Diego de Almagro	2.234.952,72	103.121,63	31.027,69	134.149,32	6,0%
S-10.Comunes de patio 220 kV SE Polpaico	5.671.111,00	364.431,69	22.211,53	386.643,22	6,8%
S-10.Comunes de patio 500 kV SE Polpaico	14.303.787,96	274.790,66	15.626,62	290.417,28	2,0%
S-11.Comunes de patio 220 kV SE Cerro Navia	4.227.007,42	134.612,30	23.291,54	157.903,84	3,7%
S-12.Comunes de patio 220 kV SE Alto Jahuel	5.376.571,37	180.404,39	34.152,54	214.556,93	4,0%
S-12.Comunes de patio 500 kV SE Alto Jahuel	11.550.568,71	305.635,04	17.197,30	322.832,33	2,8%
S-15.Comunes de patio 220 kV SE Itahue	1.799.598,94	71.550,97	33.603,06	105.154,04	5,8%
S-16.Comunes de patio 220 kV SE Ancoa	6.369.594,19	211.861,17	33.785,36	245.646,52	3,9%
S-16.Comunes de patio 500 kV SE Ancoa	13.359.400,98	434.342,53	17.443,68	451.786,20	3,4%
S-19.Comunes de patio 500 kV SE Charrúa	16.555.127,73	440.536,19	19.656,40	460.192,59	2,8%
S-2.Comunes de patio 220 kV SE Carrera Pinto	1.880.076,52	52.480,40	31.027,69	83.508,09	4,4%
S-20.Comunes de patio 220 kV SE Temuco	4.289.983,20	213.721,70	31.702,03	245.423,73	5,7%
S-9.Comunes de patio 220 kV SE Quillota	4.563.580,07	90.968,79	33.007,55	123.976,34	2,7%
S-37.Comunes de patio 220 kV SE San Andres	1.561.955,78	79.434,50	30.659,77	110.094,27	7,0%

Se observa que el costo de montaje electromecánico es muy superior al costo de las obras civiles. Ello se explica por haber problemas de cubicación de materiales eléctricos en algunas subestaciones, específicamente en malla de tierra y luminarias de alumbrado que tienen cantidades excesivas. En cuanto a obras civiles en algunas subestaciones la cubicación es inferior a lo que corresponde. A modo de ejemplo, en los casos de Alto Jahuel y Ancoa patio 500 kV se cuantificó en cero las excavaciones y el hormigón en solo 5 m3; en los patios de 220 kV en algunos casos la excavación tiene la misma cantidad de m3 que el hormigón y en los restantes la excavación es igual a cero.

Se concluye que hay errores en la cubicación y/o en las fórmulas de la planilla de valorización del VI.

- **Comunes de subestación**

En comunes de subestación se observa que se aplica criterios diferentes según la subestación sin que haya fundamento para ello, por lo cual se considera que hay problemas de cubicación y/o en las fórmulas de la planilla de valorización del VI.

De un total de 47 subestaciones, en 28 de ellas las obras civiles están valorizadas en cero y en 12 de ellas las protecciones y control se valorizan en cero. Por otra parte, subestaciones diferentes tienen prácticamente el mismo costo de montaje electromecánico, pero en obras civiles solo en una parte de ellas existe valorización.

En la tabla siguiente se muestra algunos ejemplos, representativos de los valores de montaje de las 47 subestaciones.

COMUNES DE SUBESTACIÓN	VI Total (US%)	Montaje electrom.	Obras civiles	Protec. y control	Total Montaje (US$)	Montaje / VI (%)
N-2.Comunes de SE Lagunas	7.099.307,21	54.831,03	0,00	32.677,41	87.508,44	1,2%
N-5.Comunes de SE Atacama	6.456.382,14	23.098,30	0,00	0,00	23.098,30	0,4%
S-1.Comunes de SE Diego de Almagro	5.381.981,22	64.692,73	0,00	24.289,16	88.981,89	1,7%
S-10.Comunes de SE Polpaico	6.066.262,50	29.819,74	4.335,08	25.043,91	59.198,73	1,0%
S-11.Comunes de SE Cerro Navia	37.008.738,84	374.071,75	4.335,08	25.043,91	403.450,74	1,1%
S-12.Comunes de SE Alto Jahuel	10.399.442,64	34.452,47	4.335,08	28.750,58	67.538,13	0,6%
S-16.Comunes de SE Ancoa	4.307.967,56	28.243,55	17.588,75	25.402,70	71.235,00	1,7%
S-19.Comunes de SE Charrúa	8.955.478,85	150.442,28	6.053,72	26.229,42	182.725,42	2,0%
S-20.Comunes de SE Temuco	8.666.779,68	53.637,17	4.394,87	25.114,85	83.146,90	1,0%
S-23.Comunes de SE Valdivia	5.673.312,35	65.063,85	4.603,53	26.307,25	95.974,63	1,7%
S-32.Comunes de SE Mulchen	2.305.901,63	37.943,80	0,00	26.229,42	64.173,22	2,8%

Nota: En la SE Cerro Navia, el VI es significativamente superior las otras subestaciones, entre otras razones, porque en edificaciones se contabiliza 23.614 m2 de edificación de albañilería con un costo de US$ 25.125.048,67.

El análisis realizado muestra que en el costo de montaje de las instalaciones comunes de las subestaciones hay muchos problemas de cubicación, por lo cual su corrección requiere un trabajo laborioso de revisión de cada una de las 47 subestaciones.

- **Otros paños y Máquinas**

De la misma forma que en el caso anterior de Comunes de subestación, se observa que se aplica criterios diferentes para una instalación similar, según la subestación, sin que haya fundamento para ello. Tal situación se presenta principalmente en las obras civiles.

Se ha valorizado 174 Otros paños y Máquinas. De ellos, a modo de ejemplo, se muestra en las tablas siguientes algunos casos clasificados por tipo de paño.

COMUNES DE SUBESTACIÓN	VI Total (US%)	Montaje electrom.	Obras civiles	Protec. y control	Total Montaje (US$)	Montaje / VI (%)
N-1.Paño JR Transferencia	721.614,51	45.252,83	110.761,09	0,00	156.013,92	21,6%
N-5.Paño JR Transferencia	615.573,06	50.160,29	76.338,84	0,00	126.499,13	20,5%
N-6.Paño JR Transferencia	946.333,99	56.945,91	137.071,16	16.192,77	210.209,85	22,2%
S-3.Paño JR Transferencia	1.057.136,77	73.389,29	144.674,43	0,00	218.063,72	20,6%
S-10.Paño JR Transferencia	973.849,20	62.491,83	124.469,31	16.695,94	203.657,08	20,9%
S-12.Paño JR Transferencia	829.251,14	58.268,61	94.859,65	16.695,94	169.824,20	20,5%
S-16.Paño JR Transferencia	1.036.646,26	70.334,59	152.334,42	16.935,13	239.604,15	23,1%
S-20.Paño JR Transferencia	754.876,05	55.207,12	110.196,01	0,00	165.403,13	21,9%
S-24.Paño JR Transferencia	916.769,31	59.054,48	142.605,81	0,00	201.660,29	22,0%

COMUNES DE SUBESTACIÓN	VI Total (US%)	Montaje electrom.	Obras civiles	Protec. y control	Total Montaje (US$)	Montaje / VI (%)
N-5.Paño JS Seccionador de barras	623.824,20	43.950,76	47.889,25	16.192,77	108.032,78	17,3%
N-6.Paño JS Seccionador de barras	857.279,38	57.075,94	93.027,11	16.192,77	166.295,82	19,4%

COMUNES DE SUBESTACIÓN	VI Total (US%)	Montaje electrom.	Obras civiles	Protec. y control	Total Montaje (US$)	Montaje / VI (%)
S-3.Paño JS Seccionador de barras	847.005,88	50.390,82	108.768,97	16.192,77	175.352,56	20,7%
S-10.Paño JS Seccionador de barras	830.460,90	53.789,54	88.730,67	16.695,94	159.216,14	19,2%
S-12.Paño JS Seccionador de barras	608.747,23	56.752,21	38.582,36	16.695,94	112.030,51	18,4%
S-16.Paño KS Seccionador de barras	947.137,62	83.412,31	38.911,19	0,00	122.323,50	12,9%
S-24.Paño JS Seccionador de barras	531.912,31	53.618,85	33.285,87	0,00	86.904,71	16,3%

COMUNES DE SUBESTACIÓN	VI Total (US%)	Montaje electrom.	Obras civiles	Protec. y control	Total Montaje (US$)	Montaje / VI (%)
S-1.Paño CER	19.334.801,27	36.641,91	11.201,71	16.192,77	64.036,40	0,3%
S-3.Paño CER	10.623.101,03	34.790,23	1.996,11	16.192,77	52.979,11	0,5%
S-4.Paño CER	7.128.186,80	49.198,98	42.301,09	16.192,77	107.692,85	1,5%
S-6.Paño CER 1	6.584.957,40	38.555,91	12.321,45	16.192,77	67.070,13	1,0%
S-10.Paño CER	10.806.598,78	37.780,50	8.990,58	16.695,94	63.467,02	0,6%
S-11.Paño CER	24.469.842,43	37.780,50	8.990,58	16.695,94	63.467,02	0,3%
S-24.Paño CER	9.945.080,13	47.120,05	22.889,42	17.434,70	87.444,16	0,9%

COMUNES DE SUBESTACIÓN	VI Total (US%)	Montaje electrom.	Obras civiles	Protec. y control	Total Montaje (US$)	Montaje / VI (%)
S-10.Paño KZ1 Reactor Polpaico-Ancoa	4.613.609,31	149.669,00	350.777,38	16.695,94	517.142,32	11,2%
S-12.Paño KZ1 Banco de reactores	4.796.474,39	152.353,21	506.499,63	16.695,94	675.548,77	14,1%
S-16.Paño KZ2 Reactor Rodeo C1	4.096.771,96	154.465,84	214.811,12	16.935,13	386.212,09	9,4%
S-19.Paño KZ1 Reactor 84 MVAr	4.424.148,65	119.804,55	365.452,47	17.486,28	502.743,30	11,4%

COMUNES DE SUBESTACIÓN	VI Total (US%)	Montaje electrom.	Obras civiles	Protec. y control	Total Montaje (US$)	Montaje / VI (%)
S-6.Paño CER 2	6.493.223,48	38.555,91	12.321,45	16.192,77	67.070,13	1,0%
S-16.Plataforma de compensación serie K1	29.559.677,70	275.501,30	66.253,14	0,00	341.754,45	1,2%
S-26.Paño J-CS1 Compensación Serie	10.914.595,10	171.022,31	83.849,64	0,00	254.871,94	2,3%
S-26.Paño J-CS2 Compensación Serie	10.914.595,10	171.022,31	83.849,64	0,00	254.871,94	2,3%

COMUNES DE SUBESTACIÓN	VI Total (US%)	Montaje electrom.	Obras civiles	Protec. y control	Total Montaje (US$)	Montaje / VI (%)
N-3.Paño JRE Reactor	1.199.148,32	56.974,16	132.631,84	16.192,77	205.798,77	17,2%
N-11.J01R Reactor de Barras	1.574.680,15	43.735,19	74.805,87	0,00	118.541,06	7,5%
N-13.JRE Reactor	1.537.550,20	43.735,19	74.805,87	0,00	118.541,06	7,7%
S-12.Paño JZ3 Reactor de 94 MVAr	2.894.874,02	66.080,01	245.731,44	16.695,94	328.507,38	11,3%
S-24.Paño JZ1 Reactor 18,5 MVAr	2.404.114,51	90.939,71	244.037,04	17.434,70	352.411,44	14,7%

COMUNES DE SUBESTACIÓN	VI Total (US%)	Montaje electrom.	Obras civiles	Protec. y control	Total Montaje (US$)	Montaje / VI (%)
S-6. Paño JCE5 Banco CC.EE.	3.123.032,42	162.155,89	220.540,63	16.192,77	398.889,29	12,8%
S-10. Paño JCE1 Banco CC.EE.	2.369.769,61	102.678,11	182.318,58	16.695,94	301.692,62	12,7%
S-11.Paño JCE1 Banco CCEE	1.888.727,45	97.535,31	117.979,99	16.695,94	232.211,24	12,3%
S-12.Paño JCE1 Banco CCEE	1.728.540,16	80.965,18	88.528,47	16.695,94	186.189,59	10,8%
S-19.Paño JCE1 Banco CCEE 65 MVAr	2.214.428,82	99.522,46	177.538,19	17.486,28	294.546,93	13,3%
S-25.Paño JCP1 Banco CCEE 60 MVAr 1	1.620.624,43	89.241,77	92.497,22	0,00	181.738,99	11,2%

COMUNES DE SUBESTACIÓN	VI Total (US%)	Montaje electrom.	Obras civiles	Protec. y control	Total Montaje (US$)	Montaje / VI (%)
S-1.Paño CE-1 Banco CC.EE 1	386.500,12	45.542,45	8.133,76	16.192,77	69.868,99	18,1%
S-3.Paño CT1- Bancos CC.EE 1-2	239.209,76	29.982,19	2.003,94	16.192,77	48.178,91	20,1%
S-4.Paño CE-3 Banco CC.EE 3	358.045,02	44.177,07	6.788,05	16.192,77	67.157,89	18,8%
S-11.Paño CE-1 Banco CC.EE 1	542.245,81	45.549,81	6.183,46	16.695,94	68.429,21	12,6%
S-12.Paño CE-1 Banco CC.EE 1	722.278,52	46.767,71	6.183,46	16.695,94	69.647,11	9,6%
S-15.Paño CE Bancos CC.EE 1-2-3-4	241.881,88	31.356,73	1.631,42	16.935,13	49.923,29	20,6%

Se observa que hay varios casos en que instalaciones similares tienen costos de montaje bastante diferentes y también que instalaciones diferentes tienen costos de montaje similares, especialmente en obras civiles.

5.6 Propuesta de valores eficientes de costo eficientes de montaje de instalaciones

Las observaciones descritas en el punto 2.5 anterior, respecto de la metodología de cálculo de los costos de montaje utilizada por el Consultor, indican que no hay objeciones de importancia desde el punto de vista conceptual.

Sin embargo, en la aplicación de la metodología se han realizado observaciones de importancia que requieren una revisión y corrección detallada de las planillas de cálculo utilizadas para determinar los costos de montaje.

Tanto en las líneas como en las subestaciones, se ha detectado algunos problemas de inclusión de actividades propias de la ingeniería en los costos de montaje, de precios unitarios excesivos en algunos casos y de numerosos problemas de cubicación.

En las subestaciones se observa que en el caso de las obras civiles hay problemas importantes de cubicación, que no solo inciden en los costos de montaje sino que también en el costo de los materiales.

También se observa varios errores de fórmulas (vínculos incorrectos), que requieren corrección.

5.7 Análisis y comparación de Recargos

a. Recargo por Flete

El costo del flete de materiales y equipos considerado por el Consultor del ETT se basa en la tarifa en US/km/t de este servicio. En el siguiente cuadro se muestra la tarifas adoptadas por el estudio del STT y de los STx:

Tarifa de Costo de Flete	STx A	STx B	STx C	STx D	STx E	STx F	ETT
US$/km/t carga Normal	0,56	0,56	0,5	0,63	0,5	0,5	0,337
US$/km/t carga excepcional como transformadores	0,56	0,56	1,3	2,614	1,3	1,3	1,921

Del cuadro anterior se observa que el Consultor del ETT utiliza una tarifa de transporte para carga normal la más baja de todos los estudios de 0,337 US$/km/t. Analizado este precio corresponde a un precio razonable para transporte con camiones hasta 25 t.

Respecto al transporte de cargas excepcionales como transformadores de poder el valor usado por el Consultor del ETT de 1,921 US$/km/t corresponde a un transporte excepcional de hasta 150 km de distancia, Para un traslado sobre 150 km de distancia la tarifa unitaria baja en consideración a que los mayores costos del transporte excepcional son el carguío y el descarguío, lo que hace que a mayor distancia de transporte baje la tarifa. Estimamos que para un transporte excepcional de más de 150 km de distancia la tarifa de 1,3 US$/km/t es representativa de la realidad.

Analizando el modelo de cálculo del flete del Consultor del ETT, se observa que aplica la tarifa de carga excepcional a todos los equipos principales como interruptores, desconectadores, etc., y también a transformadores de poder grandes. Esto es erróneo debido a que todos los equipos y materiales principales incluidos los de 500 kV y los elementos de líneas de alta tensión se pueden transportar en camiones normales de cargas hasta 25 t. A estos equipos aplica la tarifa de carga normal.

El consultor aplica la tarifa de flete normal solo a los materiales que llama “Materiales accesorios de equipos Principales” los cuales corresponden al de los materiales menores.

Por otra parte asignan a cada componente un peso en kg, los cuales se observan elementos con peso algo mayor o menor del normal para estos equipos.

Por ejemplo, si se compara el costo del flete usando el modelo del Contratista del ETT para el paño de 220 kV “J4” de la S/E Cautín se determinan los siguientes valores:

Paño 220 kV J7 de S/E Cautín	US$
Flete calculado por Consultor ETT	20 615.-
Flete calculado corrigiendo a tarifa flete normal	6 408.-
Flete calculado con tarifa flete normal y ocupación camión de 50%	9 434.-

b. Intereses intercalares (intereses durante la construcción)

Conforme a las Bases del Estudio el costo por intereses intercalarios es unos de los itemes que se deben determinar. Este costo corresponde al costo financiero que se produce durante el período de construcción eficiente de la obra de trasmisión Troncal. El costo financiero debe determinarse a partir de los tiempos de ejecución de la obra y flujos de fondos eficientemente administrados, durante dicho tiempo.

Para la determinación del interés intercalario, el Consultor debe determinar una tasa de interés real anual única y representativa de las condiciones de mercado, expresada en forma porcentual, que considere el costo de capital de mercado para el financiamiento y se debe aplicará sobre la totalidad de los pagos asociados al establecimiento de las obras (incluidos costos de adquisición de equipos y materiales, fletes, montaje, ingeniería, gastos generales, derechos relacionados con el uso del suelo y medio ambiente). Para ello, el Consultor deberá expresar este cálculo en forma porcentual y coherente con su aplicación.

Para determinar los flujos de fondos destinados a la construcción de obras de transmisión troncal, se debe considerar los momentos de traspaso efectivo de fondos a las empresas contratistas para la construcción de obras, eficientemente determinados y coordinados. Los flujos de fondos de costos de materiales y equipos se consideran en el momento en que los materiales son enviados con destino a faena de construcción, siendo este momento considerado como inicio de la construcción.

El tiempo medio de ejecución de obras, se determinará a partir de una muestra representativa de proyectos, corrigiendo las posibles ineficiencias.

Sin perjuicio de lo anterior, para la determinación de los intereses intercalarios, se deberá detectar, corregir o en su defecto eliminar las ineficiencias asociados a períodos extensos e injustificados entre inversiones relevantes con el fin de evitar que éstas se reflejen en el valor final.

La comparación de los recargos de intereses intercalares considerados por el consultor del ETT y los diferentes Consultores de los STx se muestra en el siguiente cuadro:

Tasa intereses intercalares	STx A	STx B	STx C	STx D	STx E	STx F	ETT
Tasa Interes anual	7,00%	7,00%	10,00%	9,40%	10,00%	10,00%	8,44%

El análisis de la tasa de interés anual a utilizar en el cálculo del recargo por intereses intercalares (intereses durante la construcción) se detalla en Anexo 2.7 Parte II que se adjunta.

Dicho anexo concluye que la tasa de interés anual que se debe usar para las instalaciones del ETT es de 6,42%, el que corresponde al WACC promedio ponderado considerando una proporción fija entre flujos en moneda nacional y moneda extranjera iguales a los ponderadores de la fórmula de reajuste del VI que propone el presente estudio en la cláusula 4.5, Parte II, de este Informe.
También mencionamos como, referencia, que con anterioridad el recargo por intereses intercalares adoptado en STx, luego de estudios de cuatrienios pasados, se ha basado en una tasa de interés 7,0 % anual en consideración que esta fue la tasa adoptada después de los estudios de subtransmisión del año 2010 considerando los Dictámenes del Panel de Expertos (Dictamen 2011-4).

El Consultor del ETT considera los siguientes plazos de construcción y flujos de dineros durante la construcción:

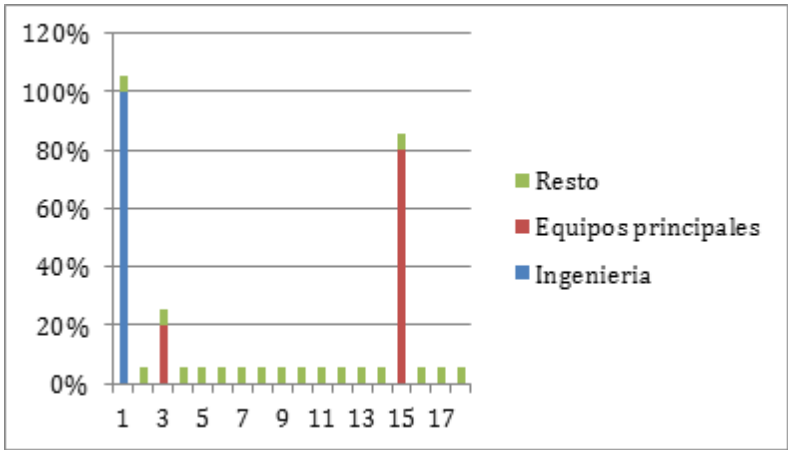
SUBESTACIONES:

Plazo del contrato de construcción, paños:	18 meses
Plazo del contrato de construcción autotransformadores 500 kV:	24 meses

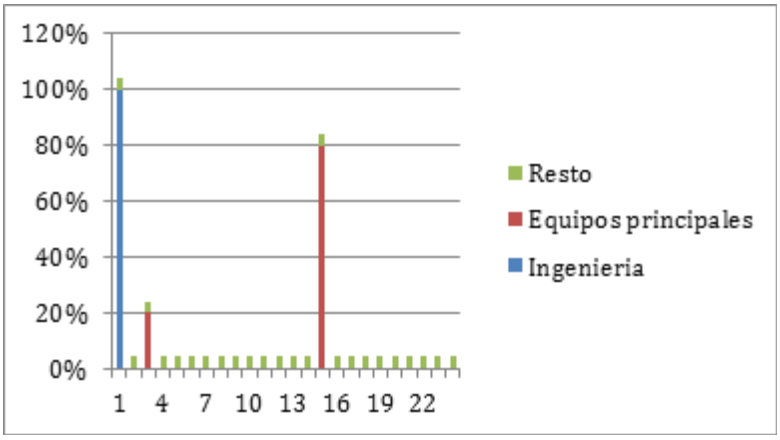
El consultor consideró un flujo de desembolsos para subestaciones y transformadores que contempla:

- 100% del costo de la ingeniería en el primer mes de período
- 20% del valor de los equipos principales en el 3er mes del período
- 80 % del valor de los equipos principales en el mes 15 del período
- 100% del resto de costos distribuidos uniformemente durante el período

El anterior flujo para las instalaciones de subestación se muestra en el siguiente gráfico con los porcentajes absolutos de cada ítem de costo mostrado:



Para instalaciones de autotransformadores de 500 kV, el gráfico es similar:



Al respecto comentamos que actualmente el plazo de entrega de autotransformadores de 500 kV y transformadores de 220 kV es de 12 meses en puerto chileno, por lo que no se justifica hacer diferencia entre el plazo de construcción de subestaciones y de transformadores de poder.

Para poder comparar la evaluación efectuada por el Consultor del ETT del costo financiero de los desembolsos durante la construcción de SSEE hemos considerado el siguiente flujo de desembolsos que estimamos es más representativo de la realidad de ejecución de estas obras en Chile tanto para la construcción de instalaciones de paños de SSEE como de transformadores de SSEE:

Este flujo de desembolso tiene flujos iniciales que reconocen desembolsos previos al inicio de la construcción como son la ingeniería conceptual, estudios y preparación de bases de licitación. Este flujo considerando la tasa de interés anual usada en el ETT de 8,44 % y la recomendada en el presente informe de 6,42 % tiene la siguiente valoración como recargo, lo que se obtiene actualizando el flujo de desembolsos llevándolo a la fecha de puesta en servicio de la instalación considerando la tasa de interés indicada:

Subestaciones	% de recargo con tasa anual 8,44% del consultor del ETT	% de recargo con tasa 6,42 % recomendada en presente estudio
	5,568%	4,468%

El cálculo del Consultor del ETT aplica este recargo incluso a los valores de “Utilidad del Contratista” lo que no corresponde efectuar.

De los comentarios anteriores se puede concluir lo siguiente respecto de los intereses intercalares de instalaciones de subestaciones :

- Se recomienda considerar el flujo de desembolso único para instalaciones de paños y transformadores de 18 meses propuesto en este informe .
- El recargo de intereses intercalares para subestaciones de 4,468 % se debe aplicar a todos los ítem de costo con excepción de las utilidades del Contratista.

LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE ALTA TENSIÓN:

El Consultor del ETT distingue dos tipos de líneas desde el punto de vista de plazo de construcción y flujos de desembolsos:

Plazo del contrato de construcción línea de 220 kV 20 meses
Plazo del contrato de construcción línea de 500 kV 27 meses

Adicionalmente el Consultor del ETT considera un plazo anterior al inicio d ela construcción correspondientes al del desarrollo del proyecto:

Plazo de proyecto de líneas: 12 meses

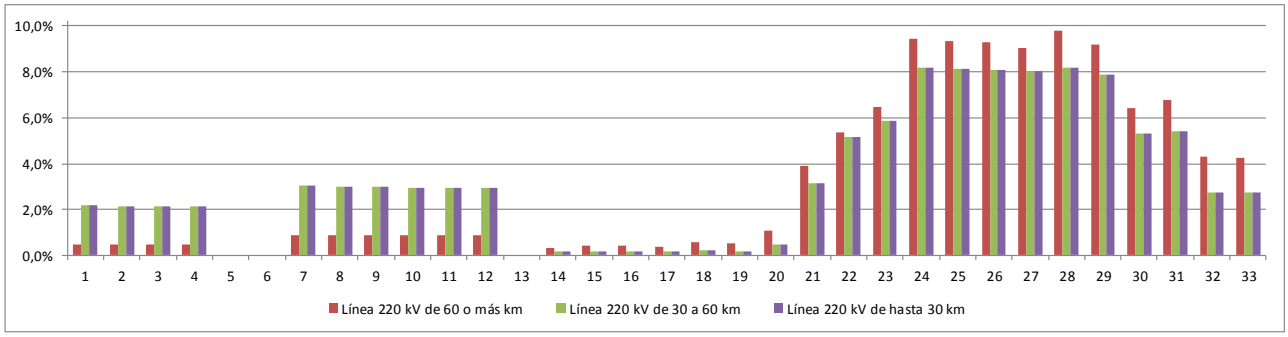
Así los plazos totales considerado por el Consultor del ETT, desde el inicio del proyecto hasta la puesta en servicio de la instalación, son de 32 meses para líneas de 220 kV y 39 meses para líneas de 500 kV.

Además el consultor del ETT consideró tres largos de líneas para 220 kV y 500 kV:

- Línea larga de 60 km o más
- Línea mediana de 30 a 60 km
- Línea corta de hasta 30 km

Los flujos de desembolsos de estos tres tipos de líneas considerados por el Consultor del ETT se muestran en los siguientes gráficos:

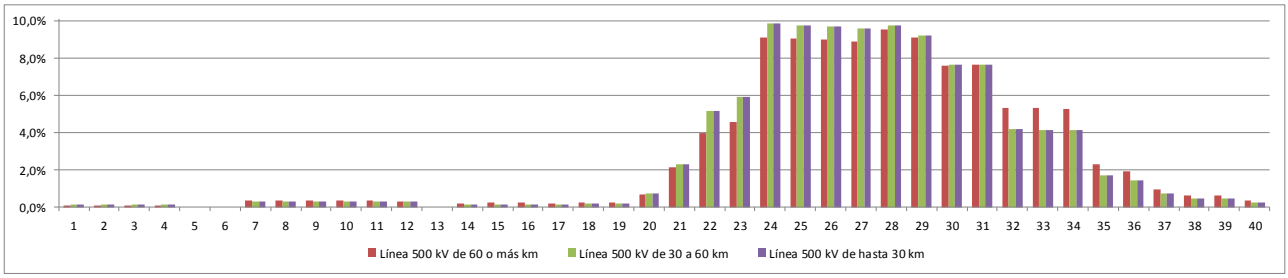
Líneas de 220 kV:



En los primeros 12 meses estos flujos acumulan un desembolso de:

- Línea larga 6,2 %
- Línea mediana 22,4 %
- Línea corta 22,4 %

Líneas de 500 kV:

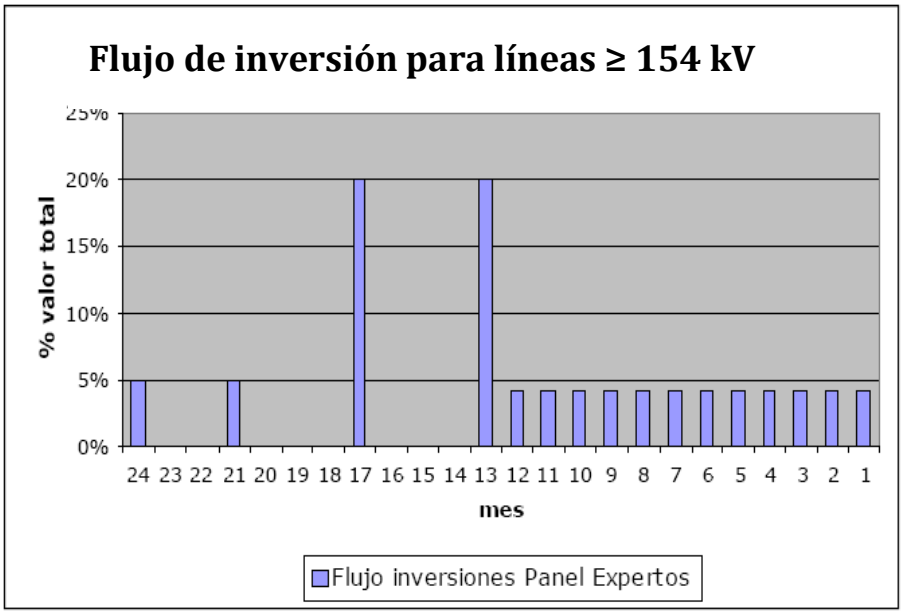


En los primeros 12 meses estos flujos acumulan un desembolso de:

- Línea larga 2,0 %
- Línea mediana 1,9 %
- Línea corta 7,9 %

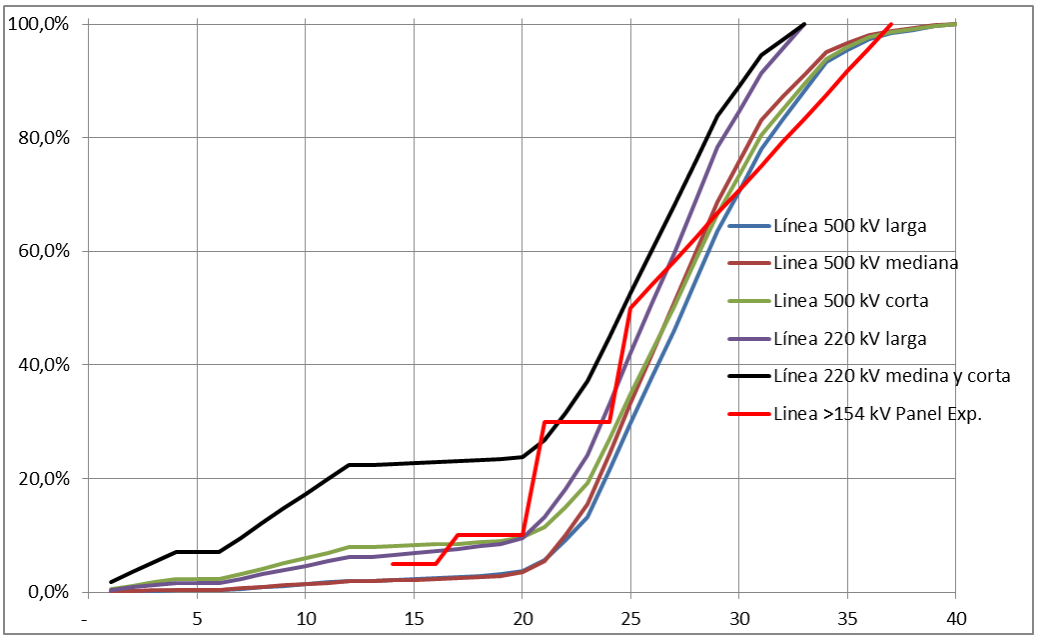
Los flujos de desembolsos considerados para línea largas, medianas y cortas no está justificado por el consultor del ETT y los especialistas del presente estudio no ven razón para una diferencia en el flujo de desembolsos porcentuales, y tampoco hay justificación alguna para que las líneas cortas y medianas de 220 kV tengan un desembolso de 22,4 % de la inversión en los primeros 12 meses.

Por otra parte el flujo de inversión y tasa de interés considerados por el Panel de Expertos en su Dictamen 5-2006 “Fijación de los Peajes de subtransmisión, cuadrienio 2006-2009, SIC2” del 12-01-2007 punto 4.3, y ratificado en su dictamen N° 4-2011 punto 3.9. Este flujo de inversiones considerado por el Panel de Experto es para líneas superiores a 154 kV con un plazo de construcción de 24 meses el cual se muestra se muestra a continuación:



Para las líneas de 220 kV y 154 kV se considera un plazo de construcción de 24 meses desde que se inician los trabajos de construcción. Las líneas de 500 kV podrían también ser construidas en el mismo plazo desde que se inician los trabajos propiamente de construcción, luego de concluido el plazo inicial de desarrollo del proyecto.

En el siguiente gráfico se muestra los desembolsos acumulados (curva S) de todos los flujos de desembolsos propuestos por el Consultor del ETT y lo indicado por el Panel de Experto:



Los flujos de desembolsos considerados por el consultor del ETT parten muy anticipadamente respecto a lo propuesto por el Panel de Expertos, con el propósito de representar mejor la parte previa a la ejecución misma de las obras.

Haciendo abstracción del comentario anterior, del gráfico comparativo se aprecia que en general los flujos de desembolsos siguen una tendencia parecida dentro de ciertas tolerancias. Solo se debe resalta que la curva del flujo propuestos para las líneas de 220 kV “medianas” y “cortas” tienen un anticipo de desembolso que no tiene ninguna justificación.

Estos flujos de desembolsos significan los siguientes porcentajes de recargos calculados con la tasa de interés anual considerada por el consultor del ETT de 8,44 % y la recomendada por el presente estudio de 6,42%.

	Flujo desembolso ETT		Flujo desembolso Panel Expertos	
Línea	% de recargo con tasa anual 8,44% del consultor del ETT	% de recargo con tasa 6,42 % recomendada en presente estudio	% de recargo con tasa anual 8,44% del consultor del ETT	% de recargo con tasa 6,42 % recomendada en presente estudio
500 kV larga	7,89%	5,99%	8,17%	6,198%
500 kV mediana	8,24%	6,26%		
500 kV corta	8,94%	6,77%		
220 kV larga	4,60%	3,50%		
220 kV mediana	6,99%	5,29%		
220 kV corta	6,99%	5,29%		

De la tabla anterior se puede concluir lo siguiente respecto de los intereses intercalares de líneas de transmisión alta tensión:

- El recargo de intereses intercalares para las líneas de 220 KV “medianas” y “cortas” no tiene justificación de tener desembolsos anticipados de la magnitud indica en el ETT.
- Los flujos de desembolsos propuestos por el Consultor del ETT para líneas de 500 kV “largas” y para líneas de 220 kV “largas” son razonables.
- Los flujos de desembolsos propuestos por el Panel de Expertos se valorizan, en general, con un valor más altos que el propuesto por el Consultor en el ETT
- La valorización de los flujos propuestos en el ETT con la tasa de interés recomendada en este informe de 6,42% otorga la menor valorización considerando para líneas de 220 kV un solo flujo de desembolsos igual al definido por el Consultor del ETT para las líneas “largas”.
- Para líneas de 500 kV se define también un solo flujo de desembolsos igual al definido por el Consultor del ETT para las líneas “largas”.
- En la valorización del costo de los intereses intercalarios no se debe incluir el ítem de costo “Utilidad del Contratista”.

c. Recargo de seguro de transporte terrestre

El consultor del ETT consideró un recargo por transporte terrestre en Chile con un costo igual 0,50% del costo de los equipos principales y materiales accesorios de equipos y de instalación eléctrica y mecánica. No existe una justificación de este costo en el ETT pero es claro que es un costo que no está asociado a la tarifa del flete en US$/km/t sino al valor de los equipos y materiales.

De las cotizaciones solicitadas a corredores de seguros confirman el valor usado por el Consultor del ETT por lo que se propone aceptar dicho valor.

d. Recargo de seguro de obra

El Consultor considera un costo de seguro de Construcción de obra de 1,20 % de los costos de los equipos y materiales, de las Obras Civiles y del Montaje.

Comparado el valor usado por el consultor del ETT con los valores habituales de este seguro en Chile estos resultan coincidentes por lo que se propone aceptar lo indicado en el ETT.

e. Recargo de Gastos Generales e imprevistos del Contratista

El Consultor utiliza un valor de 10% de Gastos Generales y 5% de imprevistos del contratista aplicados sobre el costo de las Obras Civiles, el Montaje, Ingeniería Básica del Propietario, Indirectos del Contratista, Revisión del propietario e ITO. Estos gastos generales también incluyen en parte muy pequeña los gastos generales del Mandante en consideración del equipo y gestión de contrato que este debe efectuar para una buena ejecución de la obra.

El valor considerado en el ETT para Gastos Generales e Imprevistos del contratistas es catalogado por los especialistas del presente estudio como un valor bajo respecto a lo que se usan las Empresas Constructoras. Es claro que las empresas constructoras utilizan estos costos como un elemento de competitividad y como costo eficiente el contratista que tiene capacidad de trabajo e interés fuerte en ganar el contrato de construcción puede ofrecer sus servicio con los valores considerados por el Consultor del ETT.

A modo muy referencial se ha adaptado los valores de gastos generales incluidos en los estudios 2014 de los STx, llevándolos a una base común conforme al método de cálculo del ETT, obteniéndose los siguientes valores referenciales:

Recargo Gastos Generales (Gg)	STx A	STx B	STx C	STx D	STx E	STx F	ETT
Subestaciones Gg	12,57%	12,27%	17,34%	9,45%	12,18%	14,55%	15%
Transformadores Gg	12,25%	12,67%	31,79%	17,33%	22,33%	26,67%	
Eq. De Compensacion Gg	13,29%	13,29%	31,79%	17,33%	22,33%	26,67%	
Lineas Gg	14,95%	15,18%	16,34%	15,91%	15,55%	10,27%	

Tabla con valores ajustados aproximadamente al esquema de calculo del Sistema Troncal

En consideración a los comentarios anteriores se recomienda aceptar el recargo de Gastos Generales e Imprevisto usado por el Consultor del ETT de 15 %.

f. Recargo de Utilidad del Contratista

El Consultor utiliza un valor de 10% de Utilidad del Contratista aplicados sobre el costo de las Obras Civiles, el Montaje e Ingeniería.

El valor considerado en el ETT para la Utilidad del Contratistas es catalogado por los especialistas del presente estudio como un valor habitual respecto a lo que se usan las Empresas Constructoras. Es claro que las empresas constructoras utilizan este costos como un elemento de competitividad y como costo eficiente el contratista que tiene capacidad de trabajo e interés fuerte en ganar el contrato de construcción puede ofrecer sus servicio con los valores considerados por el Consultor del ETT.

Se hace notar que en los contratos de construcción los contratistas tienden a mostrar utilidades muy bajas distribuyendo utilidades y otros costos en el resto de precios. En general un contratista considera utilidades en proyecto de 18 a 24 meses de duración no inferiores al 10% en el esquema como se calcula este recargo en el ETT.

g. Recargo por Garantía del Contrato

El consultor del ETT consideró una garantía de 10 % del valor del contrato durante el periodo de construcción lo que es habitual en los contratos de obras.

Además consideró el valor del impuesto de emisión de la boleta de garantía bancaría que es 1,30% del valor de la boleta de garantía. El valor tope del impuesto de timbre y Estampillas es actualmente de 0,8% para una boleta de más de 12 meses de duración. En consecuencia este valor se corrige.

Además se considera el interés (spred bancario) que cobra el banco como comisión el cual asciende a 1,0% anual sobre el monto de la garantía. Dicha comisión o interés anual bancario es algo menor al habitual de 1,5 a 1,6% cobrado por los bancos para estas operaciones. Ahora bien para una empresa constructora grande, el costo puede ser menor dependiendo de la calificación de riesgo que considere el banco a dicha empresa. Por lo que se considera aceptable usar un valor de 1,0% anual de este interés que corresponde a un costo de compromiso del dinero mientras no se cobre la boleta de garantía.

5.8 Propuesta de valores de recargos

Basado en los análisis y comentarios del punto 2.7 anterior se proponen los siguientes recargos:

a. Recargo por Flete

Respecto al recargo por flete se propone lo siguiente:

- Mantener la tarifa de flete usado en el ETT para carga norma de 0,337 US$/km/t.

- Modificar la tarifa de flete de carga excepcional de 1,921 a 1,3 US$/km/t y aplicada solo a unidades de transformadores de poder.
- Se revisan los pesos asignado a cada elemento considerados en el ETT corrigiendo los erróneos.
- En el ETT se aplica la tarifa de flete de carga excepcional al 100% de los equipos principales independiente que estos tienen pesos inferiores a 25 t. Por lo que la tarifa de flete de carga excepcional se aplicará a transformadores de poder y unidades de transporte mayores a 25 t.

En los tablas siguientes se muestra las modificaciones efectuadas en Archivo "**VI_Componentes_SSEE.xlsx**" para incorporar estas modificaciones:

Hoja	Celda	Dice	Debe decir	Comentario
Transformador	J119 a Q119	=+(SUMAPRODUCTO(J44:J90;$E$44:$E$90;--($G$44:$G$90="Puerto"))*J24+SUMAPRODUCTO(J44:J90;$E$44:$E$90;--($G$44:$G$90="Local"))*J26+SUMAPRODUCTO(J44:J90;$E$44:$E$90;--($G$44:$G$90="Santiago"))*J25)*$D$118/1000+(SUMAPRODUCTO(J109:J113;$E$109:$E$113;--($G$109:$G$113="Puerto"))*J24+SUMAPRODUCTO(J109:J113;$E$109:$E$113;--($G$109:$G$113="Local"))*J26+SUMAPRODUCTO(J109:J113;$E$109:$E$113;--($G$109:$G$113="Santiago"))*J25)*$D$119/1000	=+(SUMAPRODUCTO(J44:J90;$E$44:$E$90;--($G$44:$G$90="Puerto"))*J24+SUMAPRODUCTO(J44:J90;$E$44:$E$90;--($G$44:$G$90="Local"))*J26+SUMAPRODUCTO(J44:J90;$E$44:$E$90;--($G$44:$G$90="Santiago"))*J25)*$D$118/1000+(SUMAPRODUCTO(J109:J113;$E$109:$E$113;--($G$109:$G$113="Puerto"))*J24+SUMAPRODUCTO(J109:J113;$E$109:$E$113;--($G$109:$G$113="Local"))*J26+SUMAPRODUCTO(J109:J113;$E$109:$E$113;--($G$109:$G$113="Santiago"))*J25)*$D$118/1000	Se indica solo el cambio en J119 pero hay que arastrar la formula hasta la columna Q. **Corrige transporte especial solo trafos**

Hoja	Celda	Dice	Debe decir	Comentario
Paños tramo	J327 a HA327	=+(SUMAPRODUCTO(J98:J182;$E$98:$E$182;--($G$98:$G$182="Puerto"))*J24+SUMAPRODUCTO(J98:J182;$E$98:$E$182;--($G$98:$G$182="Local"))*J26+SUMAPRODUCTO(J98:J182;$E$98:$E$182;--($G$98:$G$182="Santiago"))*J25)*$D$327/1000+(SUMAPRODUCTO(J266:J322;$E$266:$E$322;--($G$266:$G$322="Puerto"))*J24+SUMAPRODUCTO(J266:J322;$E$266:$E$322;--($G$266:$G$322="Local"))*J26+SUMAPRODUCTO(J266:J322;$E$266:$E$322;--($G$266:$G$322="Santiago"))*J25)*$D$327/1000	=+(SUMAPRODUCTO(J98:J182;$E$98:$E$182;--($G$98:$G$182="Puerto"))*J24+SUMAPRODUCTO(J98:J182;$E$98:$E$182;--($G$98:$G$182="Local"))*J26+SUMAPRODUCTO(J98:J182;$E$98:$E$182;--($G$98:$G$182="Santiago"))*J25)*$D$327/1000+(SUMAPRODUCTO(J266:J322;$E$266:$E$322;--($G$266:$G$322="Puerto"))*J24+SUMAPRODUCTO(J266:J322;$E$266:$E$322;--($G$266:$G$322="Local"))*J26+SUMAPRODUCTO(J266:J322;$E$266:$E$322;--($G$266:$G$322="Santiago"))*J25)*$D$327/1000+(SUMAPRODUCTO(J31:J95;$E$31:$E$95;--($G$31:$G$95="Puerto"))*J24+SUMAPRODUCTO(J31:J95;$E$31:$E$95;--($G$31:$G$95="Local"))*J26+SUMAPRODUCTO(J31:J95;$E$31:$E$95;--($G$31:$G$95="Santiago"))*J25)*$D$327/1000	Se indica solo el cambio en J327 pero hay que arastrar la formula hasta la columna HA. **Corrige transporte especial solo trafos**
Hoja	**Celda**	**Dice**	**Debe decir**	**Comentario**

Hoja	Celda	Dice	Debe decir	Comentario
Paños tramo	J328 a HA328	=+(SUMAPRODUCTO(J31:J95;$E$31:$E$95;--($G$31:$G$95="Puerto"))*J24+SUMAPRODUCTO(J31:J95;$E$31:$E$95;--($G$31:$G$95="Local"))*J26+SUMAPRODUCTO(J31:J95;$E$31:$E$95;--($G$31:$G$95="Santiago"))*J25)*$D$328/1000	0	Se indica solo el cambio en J328 pero hay que arastrar la formula hasta la columna HA. **Corrige transporte especial solo trafos**

Hoja	Celda	Dice	Debe decir	Comentario
Comunes de patio	J498 a BK498	=+(SUMAPRODUCTO(J84:J368;$E$84:$E$368;--($G$84:$G$368="Puerto"))*J26+SUMAPRODUCTO(J84:J368;$E$84:$E$368;--($G$84:$G$368="Local"))*J28+SUMAPRODUCTO(J84:J368;$E$84:$E$368;--($G$84:$G$368="Santiago"))*J27)*$D$498/1000+(SUMAPRODUCTO(J430:J492;$E$430:$E$492;--($G$430:$G$492="Puerto"))*J26+SUMAPRODUCTO(J430:J492;$E$430:$E$492;--($G$430:$G$492="Local"))*J28+SUMAPRODUCTO(J430:J492;$E$430:$E$492;--($G$430:$G$492="Santiago"))*J27)*$D$498/1000	=+(SUMAPRODUCTO(J84:J368;$E$84:$E$368;--($G$84:$G$368="Puerto"))*J26+SUMAPRODUCTO(J84:J368;$E$84:$E$368;--($G$84:$G$368="Local"))*J28+SUMAPRODUCTO(J84:J368;$E$84:$E$368;--($G$84:$G$368="Santiago"))*J27)*$D$498/1000+(SUMAPRODUCTO(J430:J492;$E$430:$E$492;--($G$430:$G$492="Puerto"))*J26+SUMAPRODUCTO(J430:J492;$E$430:$E$492;--($G$430:$G$492="Local"))*J28+SUMAPRODUCTO(J430:J492;$E$430:$E$492;--($G$430:$G$492="Santiago"))*J27)*$D$498/1000+(SUMAPRODUCTO(J34:J81;$E$34:$E$81;--($G$34:$G$81="Puerto"))*J26+SUMAPRODUCTO(J34:J81;$E$34:$E$81;--($G$34:$G$81="Local"))*J28+SUMAPRODUCTO(J34:J81;$E$34:$E$81;--($G$34:$G$81="Santiago"))*J27)*$D$498/1000	Se indica solo el cambio en J498 pero hay que arastrar la formula hasta la columna BK. **Corrige transporte especial solo trafos**

Hoja	Celda	Dice	Debe decir	Comentario
Comunes de patio	J499 a BK499	=+(SUMAPRODUCTO(J34:J81;$E$34:$E$81;--($G$34:$G$81="Puerto"))*J26+SUMAPRODUCTO(J34:J81;$E$34:$E$81;--($G$34:$G$81="Local"))*J28+SUMAPRODUCTO(J34:J81;$E$34:$E$81;--($G$34:$G$81="Santiago"))*J27)*$D$499/1000	0	Se indica solo el cambio en J499 pero hay que arastrar la formula hasta la columna BK. **Corrige transporte especial solo trafos**

Hoja	Celda	Dice	Debe decir	Comentario
Otros paños y Máquinas	J446 a GE446	=+(SUMAPRODUCTO(J351:J441;$E$351:$E$441;--($G$351:$G$441="Puerto"))*J24+SUMAPRODUCTO(J351:J441;$E$351:$E$441;--($G$351:$G$441="Local"))*J26+SUMAPRODUCTO(J351:J441;$E$351:$E$441;--($G$351:$G$441="Santiago"))*J25)*$D$446/1000+(SUMAPRODUCTO(J127:J249;$E$127:$E$249;--($G$127:$G$249="Puerto"))*J24+SUMAPRODUCTO(J127:J249;$E$127:$E$249;--($G$127:$G$249="Local"))*J26+SUMAPRODUCTO(J127:J249;$E$127:$E$249;--($G$127:$G$249="Santiago"))*J25)*$D$446/1000	=+(SUMAPRODUCTO(J351:J441;$E$351:$E$441;--($G$351:$G$441="Puerto"))*J24+SUMAPRODUCTO(J351:J441;$E$351:$E$441;--($G$351:$G$441="Local"))*J26+SUMAPRODUCTO(J351:J441;$E$351:$E$441;--($G$351:$G$441="Santiago"))*J25)*$D$446/1000+(SUMAPRODUCTO(J127:J249;$E$127:$E$249;--($G$127:$G$249="Puerto"))*J24+SUMAPRODUCTO(J127:J249;$E$127:$E$249;--($G$127:$G$249="Local"))*J26+SUMAPRODUCTO(J127:J249;$E$127:$E$249;--($G$127:$G$249="Santiago"))*J25)*$D$446/1000+(SUMAPRODUCTO(J32:J125;$E$32:$E$125;--($G$32:$G$125="Puerto"))*J24+SUMAPRODUCTO(J32:J125;$E$32:$E$125;--($G$32:$G$125="Local"))*J26+SUMAPRODUCTO(J32:J125;$E$32:$E$125;--($G$32:$G$125="Santiago"))*J25)*$D$446/1000	Se indica solo el cambio en J446 pero hay que arastrar la formula hasta la columna GE- **Corrige transporte especial solo trafos**

Hoja	Celda	Dice	Debe decir	Comentario
Otros paños y Máquinas	J447 a GE447	=+(SUMAPRODUCTO(J32:J125;$E$32:$E$125;--($G$32:$G$125="Puerto"))*J24+SUMAPRODUCTO(J32:J125;$E$32:$E$125;--($G$32:$G$125="Local"))*J26+SUMAPRODUCTO(J32:J125;$E$32:$E$125;--($G$32:$G$125="Santiago"))*J25)*$D$447/1000	0	Se indica solo el cambio en J447 pero hay que arastrar la formula hasta la columna GE. **Corrige transporte especial solo trafos**

El archivo del Consultor "**Costos_Unitarios.xlsx**" también se corrige en:

Hoja	Celda	Dice	Debe decir	Comentarios
Todo SSEE	**H53**	40.000	60.000	**Corrige pesos de transporte**
Todo SSEE	**H54**	40.000	90.000	
Todo SSEE	**H55**	40.000	120.000	
Todo SSEE	**H56**	2.500	65.000	
Todo SSEE	**H60**	300.000	210.000	
Todo SSEE	**H61**	300.000	250.000	
Todo SSEE	**H64**	2.500	162.000	

El archivo del Consultor "**PreciosAVIpedido_envio.xlsx**" también se corrige en:

Hoja	Celda	Dice	Debe decir	Comentarios
Precios unitarios	**B809**	1.017,30	688,45	**Corrige precio transporte especial**

b. Intereses intercalares (intereses durante la construcción)

Respecto al costo por intereses intercalares se propone lo siguiente:

INTERÉS ANUAL

- Interés anual de 6,42 % como explicado en el Anexo 2.7 Parte II de este informe

FLUJO DE DESEMBOLSOS DE INSTALACIONES DE SUBESTACIONES Y RECARGO

- Se propone considerar el flujo de desembolsos único propuesto en este informe en la cláusula 2.7 anterior, para todas las instalaciones de subestaciones (paños y transformadores de 18 meses).
- Se calcula el costo del interés intercalario sobre el total de itemes de costos exceptuando el de "Utilidad del Contratista" considerando la tasa de interés anual de 6,42% y flujo de desembolso propuesto, con lo que resulta un recargo de 4,468%.

FLUJO DE DESEMBOLSOS DE INSTALACIONES LINEAS DE AT Y RECARGO

- Se propone considerar un flujo de desembolsos único para líneas de 500 kV y otro también único para líneas de 220 kV. Se adopta el flujos de desembolsos usados por el consultor del ETT para líneas de 500 kV "largas" y para líneas de 220 kV "largas", para todas las líneas de 500 kV y de 220 kV respectivamente independiente de su largo.
- Se considera el método de cálculo de este costo el utilizado por el Consultor del ETT pero modificado las tasa de interés anual a 6,42% y los flujos de desembolsos como explicado en el comentario anterior.
- Se calcula el costo de los intereses intercalares sobre el total de itemes de costos exceptuando el de "Utilidad del Contratista".

Tanto para SSEE como para líneas de transmisión se corrige el archivo del consultor "**Costos_Unitarios.xlsx**" de acuerdo a la siguiente tabla:

Hoja	Celda	Dice	Debe decir	Comentario
Parámetros	E27	8,44%	6,42%	**Corrige interés anual**

El archivo del Consultor "**VI_Componentes_SSEE.xlsx**" se corrige de acuerdo a la siguientes tablas:

Hoja	Celda	Dice	Debe decir	Comentario
Transformador	D172	24	18	Corrige periodo del flujo para transformadores

Hoja	Celda	Dice	Debe decir	Comentario
Transformador	J181 a Q181	=+((1+Parametros!$C$12)^J172-1)*J134+(0,2*(1+Parametros!$C$12)^15+0,8*(1+Parametros!$C$12)^3-1)*SUMAPRODUCTO($D$31:$D$41;J31:J41)-VF(Parametros!$C$12;J172;(SUMAR.SI($C$22:$C$177;"VI";J22:J177)-SUMAPRODUCTO($D$31:$D$41;J31:J41)-J134)/J172;0;1)-(SUMAR.SI($C$22:$C$177;"VI";J22:J177)-SUMAPRODUCTO($D$31:$D$41;J31:J41)-J134)	=+((1+Parametros!$C$12)^J172-1)*J134+(0,2*(1+Parametros!$C$12)^15+0,8*(1+Parametros!$C$12)^3-1)*SUMAPRODUCTO($D$31:$D$41;J31:J41)-VF(Parametros!$C$12;J172;(SUMAR.SI($C$22:$C$177;"VI";J22:J177)-SUMAPRODUCTO($D$31:$D$41;J31:J41)-J134-J167)/J172;0;1)-(SUMAR.SI($C$22:$C$177;"VI";J22:J177)-SUMAPRODUCTO($D$31:$D$41;J31:J41)-J134-J167)	Se indica solo el cambio en J181 pero hay que arastrar la formula hasta la columna Q. **Elimina los intereses sobre utilidades**

Hoja	Celda	Dice	Debe decir	Comentario
Paños tramo	J405 a HA405	=+((1+Parametros!$C$12)^J397-1)*J343+(0,2*(1+Parametros!$C$12)^15+0,8*(1+Parametros!$C$12)^3-1)*SUMAPRODUCTO($D$31:$D$95;J31:J95)-VF(Parametros!$C$12;J397;(SUMAR.SI($C$22:$C$402;"VI";J22:J402)-SUMAPRODUCTO($D$31:$D$95;J31:J95)-J343)/J397;0;1)-(SUMAR.SI($C$22:$C$402;"VI";J22:J402)-SUMAPRODUCTO($D$31:$D$95;J31:J95)-J343)	=+((1+Parametros!$C$12)^J397-1)*J343+(0,2*(1+Parametros!$C$12)^15+0,8*(1+Parametros!$C$12)^3-1)*SUMAPRODUCTO($D$31:$D$95;J31:J95)-VF(Parametros!$C$12;J397;(SUMAR.SI($C$22:$C$402;"VI";J22:J402)-SUMAPRODUCTO($D$31:$D$95;J31:J95)-J343-J392)/J397;0;1)-(SUMAR.SI($C$22:$C$402;"VI";J22:J402)-SUMAPRODUCTO($D$31:$D$95;J31:J95)-J343-J392)	Se indica solo el cambio en J405 pero hay que arastrar la formula hasta la columna HA. **Elimina los intereses sobre utilidade**s

Hoja	Celda	Dice	Debe decir	Comentario
Comunes de patio	J579 a BK579	=+((1+Parametros!$C$12)^J571-1)*J521+(0,2*(1+Parametros!$C$12)^15+0,8*(1+Parametros!$C$12)^3-1)*SUMAPRODUCTO($D$34:$D$81;J34:J81)-VF(Parametros!$C$12;J571;(SUMAR.SI($C$24:$C$576;"VI";J24:J576)-SUMAPRODUCTO($D$34:$D$81;J34:J81)-J521)/J571;0;1)-(SUMAR.SI($C$24:$C$576;"VI";J24:J576)-SUMAPRODUCTO($D$34:$D$81;J34:J81)-J521)	=+((1+Parametros!$C$12)^J571-1)*J521+(0,2*(1+Parametros!$C$12)^15+0,8*(1+Parametros!$C$12)^3-1)*SUMAPRODUCTO($D$34:$D$81;J34:J81)-VF(Parametros!$C$12;J571;(SUMAR.SI($C$24:$C$576;"VI";J24:J576)-SUMAPRODUCTO($D$34:$D$81;J34:J81)-J521-J566)/J571;0;1)-(SUMAR.SI($C$24:$C$576;"VI";J24:J576)-SUMAPRODUCTO($D$34:$D$81;J34:J81)-J521-J566)	Se indica solo el cambio en J579 pero hay que arastrar la formula hasta la columna BK. **Elimina los intereses sobre utilidades**

Hoja	Celda	Dice	Debe decir	Comentario
Comunes de SE	J384 a BD384	=+((1+Parametros!$C$12)^J376-1)*J327+(0,2*(1+Parametros!$C$12)^15+0,8*(1+Parametros!$C$12)^3-1)*0-VF(Parametros!$C$12;J376;(SUMAR.SI($C$31:$C$381;"VI";J31:J381)-J327)/J376;0;1)-(SUMAR.SI($C$31:$C$381;"VI";J31:J381)-J327)	=+((1+Parametros!$C$12)^J376-1)*J327+(0,2*(1+Parametros!$C$12)^15+0,8*(1+Parametros!$C$12)^3-1)*0-VF(Parametros!$C$12;J376;(SUMAR.SI($C$31:$C$381;"VI";J31:J381)-J327-J371)/J376;0;1)-(SUMAR.SI($C$31:$C$381;"VI";J31:J381)-J327-J371)	Se indica solo el cambio en J384 pero hay que arastrar la formula hasta la columna BD. **Elimina los intereses sobre utilidades**

Hoja	Celda	Dice	Debe decir	Comentario
Otros paños y Máquinas	J526 a GE526	=+((1+Parametros!$C$12)^J518-1)*J462+(0,2*(1+Parametros!$C$12)^15+0,8*(1+Parametros!$C$12)^3-1)*SUMAPRODUCTO($D$32:$D$125;J32:J125)-VF(Parametros!$C$12;J518;(SUMAR.SI($C$23:$C$523;"VI";J23:J523)-SUMAPRODUCTO($D$32:$D$125;J32:J125)-J462)/J518;0;1)-(SUMAR.SI($C$23:$C$523;"VI";J23:J523)-SUMAPRODUCTO($D$32:$D$125;J32:J125)-J462)	=+((1+Parametros!$C$12)^J518-1)*J462+(0,2*(1+Parametros!$C$12)^15+0,8*(1+Parametros!$C$12)^3-1)*SUMAPRODUCTO($D$32:$D$125;J32:J125)-VF(Parametros!$C$12;J518;(SUMAR.SI($C$23:$C$523;"VI";J23:J523)-SUMAPRODUCTO($D$32:$D$125;J32:J125)-J462-J513)/J518;0;1)-(SUMAR.SI($C$23:$C$523;"VI";J23:J523)-SUMAPRODUCTO($D$32:$D$125;J32:J125)-J462-J513)	Se indica solo el cambio en J526 pero hay que arastrar la formula hasta la columna GE. **Elimina los intereses sobre utilidades**

El archivo del Consultor "**VI_Componentes_Lineas.xlsx**" se corrige de acuerdo a la siguiente tabla:

Hoja	Celda	Dice	Debe decir	Comentario
Secciones	BD3 a BD84	=SI(Y($AO3<MAX_L;$AO3>=MIN_L);Curva_Inversion!$B$12;SI(Y($AO3<MAX_M;$AO3>=MIN_M);Curva_Inversion!$B$13;Curva_Inversion!$B$14))	=SI(Y($AO3<MAX_L;$AO3>=MIN_L);Curva_Inversion!$B$12;SI(Y($AO3<MAX_M;$AO3>=MIN_M);Curva_Inversion!$B$12;Curva_Inversion!$B$12))	Se indica solo el cambio en BD3 pero hay que arrastrar la fórmula hasta la fila BD84. **Clasifica todas las líneas como largas (para flujo)**
VI_Lineas	S430 a CX430	=SUMAR.SI($B$54:$B$426;"VI";S$54:S$426)*S$429	=(SUMAR.SI($B$54:$B$426;"VI";S$54:S$426)-S416)*S$429	Se indica solo el cambio en S430 pero hay que arrastrar la fórmula hasta la columna CX. **Elimina los intereses sobre utilidades**

c. Recargo de seguro de transporte terrestre

Se propone aceptar el valor usando por el consultor del ETT para el seguro terrestre en Chile de 0,50% del valor del bien transportado.

d. Recargo de seguro de obra

Se propone aceptar el valor usado por el consultor del ETT para el seguro de obra de 1,2%, de los costos de los equipos y materiales , de las obras civiles y del montaje.

e. Recargo de Gastos Generales e Imprevistos del Contratista

Se propone aceptar el recargo de Gastos Generales e Imprevisto del contratista usado por el Consultor del ETT de 15,0 % por ser un valor razonable y eficiente de los usados habitualmente por los Contratistas.

f. Recargo de Utilidad del Contratista

Se propone aceptar el recargo de Utilidad del Contratista usado por el Consultor del ETT de 10,0 % por ser un valor razonable y eficiente de los usados habitualmente por los Contratistas.

g. Recargo por Garantía del Contrato

Se propone aceptar el monto de garantía considerado por el Consultor del ETT de 10 % del contrato y la comisión o interés anual cobrado por los bacos de 1,0% anual.

El impuesto de emisión de la boleta de garantía bancaria que corresponde al impuesto de Timbres y Estampillas considerado por el Consultor del ETT de 1,2 % del valor de la boleta bancaria se reduce a 0,8% que es el valor máximo del impuesto de Timbres y Estampillas.

Esto se corrige en el archivo del Consultor "**Costos_Unitarios.xlsx**" que se muestra en la siguiente tabla:

Hoja	Celda	Dice	Debe decir	Comentarios
Comunes	G97	1,3%	0,8%	Corrige impuesto T y E

Todas las modificaciones a los archivos del Consultor del ETT que se refieren a precios Unitarios de los recargos se indican en el anexo a este informe denominado Anexo 2.8 Parte II.

5.9 Análisis de Servidumbres y Terrenos

A Metodología.

Los precios de las servidumbres y de los terrenos de las instalaciones de transmisión, presentados en el Estudio de Transmisión Troncal, año 2014, fueron revisados con relación a:

- Que el valor de adquisición de los terrenos de subestaciones y que el valor de las servidumbres de las líneas de transmisión considerados en el Estudio de Transmisión Troncal 2014, correspondan a los derechos relacionados con el uso del suelo ocupado por las instalaciones, su uso y goce, y su incorporación al VI de los Tramos se haya realizado de acuerdo con lo dispuesto en las Bases del Estudio de Transmisión Troncal, Resolución Exenta N° 800 de la Comisión Nacional de Energía del 17 de diciembre 2013, en sus cláusulas A.2 Valor de las Servidumbres, B2 A.V.I. de Servidumbres y su Anexo 3.

- También, en el caso de los terrenos de las subestaciones, se revisó el tamaño de las superficies que el consultor del ETT consideró en la valorización y cálculo de cada VI_i, a saber, "Área de comunes Patio 220 kV", "Área de comunes Patio 500 kV" y "Área asignable a común SE". Dichos valores del ETT fueron examinados mediante un análisis comparativo versus la *"superficie ocupada por las instalaciones"* en cada subestación.

- La *"superficie ocupada por las instalaciones"* a que se refiere el párrafo anterior fue calculada o determinada por los especialistas encargados de esta revisión, en base a:

    - Un primer valor de referencia para la comparación, mediante un modelo de cálculo teórico de la superficie eficiente que debería ser utilizada por las distintas instalaciones en

subestaciones tipos, en función de la cantidad de barras y de paños (y/o diagonales en caso de configuración interruptor y medio).

- La verificación de las longitudes y superficies definidas o especificadas de los diferentes paños y patios de las subestaciones en los planos y cartografía disponibles, identificando conjuntamente las instalaciones troncales, las instalaciones adicionales y las de subtransmisión que pudieran formar parte de la subestación.

- La utilización de la herramienta Google Earth donde es posible medir directamente el área de una determinada subestación y las superficies efectivamente utilizadas por sus distintas instalaciones.

- Las diferencias encontradas en las áreas de terreno de las instalaciones de subestaciones fueron tabuladas y los nuevos valores de superficies resultantes fueron informados al inventario de instalaciones para su posterior valorización por el modelo de cálculo del VI de cada instalación mediante la aplicación del precio unitario (US$/$m^2$) correspondiente.

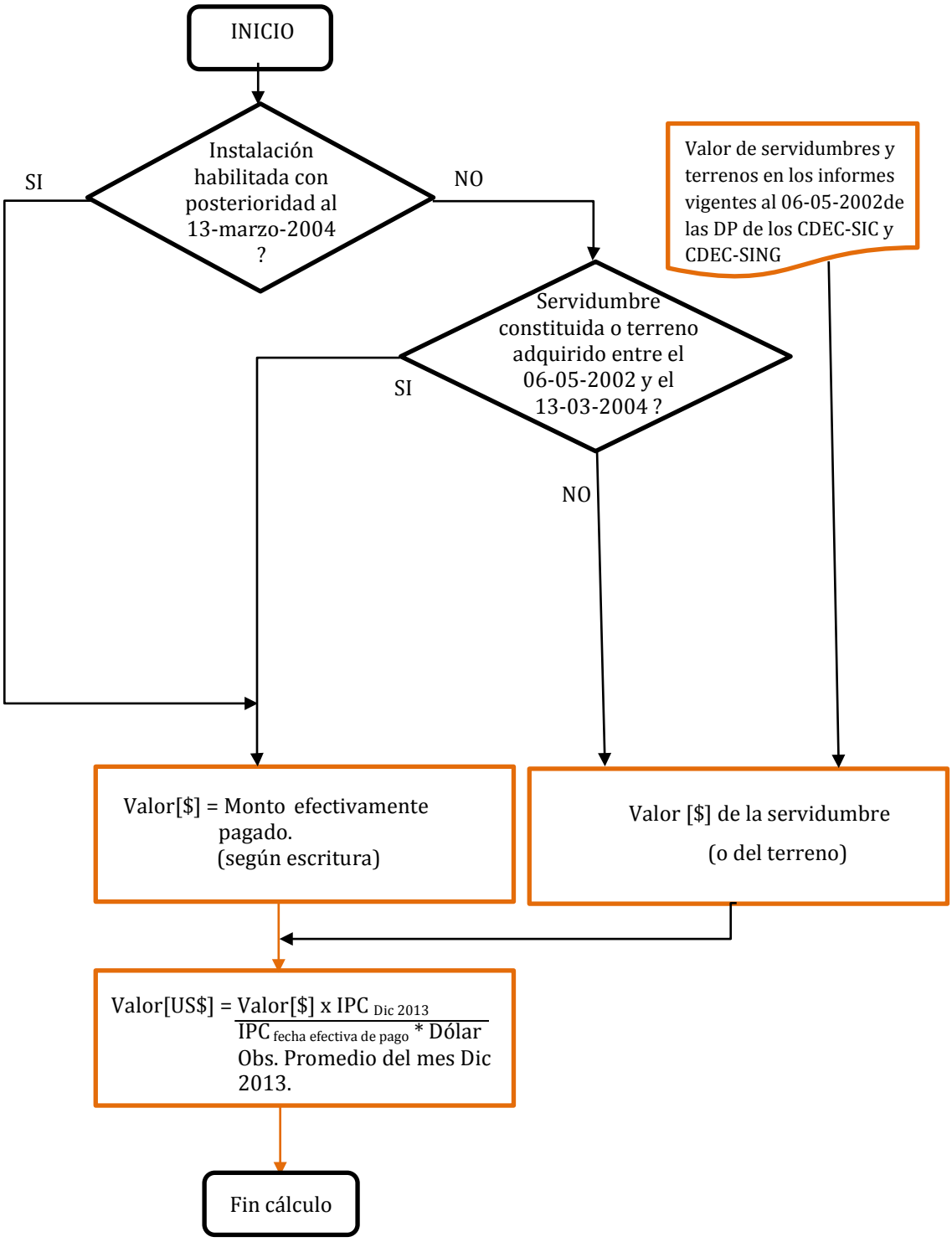
- En general, la gran mayoría de los precios unitarios de los terrenos de subestaciones considerados en el ETT no fueron modificados en esta revisión dado que en los archivos del ETT se encuentran los respaldos de precio para la mayoría de las SS/EE con puesta en servicio posterior al 13-03-2004 y, por otro lado, las subestaciones con adquisición de terrenos anteriores al 6-05-2002 usan los precios informados por CDEC, como lo establecen las bases del estudio.

- En el caso de las servidumbres de líneas, los valores del ETT fueron verificados con los valores de servidumbres informados por las empresas propietarias de las líneas o los contenidos en los informes vigentes al 06-05-2002 de las DP de los CDEC-SIC y CDEC-SING. Las diferencias detectadas fueron tabuladas y los nuevos valores de servidumbres de líneas fueron informados al modelo de cálculo del VI de cada instalación.

B Revisión del Procedimiento y Determinación de los Valores de Servidumbres y Terrenos.

De acuerdo con lo indicado en el punto A anterior, el procedimiento que se ha revisado y que se debe seguir en el desarrollo del ETT, tal como lo declara el consultor en su Informe, para determinar el valor de los terrenos y servidumbres se esquematiza en el diagrama siguiente:

CALCULO DE ACTUALIZACIÓN DE LOS VALORES DE SERVIDUMBRES Y TERRENOS.



B.1 Análisis de los Terrenos de Subestaciones.

El resultado del análisis de los terrenos realizado según se explicó, se resume en la planilla Excel **"Informe terrenos SE_30-01-2015.xlsx"** la cual se adjunta anexa a este Informe, (Anexo 2.9 Parte II).

Dicha planilla y sus valores de totales se muestra a continuación en la Tabla N° 2, de donde se puede concluir lo siguiente:

- El total de superficie "Área de comunes Patio 220 kV" determinada como resultado de esta revisión es un 5% mayor (32.697 m2) que el correspondiente valor usado en el ETT.
- El total de superficie "Área de comunes Patio 500 kV" determinada como resultado de esta revisión es un 15% menor (-42.964 m2) que el correspondiente valor usado en el ETT.
- El total de superficie "Área asignable a común SE" determinada como resultado de esta revisión, es un 16% menor (-253.773 m2) que el correspondiente valor usado en el ETT.
- En consecuencia, el total de superficie de terreno de subestaciones a valorizar, determinada como resultado de esta revisión, es un 10% menor (-264.040 m2) que el correspondiente valor usado en el ETT.
- Al aplicar los precios unitarios US$/m2 del ETT, lo anterior significa un menor valor de US$ 5,5 millones, esto es un 15,4% de menor valor, en el precio total de terrenos de subestaciones en el sistema troncal.

Adicionalmente del análisis comparativo realizado se pueden mencionar las siguientes conclusiones principales:

- En los valores de superficies, la diferencia más significativa se presenta en el "Área asignable a común SE".
- Dado que en la gran mayoría de los casos este valor se obtiene por diferencia, entre el total de m2 de la subestación y las áreas de Patios 220 y 500 kV, se puede concluir que las diferencias más relevantes detectadas en esta revisión provienen de subestaciones sobredimensionadas en el tamaño total de su terreno utilizado para los efectos del sistema eléctrico.

  Por ejemplo, para la subestación Nogales el ETT presenta 61.690 m2 como "Área asignable a común SE" con un área total de terreno de la subestación de 71.980 m2, a pesar que la empresa propietaria señaló 18.000 m2, valor que concuerda exactamente con el área medida mediante Google Earth. Así, esta revisión corrigió el valor del "Área asignable a común SE" a 7.710 m2.

En el caso de la subestación Lagunas, el ETT presenta un área total de terreno de la subestación de 116.110 m2, sin embargo el área medible como subestación eléctrica incluyendo sus instalaciones comunes, servicios auxiliares, accesos y caminos interiores es de sólo 47.765 m2. En consecuencia, esta revisión corrigió el valor del "Área asignable a común SE" de 106.144 m2 a 27.199 m2.

Otros casos de los tipos antes señalados se muestran en la Tabla N° 1 siguiente.

TABLA N° 1

	Valores del ETT	Valores recalculados	
Línea	Área asignable a común SE	Área asignable a común SE	Diferencia m2.
	m2	m2	
S-15. SE Itahue	78.466	44.596	-33.870
S-20. SE Temuco	29.870	12.942	-16.928
S-24. SE Puerto Montt	50.522	18.608	-31.914
S-27. SE Colbún	29.870	6.100	-23.770
S-8. SE Nogales	61.690	7.710	-53.980
S-31. SE Concepción	46.900	24.777	-22.123
S-35. SE Rahue	20.151	7.902	-12.249
N-2. SE Lagunas	106.144	27.199	-78.945
N-3. SE Crucero	343.961	20.362	-323.599
N-4. SE Encuentro	120.417	33.726	-86.691
N-5. SE Atacama	55.643	11.640	-44.003

- Valorizar estas diferencias de superficie, al precio unitario considerado en el ETT, significa un menor valor total de US$ 5.499.158 en el precio total de terrenos de las subestaciones.

En relación con los precios unitarios (US$/$m^2$) de los terrenos de subestaciones considerados en el ETT, como se dijo, la gran mayoría éstos no fueron modificados en esta revisión dado que en los archivos del ETT se encuentran los respaldos de la mayoría de las subestaciones y su aplicación fue conforme lo establece las bases del estudio. Sin embargo, hay algunas diferencias de precios entre los usados por el consultor del ETT y los determinados por esta revisión según los antecedentes que fueron habidos en los archivos del ETT.

TABLA N° 2

	Datos del ETT							Datos del análisis comparativo								
	Terreno S/E							Terreno S/E						Diferencias con ETT		
	Superficie [m^2]							Superficie [m^2]								
Subestación	Terreno informado por Empresas	Área asignable a comunes S/E	Área de comunes Patio 500 kV	Área de comunes Patio 220 kV	Total terreno S/E a valorizar	Precio Unitario [US$/$m^2$]	Precio Total terreno S/E [US$]	Área asignable a comunes S/E	Área de comunes Patio 500 kV	Área de comunes Patio 220 kV	Total terreno S/E a valorizar	Precio Unitario [US$/$m^2$]	Precio Total terreno S/E [US$]	Total m2 terreno S/E	Precio Total terreno S/E [US$]	%
N-1. SE Tarapacá	17.000	10.356	-	6.644	17.000	3,38	57.460	10.356	-	6.644	17.000	3,38	57.460			
N-10. SE Nueva Zaldívar	12.200	5.463	-	6.737	12.200	3,38	41.236	5.463	-	6.737	12.200	3,38	41.236			
N-11. SE Laberinto	18.150	8.128	-	10.022	18.150	3,38	61.347	8.128	-	10.022	18.150	3,38	61.347			
N-12. SE El Cobre	25.080	11.231	-	13.849	25.080	-	-	11.231	-	13.849	25.080	-	-			
N-13. SE Pozo Almonte	44.564	19.956	-	24.608	44.564	3,38	150.626	29.139	-	7.128	36.267	3,38	122.582	-8.297	-28.044	-19%
N-2. SE Lagunas	116.110	106.144	-	9.966	116.110	5,41	628.155	27.199	-	20.566	47.765	5,41	258.409	-68.345	-369.746	-59%
N-3. SE Crucero	365.000	343.961	-	21.039	365.000	1,85	675.250	20.362	-	38.902	59.264	1,85	109.638	-305.736	-565.612	-84%
N-4. SE Encuentro	131.490	120.417	-	11.073	131.490	24,05	3.162.335	33.726	-	24.864	58.590	24,05	1.409.090	-72.900	-1.753.245	-55%
N-5. SE Atacama	71.145	55.643	-	15.502	71.145	17,78	1.264.958	11.640	-	20.280	31.920	17,78	567.538	-39.225	-697.421	-55%
N-6. SE Domeyko	18.850	8.441	-	10.409	18.850	3,38	63.713	8.441	-	10.409	18.850	3,38	63.713			
N-7. SE Escondida	16.192	7.251	-	8.941	16.192	3,38	54.729	7.251	-	8.941	16.192	3,38	54.729			
N-8. SE Sulfuros	10.170	4.554	-	5.616	10.170	3,38	34.375	4.554	-	5.616	10.170	3,38	34.375			
S-1. SE Diego de Almagro	56.400	46.900	-	9.500	56.400	8,62	486.168	46.900	-	9.500	56.400	8,62	486.168			
S-10. SE Polpaico	119.280	48.980	50.140	20.160	119.280	4,50	536.760	48.980	50.140	20.160	119.280	4,50	536.760			
S-11. SE Cerro Navia	204.472	71.931	-	30.833	102.764	35,41	3.638.857	104.215	-	30.833	135.048	35,41	4.782.050	32.284	1.143.193	31%
S-12. SE Alto Jahuel	205.063	92.086	68.615	23.573	184.274	13,13	2.419.523	92.086	68.615	23.573	184.274	13,13	2.419.523			
S-13. SE Chena	36.066	29.826	-	6.240	36.066	134,76	4.860.254	29.826	-	6.240	36.066	134,76	4.860.254			
S-15. SE Itahue	94.220	78.466	-	6.240	84.706	14,95	1.266.355	44.596	-	6.240	50.836	14,95	759.998	-33.870	-506.357	-40%
S-16. SE Ancoa	195.286	19.225	89.489	28.045	136.759	2,54	347.368	104.152	43.020	28.045	175.217	2,54	445.051	38.458	97.683	28%
S-18. SE Hualpen	24.878	23.743	-	6.998	30.741	89,11	2.739.331	21.518	-	3.360	24.878	89,11	2.216.879	-5.863	-522.452	-19%
S-19. SE Charrúa	461.802	5.279	83.569	62.941	151.789	0,81	122.949	316.934	87.074	57.794	461.802	0,81	374.059	310.013	251.111	204%
S-2. SE Carrera Pinto	13.350	8.230	-	5.300	13.530	3,42	46.273	19.536	-	5.300	24.836	3,42	84.939	11.306	38.667	84%
S-20. SE Temuco	73.663	29.870	-	12.010	41.880	77,80	3.258.264	12.942	-	9.324	22.266	77,80	1.732.295	-19.614	-1.525.969	-47%
S-21. SE Cautín	30.225	6.825	-	23.400	30.225	29,12	880.152	6.825	-	23.400	30.225	29,12	880.152			
S-22. SE Ciruelos	11.172	4.620	-	6.552	11.172	1,00	11.172	4.620	-	6.552	11.172	1,00	11.172			
S-23. SE Valdivia	45.498	36.138	-	9.360	45.498	8,78	399.472	30.098	-	15.400	45.498	8,78	399.472			
S-24. SE Puerto Montt	46.338	50.522	-	3.188	53.710	58,26	3.129.145	18.608	-	14.800	33.408	58,26	1.946.350	-20.302	-1.182.795	-38%
S-25. SE Maipo	17.065	7.099	-	9.966	17.065	51,60	880.554	10.924	-	6.141	17.065	51,60	880.554			
S-26. SE Candelaria	29.486	19.520	-	9.966	29.486	1,67	49.242	19.520	-	9.966	29.486	1,67	49.242			
S-27. SE Colbún	73.663	29.870	-	12.010	41.880	2,54	106.375	6.100	-	4.400	10.500	2,54	26.670	-31.380	-79.705	-75%
S-28. SE Las Palmas	18.179	9.321	-	8.858	18.179	6,64	120.709	9.321	-	8.858	18.179	6,64	120.709			
S-3. SE Cardones	59.015	21.470	-	28.878	50.348	1,95	98.178	21.470	-	28.878	50.348	1,95	98.178			
S-30. SE Rapel	14.500	12.270	-	2.230	14.500	4,62	66.990	12.270	-	2.230	14.500	4,62	66.990			
S-32. SE Mulchen	13.350	8.230	-	5.300	13.530	3,72	50.332	8.230	-	5.300	13.530	3,72	50.332			
S-33. SE Lagunillas	72.607	4.620	-	4.632	9.252	25,35	234.538	22.000	-	6.000	28.000	25,35	709.800	18.748	475.262	203%
S-35. SE Rahue	45.000	20.151	-	14.198	34.349	10,09	346.546	7.902	-	14.198	22.100	10,09	222.964	-12.249	-123.581	-36%
S-36. SE Los Maquis	11.172	4.620	-	6.552	11.172	-	-	4.620	-	6.552	11.172	-	-			
S-37. SE San Andres	11.172	4.620	-	6.552	11.172	1,95	21.785	4.620	-	6.552	11.172	1,95	21.785			
S-38. SE Don Goyo	11.172	4.620	-	6.552	11.172	1,95	21.785	3.966	-	4.118	8.084	1,95	15.764	-3.088	-6.022	-28%
S-39. SE Lo Aguirre	11.172	4.620	-	6.552	11.172	13,13	146.688	4.620	-	6.552	11.172	13,13	146.688			
S-4. SE Maitencillo	76.800	58.040	-	18.760	76.800	8,67	665.856	48.576	-	28.224	76.800	8,67	665.856			
S-40. SE El Llano	3.112	1.393	-	1.266	2.659	1,11	2.950	1.393	-	1.266	2.659	1,11	2.950			
S-5. SE Punta Colorada	23.700	3.510	-	20.190	23.700	0,09	2.133	3.510	-	20.190	23.700	0,09	2.133			
S-6. SE Pan de Azúcar	76.868	53.363	-	23.505	76.868	24,07	1.850.213	53.363	-	23.505	76.868	24,07	1.850.213			
S-7. SE Los Vilos	17.451	3.691	-	13.760	17.451	11,51	200.861	3.691	-	13.760	17.451	11,51	200.861			
S-8. SE Nogales	18.000	61.690	-	10.290	71.980	2,67	192.187	7.710	-	10.290	18.000	2,67	48.060	-53.980	-144.127	-75%
S-9. SE Quillota	70.320	47.176	-	23.144	70.320	4,14	291.125	47.176	-	23.144	70.320	4,14	291.125			
TOTALES	**3.137.468**	**1.634.082**	**291.813**	**631.905**	**2.557.800**		**35.685.272**	**1.380.309**	**248.849**	**664.602**	**2.293.760**		**30.186.113**	**-264.040**	**-5.499.159**	**-15%**

B.2 Análisis del Precio de las Servidumbres.

Los valores de las servidumbres de líneas del ETT fueron verificados con los valores de servidumbres informados por las empresas propietarias de las líneas o los contenidos en los informes vigentes al 06-05-2002 de las DP de los CDEC-SIC y CDEC-SING.

Las diferencias detectadas fueron tabuladas y los nuevos valores de servidumbres de líneas fueron informados al modelo de cálculo del VI de cada instalación.

El análisis correspondiente se resume a continuación en la Tabla N° 3, que corresponde a la planilla Excel “Valores revisados de Servidumbres_ETT 2014.xlsx” la cual se adjunta anexa a este Informe. (Anexo 2.9 Parte II).

Tal como se muestra en dicha tabla, del análisis comparativo realizado se pueden mencionar las siguientes conclusiones principales:

- Varios valores de servidumbres considerados en el ETT se deben corregir a un mayor valor, correspondiente al monto informado por el CDEC. Por ejemplo, entre otros, los casos de las líneas L-12a.Línea Polpaico - El Rodeo 500, L-20a.Línea Charrúa - Concepción 220, L-32.Línea Rapel - Melipilla 220 y los tramos de la Línea Melipilla - Cerro Navia 220.
- Otros valores de servidumbres considerados en el ETT se deben corregir a un valor menor. Este monto es el que fue informado por el CDEC. Por ejemplo, entre otros, los casos de las líneas L-13.Línea Ancoa - Alto Jahuel 500, L-36a.Línea Alto Jahuel - El Rodeo 220 y L-6a.Línea Los Vilos - Las Palmas 220.
- Otros casos corregidos, corresponden consideraciones de valores de servidumbres proporcionales a un circuito de la línea debiendo considerar doble circuito.
- En la línea Línea El Rodeo - Chena 220 se hace notar que el ETT en el caso del valor de la servidumbre, no toma en cuenta que el Circuito 1 fue definido como "Obra Nueva ", y que el valor total de la servidumbre, ambos circuitos ya está considerado en el VATT asignado en la licitación correspondiente.
- Finalmente, entre aumentos y disminuciones por valores corregidos de servidumbres, de esta revisión resulta un valor neto total mayor en US$ 7,9 millones con respecto al valor total de las servidumbres presentadas en el Estudio de Transmisión Troncal.
- Cabe notar que este mayor valor está fuertemente condicionado por el hecho que el ETT no contempló la servidumbre de la Línea 220 kV Valdivia-Puerto Montt Circuito 2, cuyo valor de US$ 7,02 millones explica el referido incremento.

En el Anexo 2.9 Parte II se adjuntan también los archivos Excel que muestran los cambios de valores efectuados en el modelo del consultor para introducir los valores corregidos de superficies de subestaciones y valores de servidumbre de líneas de transmisión.

TABLA N°3

INFORMACIÓN DEL ETT		DATOS PROVENIENTES DEL PROCESO DE REVISIÓN				
LÍNEA	Valor de Servidumbre a dic13 (US$)	Valor CDEC UF	Valor US$ Dic 2013	Dif US$ con ETT	Valor (US$) para valorizació	COMENTARIOS POR LAS DIFERENCIAS CON VALORES DEL ETT
L-1.Línea Diego de Almagro - Carrera Pinto 220	1.249.766	28.387	1.249.766	-0	1.249.766	
L-10a.Línea Polpaico - Lampa 220	914.268	25.998	1.144.610	230.342	914.268	Se acepta valor del ETT en consideraciòn que corrige la prorrata del CDEC de acuerdo a
L-10b.Línea Cerro Navia - Lampa 220	1.140.513	20.674	910.171	-230.342	1.140.513	las distancias reales de lampa respecto a Polpaico y Cº. Navia
L-11a.Línea Alto Jahuel - Chena 220	2.412.008	50.972	2.244.074	-167.934	2.244.074	Supuestamente el Consultor del ETT usa este valor de servidumbre para las 2 líneas (cada una 2x220 kV) entre Alto Jahuel y Chena.
L-11b.Línea Chena - Cerro Navia 220	1.076.964	24.525	1.079.721	2.757	1.079.721	Se corrige al valor informado por el CDEC
L-12a.Línea Polpaico - El Rodeo 500	3.468.776	121.771	5.361.089	1.892.313	5.361.089	Se corrige al valor informado por el CDEC (supuestamente ETT tomó valores de linea de 220 kV)
L-12b.Línea Alto Jahuel - El Rodeo 500	613.086	65.864	2.899.728	2.286.641	2.899.728	Linea nueva, no informada por el CDEC: se consideró el total de informes de las Comisiones Tasadora de la SEC (Comisión CHB) presentadas por la empresa propietaria.
L-13.Línea Ancoa - Alto Jahuel 500	24.324.367	504.039	22.190.816	-2.133.551	22.190.816	Se corrige al valor informado por el CDEC
L-14.Línea Ancoa - Alto Jahuel 500	20.711.762	470.444	20.711.762	0	20.711.762	
L-16.Línea Itahue - Ancoa 220	3.747.228	85.113	3.747.184	-44	3.747.184	
L-17.Línea Ancoa - Charrúa 500 L1	13.347.359	303.170	13.347.359	0	13.347.359	
L-18.Línea Ancoa - Charrúa 500 L2	14.757.468	335.199	14.757.468	-0	14.757.468	
L-2a.Línea Carrera Pinto - San Andres 220	782.252	17.768	782.252	0	782.252	
L-2b.Línea San Andres - Cardones 220	519.244	11.794	519.244	0	519.244	
L-20a.Línea Charrúa - Concepción 220	463.470		463.470	0	463.470	Se mantiene valor del ETT. (valor informado por el CDEC es VNR; Tabla 3)
L-20b.Línea Concepción - Hualpén 220	536.536		536.536	0	536.536	Se mantiene valor del ETT. (valor informado por el CDEC es VNR; Tabla 3)
L-21a1.Línea Charrúa - Tap Laja 220	1.171.309	26.563	1.169.449	-1.860	1.169.449	Se prorratea según largo del unilineal CDEC valor de serv. de linea Charrúa-Temuco
L-21a2.Línea Esperanza - Tap Laja 220	4.783.054	109.039	4.800.556	17.502	4.800.556	Se prorratea según largo del unilineal CDEC valor de serv. de linea Charrúa-Temuco
L-21b.Línea Esperanza - Temuco 220	6.689.901	152.919	6.732.408	42.508	6.732.408	Se corrige al valor informado por el CDEC
L-23.Línea Cautín - Ciruelos 220	3.138.481	66.789	2.940.460	-198.021	2.940.460	Porrrata por kilómetro de la servidumbre de 2x220 kV Temuco-Valdivia (0,5 por tratarse de un circuito) + 25% de la servidumbre informada en seccionamiento SE Cautín (tabla 5, celda D11)
L-24.Línea Ciruelos - Valdivia 220	1.112.229	25.563	1.125.438	13.209	1.125.438	idem anterior, sin 0,25*
L-25a1.Línea Cautín - Ciruelos 220 T1	2.452.048	44.842	1.974.204	-477.844	1.974.204	Se prorratea L-23 según largo del tramo T1 que es donde cambia conductor, según plano unilineal y suma de vanos informados por Transelec
L-25a2.Línea Cautín - Ciruelos 220 T2	899.698	21.947	966.256	66.558	966.256	Se prorratea L-23 según largo del tramo T2 que es donde cambia conductor, según plano unilineal y suma de vanos informados por Transelec
L-25b.Línea Ciruelos - Valdivia 220	1.198.603	25.563	1.125.438	-73.166	1.125.438	idem a L-24
L-26a.Línea Valdivia - Barro Blanco 220	3.571.968	66.220	2.915.403	-656.565	2.915.403	Se corrige a valores informados por el CDEC: 50% de Valdivia-Pilauco (el otro 50% va a Valdivia -Puerto Montt 2) + prorrata de 5,7 km de Pilauco-Pto.Montt 1
L-26b1.Línea Barro Blanco - Puerto Montt 220 T1	113.023	6.084	267.874	154.851	267.874	Circuito 1; se corrige según valor del Tramo T-50 Barro Blanco-Pto.Montt prorratendo por
L-26b2c1.Línea Barro Blanco - Puerto Montt 220 T2 C1	1.777.114	86.882	3.825.078	2.047.964	3.825.078	longitud (segmentos según cambio de conductor)
L-26b2c2.Línea Barro Blanco - Puerto Montt 220 T2 C2	1.621.244	159.523	7.023.155	5.401.911	7.023.155	Se corrige incorporando aquí la servidumbre de la línea Valdivia-Puerto Montt Circuito2 (Tramo T-51) no considerada en el ETT; valores informados por el CDEC.
L-26c.Línea Barro Blanco - Puerto Montt 220 T3	55.025	2.953	129.997	74.973	129.997	Circuito 1; se corrige según valor del Tramo T-50 Barro Blanco-Pto.Montt.
L-29.Línea Candelaria - Maipo 220	1.871.369	42.507	1.871.400	31	1.871.400	
L-30.1.Línea Maipo - Alto Jahuel 220 C1	0	0	0	0	0	
L-30.2.Línea Maipo - Alto Jahuel 220 C2	0	0	0	0	0	
L-32.Línea Rapel - Melipilla 220	3.808.950	122.955	5.413.200	1.604.250	5.413.200	Se corrige al valor informado por el CDEC. En ETT falta un circuito
L-33a1.Línea Melipilla - Cerro Navia 220 T1	1.153.807	36.761	1.618.445	464.637	1.618.445	Se corrige al valor informado por el CDEC
L-33a2.Línea Melipilla - Cerro Navia 220 T1	2.289.582	73.092	3.217.960	928.378	3.217.960	Se corrige al valor informado por el CDEC
L-33b1.Línea Melipilla - Cerro Navia 220 T2 C1	113.174	1.827	80.449	-32.725	80.449	Se corrige al valor informado por el CDEC
L-33b2.Línea Melipilla - Cerro Navia 220 T2 C2	113.174	1.827	80.449	-32.725	80.449	Se corrige al valor informado por el CDEC
L-33c.Línea Melipilla - Cerro Navia 220 T3	197.751	6.234	274.473	76.722	274.473	Se corrige al valor informado por el CDEC
L-33d.Línea Melipilla - Cerro Navia 220 T4	294.575	9.459	416.442	121.867	416.442	Se corrige al valor informado por el CDEC

TABLA N° 3 (continuación)

L-36a.Línea Alto Jahuel - El Rodeo 220	1.796.348	19.186	844.683	-951.665	844.683	Se corrige al valor informado por el CDEC
L-36b.Línea El Rodeo - Chena 220	4.381.115	91.366	4.022.491	-358.624	4.022.491	Nota: PARA TENER EN CUENTA EN LA VALORIZACION COMPLETA DE LA INSTALACION: Circuito 1 es "Obra Nueva ": valor de servidumbre es referencial ya que el VATT (que incluye el VI de servidumbres) está ya definido por el valor de oferta de la empresa por 20 años. La servidumbre de los 2 circuitos se obtuvo y pagaron las indemnizaciones ya en la "Obra Nueva". Se recomienda incluir en el inventario una linea L-xx correspondiente a la "obra de Ampliación " Circuito 2.
L-3A.Línea Cardones - Maitencillo 220	2.516.790	57.166	2.516.790	-0	2.516.790	
L-3B.Línea Cardones - Maitencillo 220	8.703.102	197.681	8.703.121	19	8.703.121	
L-4.Línea Maitencillo - Punta Colorada 220	4.294.471	97.325	4.284.819	-9.652	4.284.819	Se corrige al valor informado por el CDEC
L-5.Línea Punta Colorada - Pan de Azúcar 220	3.455.160	78.480	3.455.170	10	3.455.170	
L-6a.Línea Los Vilos - Las Palmas 220	3.355.615	73.765	3.247.582	-108.033	3.247.582	Se corrige al valor informado por el CDEC
L-6b.Las Palmas - Tap Monte Redondo 220	1.144.599	26.428	1.163.534	18.935	1.163.534	Se corrige al valor informado por el CDEC
L-6c.Tap Talinay - Tap Monte Redondo 220	888.386	20.566	905.457	17.070	905.457	Se corrige al valor informado por el CDEC
L-6d. Tap Talinay - Don Goyo 220	1.587.718	36.761	1.618.449	30.732	1.618.449	Se corrige al valor informado por el CDEC
L-6e. Pan de Azúcar - Don Goyo 220	3.001.204	69.350	3.053.183	51.979	3.053.183	Se corrige al valor informado por el CDEC
L-7.Línea Los Vilos - Nogales 220	4.694.051	107.102	4.715.279	21.228	4.715.279	Se corrige al valor informado por el CDEC
L-8.Línea Nogales - Quillota 220	1.471.613	32.943	1.450.350	-21.263	1.450.350	Se corrige al valor informado por el CDEC
L-9.Línea Quillota - Polpaico 220	5.558.017	126.243	5.557.973	-44	5.557.973	
L-37.Línea Nogales - Polpaico 220	14.708.555	334.089	14.708.598	43	14.708.598	IDEM NOTA ANTERIOR: "Obra Nueva": valor de servidumbre es referencial ya que el VATT (que incluye el VI de servidumbres) está ya definido por el valor de oferta de la empresa por 20 años
L-38.Línea Cautín - Temuco 220	299.641	5.714	251.556	-48.085	251.556	Se corrige al valor informado por el CDEC
L-39.Línea Charrúa - Lagunillas 220	10.093.706	190.179	8.372.819	-1.720.887	8.372.819	Se tomó valor demostrado por el Propietario con escrituras las cuales alcanzaron a 57 km de los 80 km de longitud total de la línea.
L-40.Línea Lagunillas - BocaminaII 220	774.420		0	-774.420	0	Es "Sistema Adicional"; no se valoriza
L-41.Línea Lagunillas - Hualpen 220	3.176.433		3.176.433	0	3.176.433	Se mantiene el valor informado por el ETT.
L-42.Línea Colbun - Candelaria 220	8.647.145	196.410	8.647.160	15	8.647.160	
L-43.Línea Colbun - Ancoa 220	16.378	372	16.388	10	16.388	
L-44.Línea Charrua - Mulchen 220	0	0	0	0	0	Es "Obra Nueva", no se valoriza y no hay antecedentes para calcular la servidumbre
L-45.Línea Cautín - Mulchen 220	0	0	0	0	0	Es "Obra Nueva", no se valoriza y no hay antecedentes para calcular la servidumbre
L-47a1.Línea Polpaico - El Llano 220	178.358	7.140	314.324	135.965	314.324	Datos entregados por Colbún al ETT
L-47a2.Línea Polpaico - El Llano 220	178.358	7.140	314.324	135.965	314.324	Datos entregados por Colbún al ETT
L-47b1.Línea Los Maquis - El Llano 220	164.446	3.939	173.396	8.950	173.396	Datos entregados por Colbún al ETT
L-47b2.Línea Los Maquis - El Llano 220	164.446	3.939	173.396	8.950	173.396	Datos entregados por Colbún al ETT
LN-1.Línea Tarapacá - Lagunas 220	720.133	16.357	720.133	0	720.133	
LN-2A.Línea Lagunas - Crucero 220	2.236.652	50.803	2.236.652	0	2.236.652	
LN-2Ba.Línea Lagunas - Tap Nueva Victoria 220	0		0	0	0	En información del CDEC-SING se indica que el propietario no pudo desagregar el valor de la servidumbre del valor de inversión.
LN-2Bb.Línea Crucero - Tap Nueva Victoria 220	0		0	0	0	En información del CDEC-SING se indica que el propietario no pudo desagregar el valor de la servidumbre del valor de inversión.
LN-3a.Línea Crucero - Encuentro 220 T 1	1.752	100	4.403	2.651	1.752	Valor total Crucero-encuentro es US$ 4.403 que se prorratea en los valores indicados por el ETT
LN-3b1.Línea Crucero - Encuentro 220 T2 C1	763		0	-763	763	
LN-3b2.Línea Crucero - Encuentro 220 T2 C2	1.887		0	-1.887	1.887	
LN-4.Línea Atacama - Encuentro 220	1.991.031	45.224	1.991.031	0	1.991.031	
LN-5.Línea Atacama - Domeyko 220	2.662.501		2.662.501	0	2.662.501	
LN-6.Línea Domeyko - Escondida 220	90.915		90.915	0	90.915	
LN-7.Línea Domeyko - Sulfuros 220	12.988		12.988	0	12.988	
LN-8.Línea Escondida - Nueva Zaldívar 220	181.829		181.829	0	181.829	
LN-10A.Línea Laberinto - Nueva Zaldívar 220	1.227.348		1.227.348	0	1.227.348	
LN-10B.Línea Laberinto - Nueva Zaldívar 220	1.227.348		1.227.348	0	1.227.348	
LN-11.Línea Laberinto - El Cobre 220	0		0	0	0	
LN-12a.Línea Laberinto - Crucero 220	861.741		861.741	0	861.741	
LN-12b.Línea Laberinto - Crucero 220	861.741		861.741	0	861.741	
LN-13.Línea Lagunas - Pozo Almonte 220	12.812		12.812	0	12.812	
TOTALES	**225.832.660**		**233.692.499**	**7.859.840**	**233.692.498**	

6 Revisión y comparación del Modelo de Valorización

6.1 Metodología para Identificar Instalaciones Comunes

El Consultor del ETT 2014 utilizó una metodología en conformidad a lo señalado en las Bases para la Realización del Estudio de Transmisión Troncal.

Las relaciones de energía de cada subestación manejada por cada patio de 500 o 220 kV, en relación al volumen total de energía manejado por la subestación, se calculó a partir de información suministrada por el CDEC – SIC y CDEC – SING para el año 2013.

En la tabla siguiente se muestra los valores utilizados y las asignaciones resultantes de las Instalaciones Comunes de la subestación a los Patios en %.

Subestación	Relación Energía Patio / Energía de SE en pu		% Asignacion IC de SE a IC Patios	
	Patio 500 kV	Patio 220 kV	Patio 500 kV	Patio 220 kV
S-1. SE Diego de Almagro	0	0,492		49,20%
S-10. SE Polpaico	0,211	0,786	21,10%	78,60%
S-11. SE Cerro Navia	0	0,524		52,40%
S-12. SE Alto Jahuel	0,337	0,539	33,70%	53,90%
S-13. SE Chena	0	0,586		58,60%
S-15. SE Itahue	0	0,221		22,10%
S-16. SE Ancoa	0,73	0,27	73,00%	27,00%
S-18. SE Hualpen	0	0,38		38,00%
S-19. SE Charrúa	0,183	0,693	18,30%	69,30%
S-2. SE Carrera Pinto	0	1		100,00%
S-20. SE Temuco	0	0,523		52,30%
S-21. SE Cautín	0	1		100,00%
S-22. SE Ciruelos	0	1		100,00%
S-23. SE Valdivia	0	0,629		62,90%
S-24. SE Puerto Montt	0	1		100,00%
S-25. SE Maipo	0	0,833		83,30%
S-26. SE Candelaria	0	1		100,00%
S-27. SE Colbún	0	1		100,00%
S-28. SE Las Palmas	0	1		100,00%
S-3. SE Cardones	0	0,691		69,10%
S-30. SE Rapel	0	1		100,00%
S-4. SE Maitencillo	0	0,879		87,90%
S-5. SE Punta Colorada	0	1		100,00%
S-6. SE Pan de Azúcar	0	0,508		50,80%
S-7. SE Los Vilos	0	0,734		73,40%
S-8. SE Nogales	0	1		100,00%
S-9. SE Quillota	0	0,893		89,30%
S-32. SE Mulchen	0	1		100,00%
S-33. SE Lagunillas	0	0,774		77,40%
S-35. SE Rahue	0	1		100,00%
S-36. SE Los Maquis	0	1		100,00%
S-37. SE San Andres	0	1		100,00%
S-38. SE Don Goyo	0	1		100,00%

Subestación	Relación Energía Patio / Energía de SE en pu		% Asignacion IC de SE a IC Patios	
	Patio 500 kV	Patio 220 kV	Patio 500 kV	Patio 220 kV
S-39. SE Lo Aguirre	0	1		100,00%
S-40. SE El Llano	0	1		100,00%
N-1. SE Tarapacá	0	1		100,00%
N-2. SE Lagunas	0	0,961		96,10%
N-3. SE Crucero	0	1		100,00%
N-4. SE Encuentro	0	1		100,00%
N-5. SE Atacama	0	1		100,00%
N-6. SE Domeyko	0	1		100,00%
N-7. SE Escondida	0	0,513		51,30%
N-8. SE Sulfuros	0	0,539		53,90%
N-10. SE Nueva Zaldívar	0	1		100,00%
N-11. SE Laberinto	0	1		100,00%
N-12. SE El Cobre	0	1		100,00%
N-13. SE Pozo Almonte	0	0,451		45,10%

En el archivo denominado “Respaldo Relación de energía de Patios - energía total SE.xlsx” y sus dos vínculos ”Energias CDEC_SIC_2013.xlsm” y “Energía CDEC_SING_2013.xlsx” que contienen la información de energías y que fueron confeccionadas en base a la información suministrada por el CDEC – SIC y CDEC – SING, se pueden seguir y reproducir los valores de la tabla anterior.

En la tabla siguiente se muestra las cantidades de paños que se utilizaron para el prorrateo de instalaciones comunes de patio. La cantidad de paños troncales y no troncales para cada subestación fue obtenida identificando, de esta forma (troncales y no troncales) a cada uno de los paños de las SE. También se muestran las asignaciones de las Instalaciones Comunes de Patio al STT resultantes en %.

Subestación	Paños p/reparto de IC de Patio En Patio 500 kV		Paños p/reparto de IC de Patio En Patio 220 kV		% Asignacion Patios al STT	
	Troncal	No Troncal	Troncal	No Troncal	P500	P220
S-1. SE Diego de Almagro	0	0	2	5		29%
S-10. SE Polpaico	6	0	13	4	100%	76%
S-11. SE Cerro Navia	0	0	11	2		85%
S-12. SE Alto Jahuel	8	0	11	5	100%	69%
S-13. SE Chena	0	0	6	1		86%
S-15. SE Itahue	0	0	3	0		100%
S-16. SE Ancoa	14	0	7	3	100%	70%
S-18. SE Hualpen	0	0	3	1		75%
S-19. SE Charrúa	7	0	10	14	100%	42%
S-2. SE Carrera Pinto	0	0	2	1		67%
S-20. SE Temuco	0	0	3	4		43%
S-21. SE Cautín	0	0	6	0		100%
S-22. SE Ciruelos	0	0	2	2		50%
S-23. SE Valdivia	0	0	4	2		67%
S-24. SE Puerto Montt	0	0	4	5		44%
S-25. SE Maipo	0	0	7	1		88%

Subestación	Paños p/reparto de IC de Patio En Patio 500 kV		Paños p/reparto de IC de Patio En Patio 220 kV		% Asignacion Patios al STT	
	Troncal	No Troncal	Troncal	No Troncal	P500	P220
S-26. SE Candelaria	0	0	4	4		50%
S-27. SE Colbún	0	0	4	5		44%
S-28. SE Las Palmas	0	0	4	3		57%
S-3. SE Cardones	0	0	5	7		42%
S-30. SE Rapel	0	0	2	4		33%
S-4. SE Maitencillo	0	0	6	9		40%
S-5. SE Punta Colorada	0	0	6	3		67%
S-6. SE Pan de Azúcar	0	0	7	3		70%
S-7. SE Los Vilos	0	0	4	3		57%
S-8. SE Nogales	0	0	9	3		75%
S-9. SE Quillota	0	0	4	6		40%
S-32. SE Mulchen	0	0	4	2		67%
S-33. SE Lagunillas	0	0	3	3		50%
S-35. SE Rahue	0	0	2	2		50%
S-36. SE Los Maquis	0	0	2	2		50%
S-37. SE San Andres	0	0	2	2		50%
S-38. SE Don Goyo	0	0	2	1		67%
S-39. SE Lo Aguirre	0	0	4	0		100%
S-40. SE El Llano	0	0	1	1		50%
N-1. SE Tarapacá	0	0	2	4		33%
N-2. SE Lagunas	0	0	7	2		78%
N-3. SE Crucero	0	0	8	9		47%
N-4. SE Encuentro	0	0	5	7		42%
N-5. SE Atacama	0	0	4	8		33%
N-6. SE Domeyko	0	0	4	3		57%
N-7. SE Escondida	0	0	4	7		36%
N-8. SE Sulfuros	0	0	1	3		25%
N-10. SE Nueva Zaldívar	0	0	3	4		43%
N-11. SE Laberinto	0	0	7	5		58%
N-12. SE El Cobre	0	0	2	5		29%
N-13. SE Pozo Almonte	0	0	2	2		50%

En el archivo “Respaldo Paños en Patios SE.xlsx” se encuentra el respaldo de las cantidades obtenidas y se pueden seguir y reproducir los valores de la tabla anterior.

Adicionalmente, dado que cada componente de línea o subestación corresponde a un único propietario se agregó la información necesaria para discriminar los resultados por propietario.

6.2 Asignación de Instalaciones Comunes a los Tramos del STT

Sobre la base de lo expuesto en el punto anterior se elaboró una base de datos de asignación de componentes de líneas y subestaciones a los tramos del STT que contiene los siguientes campos:

- Cod. Tramo, que corresponde a una codificación propia de los Tramos del STT.
- Componente de Líneas y Subestaciones.
- Troncal, que es 1 o 0 si el Componente de Líneas y Subestaciones pertenece o no al STT.

- %Asign, que corresponde a un porcentaje de asignación o prorrata del valor cada uno de estos componentes de líneas y subestaciones a los tramos según los criterios mencionados y la cantidad de tramos troncales que se conectan a cada uno de los paios de las SE.
- Propietario.
- Tipo Componente, que corresponde a la clasificación mencionada: 1.Línea, 1. Transformador, 2.Paño Tramo, 3.Comunes de Patio, 4.Comunes de SE, 5.Otros Paños y Máquinas.
- Tramos Troncales que corresponde a la denominación según instalaciones existentes.
- SIC-SING que corresponde a la pertenencia del Componente de Líneas y Subestaciones al SIC o SING.

La base de datos de asignación obtenida se compone de algo más de 3500 registros y se expone en el archivo "BD_Asignacion_COMPONENTES_a_TRAMOS_Lineas.xlsx".

En el archivo denominado “Respaldo Asignacion Comunes de SE y Comunes de Patio.xlsx” se pueden seguir y reproducir los valores de asignación obtenida el la “Base de Datos de asignación de Componentes de Líneas y Subestaciones a Tramos del STT”.

6.3 Comparación del Modelo Valorización ETT 2006, ETT 2010 y ETT2014

Dado la gran cantidad de cambios que ha presentado el sistema de transmisión troncal, no es totalmente factible la comparación de la valorización entre los diversos años, debiéndose restringirse a aquellas instalaciones que se han mantenido del año 2010 al 2014 y del año 2006 al 2014. Con esto, los elementos (paños, instalaciones comunes, transformadores) comparables son, respectivamente, 195 y 30.

6.4 Propuesta de Modelo de Valorización

Al revisar el modelo de cálculo ETT 2014 se observa que este es bastante útil a la hora de realizar cambios, pues calcula de forma rápida el valor de inversión. Las desventajas que presenta son la necesidad de calcular cada archivo que depende de la planilla donde se realizó algún cambio para que esta funcione y una gran cantidad de valores ingresados a mano, con la consecuente facilidad de presentar errores de inventario.

De todas formas, se decide mantener el modelo de valorización y revisar tanto su inventario como las fórmulas utilizadas para los diversos cálculos.

7 Revisión y Propuesta de Valorización de Instalaciones y Actividades

7.1 Líneas de Transmisión

En este caso se revisó el archivo VI_Componente_Lineas, donde se corrigieron dos fórmulas.

Cabe destacar que en cada seccionamiento de líneas se considera un valor de estudio de impacto ambiental EIA, lo cual no debiese corresponder dado que la línea original no ha cambiado. De esta forma, a una línea seccionada en un punto se le asignan dos estudios de impacto ambiental, lo cual aumenta el costo de las instalaciones.

7.2 Subestaciones

Para revisar la valorización de las subestaciones se debió estudiar el archivo VI_Componentes_SSEE.xlsx y su precedente Costos_Unitarios.xlsx. En el primer archivo se corrigieron dos fórmulas y valores de inventario errados, mientras que en el segundo archivo se corrigieron problemas de referencias en fórmulas.

Además, se agregaron dos columnas dado que en Alto Jahuel no se informan los paños K3 y K4, correspondientes a la línea Polpaico - Alto Jahuel y que sí aparecen en el unilineal. Los valores asignados son copia de los paños K1 y K2 de la misma subestación, dado que no se conoce el inventario de los paños faltantes y con esto se busca tener alguna aproximación. Según el diagrama unilineal del SIC, se renombraron los paños de la subestación Alto Jahuel, que en el estudio no coinciden con la topología actual. De todas formas, esto debe ser verificado pues no se informa si los paños K3 y K4 son obra nueva o ampliación, lo cual influye en su forma de valorización; en esta revisión se asignaron en un 100% al tramo respectivo. Los cambios respectivos fueron realizados en los diversos libros: VI_Componentes_SSEE.xlsx, BD_Asignacion_COMPONENTES_a_TRAMOS.xlsx y AVI_VI_INDEX_por_COMPONENTE_y_TRAMO.

En la siguiente tabla se muestran en detalle las correcciones realizadas en las fórmulas y valores de las planillas de líneas y subestaciones.

Archivo	Hoja	Subestación Línea	Elemento	Celda	Dice	Debe decir	Observación
VI componentes SSEE	Comunes de SE	S-11 Cerro Navia		Q142	23614,1	811	Sala de control. m2 informados por Transelec
VI componentes SSEE	Comunes de SE	S-11 Cerro Navia		Q143	588	0	Edificio administrativo no es VI
VI componentes SSEE	Comunes de patio	S-10 Polpaico		Q229	3	2	Polpaico tiene solo 2 Sistemas MAIS
VI componentes SSEE	Comunes de patio	S-16 Ancoa		W227	3	2	Ancoa tiene solo 2 Sistemas MAIS
VI componentes SSEE	Otros paños y Máquinas	S-26 Candelaria		FL76	Interruptor 525 kV - 3150 A - 40 kA - comando monopolar	Interruptor 245 kV - 3150 A - 40 kA - comando monopolar	La tensión es 220 kV, no 500 kV
VI componentes SSEE	Otros paños y Máquinas	S-26 Candelaria		FM76	Interruptor 525 kV - 3150 A - 40 kA - comando monopolar	Interruptor 245 kV - 3150 A - 40 kA - comando monopolar	La tensión es 220 kV, no 500 kV
VI componentes SSEE	Otros paños y Máquinas	S-3 Cardones	S-3.Paño JR Transferencia	EH68	3	1	Interruptor es trifásico
VI componentes SSEE	Otros paños y Máquinas	S-2 Carrera Pinto	S-2.Paño JR Transferencia	FJ68	3	1	Interruptor es trifásico
VI componentes SSEE	Otros paños y Máquinas	S-6 Pan de Azúcar	S-6. Paño JCE5 Banco CC.EE.	EI68	2	1	Solo hay uno (diagrama unilineal)
VI componentes SSEE	Comunes de patio	S-19 Charrúa	S-19.Comunes de patio 500 kV SE Charrúa	AA41	21	15	Desconectador monofásico de PaT 525 kV - tipo semipantógrafo
VI componentes SSEE	Comunes de patio	S-16 Ancoa	S-16.Comunes de patio 500 kV SE Ancoa	W41	12	6	Desconectador monofásico de PaT 525 kV - tipo semipantógrafo
VI componentes SSEE	Comunes de patio	S-10 Polpaico	S-10.Comunes de patio 500 kV SE Polpaico	Q62	8	0	Transformador monofásico de corriente 525 kV - Razón 1600/x A - 4 núcleos
VI componentes SSEE	Paños tramo	S-10 Polpaico	S-10.Paño K1 Línea Ancoa	AG85	6	3	Transformador monofásico de corriente 525 kV - Razón 1600/x A - 4 núcleos
VI componentes SSEE	Paños tramo	S-10 Polpaico	S-10.Paño K2 Línea Alto Jahuel	AH85	6	3	Transformador monofásico de corriente 525 kV - Razón 1600/x A - 4 núcleos
VI componentes SSEE	Paños tramo	S-10 Polpaico	S-10.Paño KT1 Autotransformador	DO85	6	3	Transformador monofásico de corriente 525 kV - Razón 1600/x A - 4 núcleos

Archivo	Hoja	Subestación Línea	Elemento	Celda	Dice	Debe decir	Observación
VI componentes SSEE	Transformador		Estructura de acero galvanizado para soportes	67	De 14.460 a 16.144	14.460	
VI componentes SSEE	Transformador		Fe torsionado para armadura	68	De 3.474,29 a 7.065	3.475	
VI componentes SSEE	Transformador		Hormigón H10 elaborado	69	De 5,97 a 39,22	5	
VI componentes SSEE	Transformador		Hormigón H25 elaborado	70	De 143,3 a 1.215,4	120	
VI componentes SSEE	Transformador		Perno de anclaje	71	De 974 a 1.113	40	
VI componentes SSEE	Comunes de patio	Todas		Filas 430 a 492	=+SUMAPRODUCTO($BG$34:$BG$67;'Anexo Unitarios CP'!BB4:BB37)	=+SUMAPRODUCTO(BG34:BG67;'Anexo Unitarios CP'!BB4:BB37)	Valores fijos para la primera subestación
VI componentes SSEE	Comunes SE	Todas		Fila 287	=+SUMAR.SI($B$45:$B$272;"Gabinete SSAA";J45:J272)	=+SUMAR.SI($B$45:$B$272;"Transformador";J45:J272)	Montaje de transformadores se calculan en función de la cantidad de gabinetes
VI_componentes_lineas	VI_lineas	Todas		Fila 279	=SI(O(W$7="NO";W$7="ESTIMAR");0;SUMAR.SI.CONJUNTO(Secuencias!$DB:$DB;Secuencias!$A:$A;W$6)*W$21-W277)+	=SI(O(W$7="NO";W$7="ESTIMAR");0;SUMAR.SI.CONJUNTO(Secuencias!$DC:$DC;Secuencias!$A:$A;W$6)*W$21-W277)+SI(O(W$7="NO";W$7="ESTIMAR");0;SUMAR.SI.CONJUNTO(Secuencias!$DD:$DD;Secuencias!$A:$A;W$6)*W$21)	Se indica la cantidad de hormigón H25 en montaje de hormigón H10 y H17
VI_componentes_lineas	VI_lineas	Todas		Fila 273	=SUMA(S611:S614)+SUMA(S604:S606)*S$21	=(SUMA(S611:S614)+SUMA(S604:S606))*S$21	No se aplica correctamente factor de torre compartida
VI_componentes_lineas	Secuencias	L-20b y L-26a					Se eliminan estructuras repetidas
Costos_Unitarios	Todo SSEE			E35:E40	=+('Ing. e Indirectos Obra SE'!F65+('Ing. e Indirectos Obra SE'!G34-1)*'Ing. e Indirectos Obra SE'!F66)/'Ing. e Indirectos Obra SE'!G34	=+('Ing. e Indirectos Obra SE'!F65+('Ing. e Indirectos Obra SE'!G3-1)*'Ing. e Indirectos Obra SE'!F66)/'Ing. e Indirectos Obra SE'!G3	Celda mal referenciada. Se debe rescatar valor de fila 3 y no fila 34. Se indica un ejemplo.
Costos_Unitarios	Todo SSEE			E32	=SUMA('Ing. e Indirectos Obra SE'!F56:F57;'Ing. e Indirectos Obra SE'!F74;'Ing. e Indirectos Obra SE'!F76;'Ing. e Indirectos Obra SE'!F78:F80;'Ing. e Indirectos Obra SE'!F82)	=SUMA('Ing. e Indirectos Obra SE'!F55:F56;'Ing. e Indirectos Obra SE'!F73)	No corresponde considerar inspecciones en revisión de planos.

Archivo	Hoja	Subestación Línea	Elemento	Celda	Dice	Debe decir	Observación
Costos_Unitarios	Todo SSEE			E35:E37	=+('Ing. e Indirectos Obra SE'!F65+('Ing. e Indirectos Obra SE'!G3-1)*'Ing. e Indirectos Obra SE'!F66)/'Ing. e Indirectos Obra SE'!G3	=+('Ing. e Indirectos Obra SE'!F60+('Ing. e Indirectos Obra SE'!G3-1)*'Ing. e Indirectos Obra SE'!F61)/'Ing. e Indirectos Obra SE'!G3	Calcula revisión planos 220 kV en función del valor para 500 kV. Se indica un ejemplo.
Costos_Unitarios	Todo SSEE			U75:U77	=SUMA(U59:U66)	=SUMA(U59:U62;U65:U68)	Mal referenciado, pues se deben considerar los tipos de obra que se indican
Costos_Unitarios	Todo SSEE			E35:E40	=+('Ing. e Indirectos Obra SE'!F65+('Ing. e Indirectos Obra SE'!G34-1)*'Ing. e Indirectos Obra SE'!F66)/'Ing. e Indirectos Obra SE'!G34	=+('Ing. e Indirectos Obra SE'!F65+('Ing. e Indirectos Obra SE'!G3-1)*'Ing. e Indirectos Obra SE'!F66)/'Ing. e Indirectos Obra SE'!G3	Celda mal referenciada. Se debe rescatar valor de fila 3 y no fila 34.

7.3 Precios equipos y sueldo personal

En la planilla PreciosAVI_pedido_envio se encuentra una lista con los diversos equipos, maquinaria y personal y su respectivo costo. En el caso de los sueldos del personal se modificaron los valores según lo informado en el estudio de subtransmisión, pues en él se realizó un estudio de mercado referente a los sueldos de los trabajadores.

En la siguiente tabla se muestran los cambios realizados.

Nuevo nombre	Costo corregido en US$ ó $	Unidad Base	Moneda	Valor original
Compactación	28.680,00	m3	Peso chileno	41.604,55
Compactación comunes SE	28.680,00	m3	Peso chileno	54.085,92
Compactación patio 500	28.680,00	m3	Peso chileno	54.085,92
Compactación patio 220	28.680,00	m3	Peso chileno	54.085,92
Capataz	2.417,35	US$/mes	Dólar	4.418,97
Maestro Primero Especializado	2.110,77	US$/mes	Dólar	2.797,53
Maestro Primero	2.110,77	US$/mes	Dólar	3.749,52
Maestro Segundo	2.059,81	US$/mes	Dólar	2.363,78
Ayudante	1.457,91	US$/mes	Dólar	1.479,02
Sereno	1.258,82	US$/mes	Dólar	1.479,02
Chofer topadora	-	US$/mes	Dólar	3.925,47
Chofer retro helicoidal	-	US$/mes	Dólar	3.925,47
Chofer Grua	-	US$/mes	Dólar	3.925,47
Chofer Hidrogrua	-	US$/mes	Dólar	3.925,47
Chofer camion/tractor	-	US$/mes	Dólar	3.925,47
Chofer	2.059,81	US$/mes	Dólar	3.749,52
Camioneta 4x4	36,18	US$ /dia	Dólar	149,51
Camioneta pick up	36,18	US$ /dia	Dólar	107,56
Topadora	713,97	US$ /dia	Dólar	724,35
Motoniveladora	358,38	US$ /dia	Dólar	713,20
Camión liviano	234,63	US$ /dia	Dólar	181,09
Camión volcador	320,67	US$ /dia	Dólar	442,18
Cargadora frontal	343,26	US$ /dia	Dólar	372,83
Retroexcavadora grande	1.019,97	US$ /dia	Dólar	543,82
Retroexcavadora pequeña	439,47	US$ /dia	Dólar	302,04
Excavadora helicoidal	306,00	US$ /dia	Dólar	673,97
Grúa liviana (15 m, 1 t)	306,00	US$ /dia	Dólar	502,09
Grúa liviana (25 m, 8 t)	679,95	US$ /dia	Dólar	634,98
Grúa mediana (25 m, 30 t)	1.189,89	US$ /dia	Dólar	934,29
Equipo de tendido	819,81	US$ /dia	Dólar	895,96

Se destaca que el cambio que produce un mayor efecto en la determinación del VI de líneas y subestaciones, es el costo de las remuneraciones del personal para montaje.

Al respecto se señala que en la revisión 3 del Informe 2 del Consultor del ETT, esos valores aparecen del orden de un 60% superior a los valores considerados en la revisión 2 (anterior) del mismo informe, sin que haya explicación de las razones que motivaron tal aumento.

Los valores corregidos actuales, son muy similares a los incluidos en la revisión 2 del Informe 2 del Consultor del ETT 2014.

El efecto de este cambio es el de mayor importancia, por cuanto la disminución en el total del VI de líneas y subestaciones disminuye del orden de 300 millones de dólares.

7.4 Cálculos y Resultados

Los valores corregidos se incorporaron en las planillas del modelo de cálculo del Consultor del ETT 2014, en las cuales previamente se corrigió las fórmulas erróneas así como las referencias equivocadas.

En la tabla siguiente se presenta los resultados de VI por tramo informados por el Consultor del ETT 2014, los valores corregidos con el proceso de revisión que en este documento se informa y la variación porcentual.

Id Tramo	Nombre Troncal	CIM INF 2 REV 3	VALORES CORREGIDOS	VARIACIÓN (%)
TSIC-01	Ancoa 500->Alto Jahuel 500 II	165.782.053,50	133.180.562,08	-19,7%
TSIC-02	Alto Jahuel 500->Polpaico 500 II	51.370.556,13	45.365.418,10	-11,7%
TSIC-03	Ancoa 500->Alto Jahuel 500 I	7.809.745,05	7.944.275,82	1,7%
TSIC-04	Alto Jahuel 500->Polpaico 500 I	59.537.398,50	47.428.302,05	-20,3%
TSIC-05	Charrua 500->Ancoa 500 I	119.151.384,01	98.334.791,64	-17,5%
TSIC-06	Charrua 500->Ancoa 500 II	148.606.093,77	119.552.236,46	-19,6%
	Subsistema 500 kV	**552.257.230,96**	**451.805.586,15**	**-18,2%**
TSIC-07	Diego de Almagro 220->Carrera Pinto 220 I	24.974.027,17	19.380.704,55	-22,4%
TSIC-08a	Carrera Pinto 220->San Andres 220 I	21.448.904,28	16.535.265,33	-22,9%
TSIC-08b	San Andres 220->Cardones 220 I	18.625.413,75	14.298.315,84	-23,2%
TSIC-09	Maitencillo 220->Cardones 220 I	30.010.996,06	23.616.067,38	-21,3%
TSIC-10	Maitencillo 220->Cardones 220 II	28.079.512,27	23.320.122,69	-16,9%
TSIC-12	Maitencillo 220->Punta Colorada 220 I	22.608.998,76	17.216.294,91	-23,9%
TSIC-13	Maitencillo 220->Punta Colorada 220 II	22.593.511,27	17.201.250,75	-23,9%
TSIC-14	Punta Colorada 220->Pan de Azucar 220 I	26.135.409,17	21.616.035,97	-17,3%
TSIC-15	Punta Colorada 220->Pan de	26.161.985,81	21.627.272,06	-17,3%

Id Tramo	Nombre Troncal	CIM INF 2 REV 3	VALORES CORREGIDOS	VARIACIÓN (%)
	Azucar 220 II			
TSIC-16	Pan de Azucar 220->Monte Redondo 220 II	7.066.684,31	5.807.045,51	-17,8%
TSIC-17	Monte Redondo 220->Las Palmas 220 II	22.935.461,67	18.394.375,28	-19,8%
TSIC-18	Talinay 220->Las Palmas 220 I	10.288.882,41	8.378.799,47	-18,6%
TSIC-19a	Pan de Azucar 220->Don Goyo 220 I	16.949.997,65	13.532.902,31	-20,2%
TSIC-19b	Don Goyo 220->Talinay 220 I	8.870.072,97	7.006.531,56	-21,0%
TSIC-20	Las Palmas 220->Los Vilos 220 I	18.222.284,84	14.319.614,87	-21,4%
TSIC-21	Las Palmas 220->Los Vilos 220 II	18.064.795,49	14.202.247,04	-21,4%
TSIC-22	Los Vilos 220->Nogales 220 I	22.120.037,82	17.299.809,36	-21,8%
TSIC-23	Los Vilos 220->Nogales 220 II	22.120.037,82	17.299.809,36	-21,8%
TSIC-24	Nogales 220->Quillota 220 I	12.432.744,62	9.489.737,35	-23,7%
TSIC-25	Nogales 220->Quillota 220 II	12.456.057,57	9.502.346,25	-23,7%
TSIC-28	Quillota 220->Polpaico 220 I	28.359.129,96	22.089.557,53	-22,1%
TSIC-29	Quillota 220->Polpaico 220 II	28.274.315,67	22.007.570,60	-22,2%
TSIC-32	Candelaria 220->Maipo 220 I	11.863.828,49	10.032.231,84	-15,4%
TSIC-33	Candelaria 220->Maipo 220 II	12.136.698,98	10.263.850,33	-15,4%
TSIC-34	Maipo 220->Alto Jahuel 220 I	6.769.567,87	5.804.660,09	-14,3%
TSIC-35	Maipo 220->Alto Jahuel 220 II	6.102.745,60	5.163.754,48	-15,4%
TSIC-37	Lampa 220->Polpaico 220 I	6.080.163,80	4.902.204,27	-19,4%
TSIC-38	Cerro Navia 220 Dsf->Polpaico 220 II	26.464.915,24	21.012.671,54	-20,6%
TSIC-39	Cerro Navia 220 Dsf->Lampa 220 I	18.446.523,80	14.587.073,19	-20,9%
TSIC-41	Chena 220->Cerro Navia 220 I	10.950.517,21	7.745.180,63	-29,3%
TSIC-42	Chena 220->Cerro Navia 220 II	10.951.267,88	7.743.824,45	-29,3%
TSIC-43	Chena 220->Alto Jahuel 220 III	13.602.031,86	12.474.429,73	-8,3%
TSIC-44	Chena 220->Alto Jahuel 220 IV	13.653.326,80	12.506.411,81	-8,4%
TSIC-45	Alto Jahuel 220->El Rodeo 220 I	6.648.236,29	5.176.437,69	-22,1%
TSIC-47	Alto Jahuel 220->El Rodeo 220 II	6.827.647,51	5.299.267,75	-22,4%
TSIC-48	El Rodeo 220->Chena 220 II	2.812.723,72	2.443.413,07	-13,1%
TSIC-49	Rapel 220->Alto Melipilla 220 I	11.949.371,07	10.288.696,45	-13,9%
TSIC-50	Rapel 220->Alto Melipilla 220 II	11.896.148,69	10.242.786,86	-13,9%
TSIC-51	Alto Melipilla 220->Cerro Navia 220 I	15.583.900,39	12.214.310,39	-21,6%
TSIC-52	Alto Melipilla 220->Cerro Navia 220 II	16.901.792,62	13.295.501,97	-21,3%
TSIC-53	Ancoa 220->Itahue 220 I	20.613.172,88	16.345.882,66	-20,7%
TSIC-54	Ancoa 220->Itahue 220 II	20.553.531,17	16.241.443,15	-21,0%
TSIC-58	Charrua 220->Hualpen 220	44.878.338,42	22.117.043,47	-50,7%
TSIC-59	Charrua 220->Tap Laja 220	7.915.500,75	6.753.650,42	-14,7%
TSIC-60	Tap Laja 220->Temuco 220	40.669.009,72	33.365.638,22	-18,0%

Id Tramo	Nombre Troncal	CIM INF 2 REV 3	VALORES CORREGIDOS	VARIACIÓN (%)
TSIC-70	Cautin 220->Ciruelos 220 II	28.731.212,00	22.284.192,12	-22,4%
TSIC-71	Ciruelos 220->Valdivia 220 II	9.087.592,35	7.154.902,92	-21,3%
TSIC-72	Valdivia 220->Cautin 220 I	25.949.015,25	20.147.241,66	-22,4%
TSIC-73	Valdivia 220->Rahue 220 I	30.013.973,45	16.837.313,58	-43,9%
TSIC-74	Rahue 220->Puerto Montt 220 I	29.212.278,09	24.972.771,48	-14,5%
TSIC-75a	Valdivia 220->Pichirrahue 220 II	27.741.243,58	15.029.928,42	-45,8%
TSIC-75b	Pichirrahue 220->Puerto Montt 220 II	24.602.698,60	20.924.186,45	-15,0%
	Subsistema 220 kV	**968.408.235,42**	**747.512.577,03**	**-22,8%**
TSIC-76	Polpaico 500->Polpaico 220 I	26.697.067,20	19.242.382,81	-27,9%
TSIC-78	Alto Jahuel 500->Alto Jahuel 220 I	31.168.909,50	23.632.252,14	-24,2%
TSIC-79	Alto Jahuel 500->Alto Jahuel 220 II	27.922.442,39	20.712.232,05	-25,8%
TSIC-80	Ancoa 500->Ancoa 220 I	32.597.915,96	23.707.387,30	-27,3%
TSIC-81	Charrua 220->Charrua 500 I	28.561.428,19	20.213.238,26	-29,2%
TSIC-82	Charrua 220->Charrua 500 II	28.801.305,38	20.413.256,46	-29,1%
	Subtotal transformadores	**175.749.068,62**	**127.920.749,02**	**-27,2%**
	TOTAL INSTALACIONES 2010	**1.696.414.535,00**	**1.327.238.912,20**	**-21,8%**
TSIC-11	Maitencillo 220->Cardones 220 III	28.010.351,36	23.279.054,99	-16,9%
TSIC-26	Nogales 220->Polpaico 220 I	4.792.823,83	4.072.873,12	-15,0%
TSIC-27	Nogales 220->Polpaico 220 II	4.792.823,83	4.072.873,12	-15,0%
TSIC-30	Colbun 220->Candelaria 220 I	50.902.185,89	40.919.731,25	-19,6%
TSIC-31	Colbun 220->Candelaria 220 II	50.958.689,73	40.954.885,39	-19,6%
TSIC-36	Colbun 220->Ancoa 220	8.611.629,86	6.621.514,53	-23,1%
TSIC-84	Polpaico 220->Los Maquis 220	10.415.036,12	8.044.430,49	-22,8%
TSIC-85	Polpaico 220->El Llano 220	9.995.636,32	8.220.589,89	-17,8%
TSIC-86	Los Maquis 220-> El Llano 220	7.658.022,21	6.007.541,67	-21,6%
TSIC-46	El Rodeo 220->Chena 220 I	12.028.150,59	9.604.419,76	-20,2%
TSIC-61	Charrua 220->Lagunilla 220 I	42.300.382,95	30.803.704,61	-27,2%
TSIC-63	Lagunilla 220->Hualpen 220	20.465.961,66	16.426.833,41	-19,7%
TSIC-64	Charrua 220->Mulchen 220 I	4.340.110,75	3.659.206,87	-15,7%
TSIC-65	Charrua 220->Mulchen 220 II	4.402.195,93	3.709.911,48	-15,7%
TSIC-66	Mulchen 220->Cautin 220 I	4.325.713,38	3.477.227,31	-19,6%
TSIC-67	Mulchen 220->Cautin 220 II	4.411.184,40	3.541.453,28	-19,7%
TSIC-68	Temuco 220->Cautin 220 I	6.901.319,30	5.606.901,78	-18,8%
TSIC-69	Temuco 220->Cautin 220 II	6.911.287,85	5.604.672,85	-18,9%
	Subsistema 220 kV	**282.223.505,96**	**224.627.825,78**	**-20,4%**
TSIC-77	Polpaico 500->Polpaico 220 II	29.498.467,96	20.444.993,93	-30,7%
TSIC-83	Charrua 220->Charrua 500 III	31.795.203,36	22.250.310,22	-30,0%
	Subtotal transformadores	**61.293.671,32**	**42.695.304,15**	-30,3%
	TOTAL NUEVAS INSTALACIONES	**343.517.177,28**	**267.323.129,93**	**-22,2%**

Id Tramo	Nombre Troncal	CIM INF 2 REV 3	VALORES CORREGIDOS	VARIACIÓN (%)
	TOTAL TRONCAL SIC	**2.039.931.712,28**	**1.594.562.042,13**	**-21,8%**
TSING-01	Tarapacá 220->Lagunas 220 I	13.803.779,30	10.417.262,38	-24,5%
TSING-02	Tarapacá 220->Lagunas 220 II	13.973.587,71	10.553.155,51	-24,5%
TSING-03	Crucero 220->Lagunas 220 II	32.239.414,29	24.078.213,29	-25,3%
TSING-04	Crucero 220->Nueva Victoria 220 I	30.851.863,89	22.048.919,82	-28,5%
TSING-05	Nueva Victoria 220->Lagunas 220 I	7.502.671,79	5.845.038,82	-22,1%
TSING-06	Crucero 220->Encuentro 220 I	6.458.689,00	5.145.116,23	-20,3%
TSING-07	Crucero 220->Encuentro 220 II	6.728.806,97	5.332.469,61	-20,8%
TSING-08	Atacama 220->Encuentro 220 I	26.998.039,93	20.799.600,33	-23,0%
TSING-09	Atacama 220->Encuentro 220 II	26.886.403,12	20.716.254,64	-22,9%
TSING-10	Atacama 220->Domeyko 220 I	30.786.220,43	22.160.379,60	-28,0%
TSING-11	Atacama 220->Domeyko 220 II	30.843.643,89	22.195.896,82	-28,0%
TSING-12	Domeyko 220->Escondida 220	8.536.279,26	6.862.033,03	-19,6%
TSING-13	Domeyko 220->Sulfuros 220	4.795.335,05	3.748.406,25	-21,8%
TSING-14	Nueva Zaldívar 220->Escondida 220	9.891.174,14	7.836.495,21	-20,8%
TSING-15	Laberinto 220->Nueva Zaldívar 220 I	30.597.649,95	26.310.741,61	-14,0%
TSING-16	Laberinto 220->Nueva Zaldívar 220 II	30.537.530,39	26.255.287,46	-14,0%
TSING-17	Laberinto 220->El Cobre 220	8.073.494,22	6.455.685,14	-20,0%
TSING-18	Crucero 220->Laberinto 220 I	39.709.112,51	34.958.264,37	-12,0%
TSING-19	Crucero 220->Laberinto 220 II	42.752.038,61	35.858.750,30	-16,1%
TSING-20	Lagunas 220->Pozo Almonte 220	17.251.932,32	13.291.473,36	-23,0%
	TOTAL TRONCAL SING	**419.217.666,77**	**330.869.443,76**	-21,1%
	TOTAL STT	**2.459.149.379**	**1.925.431.486**	**-21,7%**

En el Anexo 4.4 ParteII se incluye el modelo de calculo de la valorización corregido.

7.5 Revisión fórmulas de indexación del VI, AVI y COMA

El estudio de las fórmulas de indexación del VI, AVI y COMA propuestas por el consultor del estudio de transmisión troncal se efectuó haciendo una comparación con las fórmulas propuestas en los estudios de los sistemas de subtransmisión, más otra fórmulas sugeridas en este estudio de modo de encontrar una fórmula más simple y coherente con las fórmulas propuestas en nuestro estudio para el sistema Troncal.

El estudio se detalla en el Anexo 4.5 Parte II del presente informe. Se concluye que las fórmulas propuestas con una gran cantidad de ponderadores e índices de referencia producen una

dispersión de resultados de cierta significación fundamentalmente debido a los diferentes criterios para asignar costos a diferentes índices.

También se muestra la evolución de la mayoría de los diferentes índices durante los últimos años.

La proposición de fórmula de indexación que se recomienda ha privilegiado la simplicidad evitando que apliquen criterios diferentes de asignación de costos entre los diferentes estudios y los diferentes sistemas de transmisión (troncal y STx). Además se ha buscado solo referir las fórmulas a índices agregados y no a "commodities" los cuales tienen una variabilidad temporal muy elevada tal como lo sugiere el Informe de Fórmulas de Indexación para Tarifas de Transmisión de EconomiK Ltda. de fecha Diciembre 2013.

Las fórmulas de indexación recomendadas para el sistema de transmisión troncal son:

Fórmula para VI y AVI para ETT:

$$AVI_{n,k} = AVI_{n,o}\left(k_1\, x\, \frac{IPC_k}{IPC_O} \times \frac{DOL_o}{DOL_k} + \left(k_2\, \times \frac{CPI_k}{CPI_O}\right)\right)$$

Los ponderadores de esta fórmula son fijos, y son los siguientes:

Para tramos de líneas y otras instalaciones	$k_1 = 0{,}55$	$k_2 = 0{,}45$
Para tramos de transformación	$k_1 = 0{,}30$	$k_2 = 0{,}70$

Fórmula para COMA para ETT:

$$COMA_k = COMA_o\, x\left(\frac{IPC_k}{IPC_O} \times \frac{DOL_o}{DOL_k}\right)$$

Dónde:

Indice	Ponderador	Descripción indice
IPC	k1	IPC, del INE, 2° mes anterior a las fechas que se consideran
CPI	k2	CPI, del Bureau of Labor Statistics (BLS) USA, 2° mes anterior a las fechas que se consideran

Parte IV: REVISIÓN Y DETERMINACIÓN COMA

La presente sección se orienta a determinar los costos de operación, mantenimiento y administración (COMA) requeridos anualmente para administrar eficientemente -y en cumplimiento de las normas de calidad y seguridad establecidas en la normativa en vigencia- el Sistema de Transmisión Trocal necesario para posibilitar el abastecimiento de la totalidad de la demanda del sistema eléctrico relativa al Sistemas Interconectado Central (SIC) y al Sistema Interconectado del Norte Grande (SING).

El contenido de la presente sección considera el resumen de los principales análisis y conclusiones. Para obtener información en profundidad sobre los temas aquí tratados, se recomienda revisar los siguientes anexos incluidos como documentación adicional al presente informe:

- Definición de Empresas para Homologación
- Nómina de Empresas Participantes en estudio eSIREM (PwC)
- Definición Estadígrafo
- Diseño Estructura Organizacional
- Diseño Estructura Operacional
- Metodología Costos Directos de Mantenimiento
- Análisis Estrategia de Externalización
- Asignación de BM&I (Bienes Muebles e Inmuebles)
- Infraestructura TI (Tecnologías de la Información)
- Evaluación Compra versus Arriendo de Bienes M&I
- Definición Espacios Oficinas
- Determinación Tasa de Descuento Activos
- Detalle Otros Costos

Con el objetivo de aprovechar las economías de escala y alcance existentes, el presente estudio considerará la administración de todos los sistemas eléctricos de transmisión troncal a cargo de una única empresa, constituida como sociedad anónima abierta y listada en la bolsa de valores local.

En concordancia con las bases del presente estudio, dicha organización permitirá entregar los servicios de gestión, planificación y control de la operación, además de las funciones de

mantenimiento, administración, facturación y cobranza para el conjunto de tramos incluidos en los sistemas SIC y SING. Para esto se analizarán las características de la estructura idónea que cubra las necesidades anteriormente mencionadas, explicitando los cargos requeridos, estructura jerárquica de dichos cargos y la cantidad de trabajadores asociados con cada uno de ellos.

La determinación del costo asociado a la infraestructura organizacional anteriormente mencionada, utiliza una encuesta de remuneraciones que permita determinar el nivel de remuneraciones que refleje un mercado eficiente para el capital humano a nivel local y asociado con las diferentes funciones requeridas para administrar, operar y mantener adecuadamente la empresa de Transmisión Troncal.

De la misma forma, la infraestructura determinada permitirá definir los costos asociados a ésta, en relación a los insumos y bienes muebles e inmuebles requeridos para el adecuado funcionamiento del personal interno. En forma adicional, se analizarán las funciones que, en base a su aporte a la operación de la empresa, puedan ser tercerizadas de forma eficiente tanto bajo criterios económicos como estratégicos.

8 Dimensionamiento del Personal

8.1 Metodología

En el presente punto se entrega el detalle de los resultados obtenidos y una descripción de las metodologías utilizadas para determinar la estructura organizacional adecuada para una empresa a cargo del sistema de Transmisión Troncal. Por simplicidad, a continuación nos referiremos a esta empresa como Compañía de Transmisión Troncal o “CTT”.

El análisis de caja negra se utiliza en teoría de sistemas y ciencias de la física hace más fácil de entender un sistema (en este caso una empresa) porque permite dar una visión más clara del conjunto. Se denomina caja negra a aquel elemento que es estudiado desde el punto de vista de las entradas que recibe y las salidas o respuestas que produce, sin tener en cuenta su funcionamiento interno. En otras palabras, de una caja negra nos interesará su forma de interactuar con el medio que le rodea (en ocasiones, otros elementos que también podrían ser cajas negras) entendiendo qué es lo que hace, pero sin dar importancia a cómo lo hace.

La cadena de valor es esencialmente una forma de análisis de la actividad empresarial mediante la cual descomponemos una empresa en sus partes constitutivas, buscando identificar fuentes de ventaja competitiva en aquellas actividades generadoras de valor. Esa ventaja competitiva se logra cuando la empresa desarrolla e integra las actividades de su cadena de valor de forma menos costosa y mejor diferenciada que sus rivales. Por consiguiente la cadena de valor de una empresa está conformada por todas sus actividades generadoras de valor agregado y por los márgenes que éstas aportan.

La matriz de la asignación de responsabilidades (RACI por las iniciales de los tipos de responsabilidad) se utiliza para relacionar actividades con recursos (individuos o equipos de trabajo).

Tabla 1: RACI

Rol		Descripción
R	*Responsible* Responsable	Este rol corresponde a quien efectivamente realiza la actividad. Lo más habitual es que exista sólo un encargado (R) por cada actividad.
A	*Accountable* Quien rinde cuentas	Este rol se responsabiliza de que la actividad se realice y es el quien debe rendir cuentas sobre su ejecución. Sólo puede existir una persona que deba rendir cuentas (A) de que la actividad sea ejecutada por su responsable (R).
C	*Consulted* Consultado	Este rol posee alguna información o capacidad necesaria para realizar la actividad. Se le informa y se le consulta información (comunicación bidireccional).
I	*Informed* Informado	Este rol debe ser informado sobre el avance y los resultados de la ejecución de la actividad. A diferencia del consultado (C), la comunicación es unidireccional.

8.2 Análisis de la Estructura Organizacional y Diseño de la Empresa Óptima

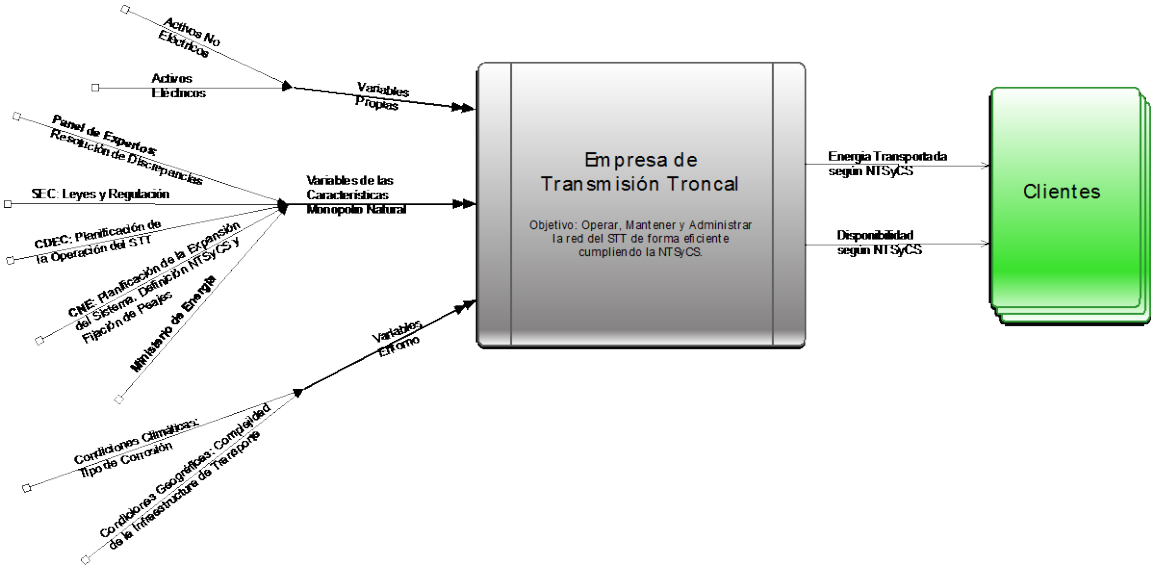
A continuación se entrega un resumen de los principales criterios de análisis y conclusiones relativas a la definición de la arquitectura organizacional de la empresa a cargo de la transmisión troncal. Para mayor detalle sobre los conceptos aquí tratados, revisar el anexo “Diseño de la Estructura Organizacional” entregado junto al presente informe.

Para una acertada definición de una estructura de procesos utilizaremos un análisis de caja negra en la definición de las actividades que se hacen cargo de las entradas y salidas primordiales de una empresa de transmisión, luego estás actividades se ordenaran de acuerdo a los conceptos básicos de la cadena de valor de Michael Porter.

A diferencia de una evaluación que tome como origen la estructura organizacional de una empresa existente, un análisis a partir de procesos no asume como cierta la eficiencia de la operación de la compañía, sino que entrega una mirada crítica a las actividades y responsabilidades de cada cargo en la estructura organizacional de la empresa en evaluación. Dicho de otra forma, mientras un análisis desde la estructura organizacional evalúa la consistencia de las responsabilidades y actividades asociadas a cada cargo, una mirada desde el punto de vista de los procesos evalúa las duplicidades que pueden existir para un mismo proceso entre cargos dependientes de cualquiera de las áreas funcionales que conforman la empresa. Por ejemplo, sabemos que los roles asociados a la ejecución de una tarea o actividad dentro de un proceso se distribuyen normalmente en cuatro funciones: ejecución de la tarea (ejecutar), supervisión de ésta (responsable de ejecución), apoyo en el desarrollo de la tarea (Consultado), el control de los resultados (Informado). En este sentido, si bien es sencillo considerar actividades que requieran más de un rol controlando la calidad del resultado, es difícil justificar tareas que tengan más de un rol asignados a su ejecución. El análisis, en este sentido, se orienta a identificar justificaciones razonables para distribuir una tarea en más de un rol dentro de la estructura organizacional. En base a esto, roles que existen sólo para apoyar la ejecución de distintas tereas, pero no poseen responsabilidad principal sobre una o más tareas, representan potenciales redundancias organizacionales, que es posible eliminar para definir una empresa mejor adaptada a las necesidades reales del sistema.

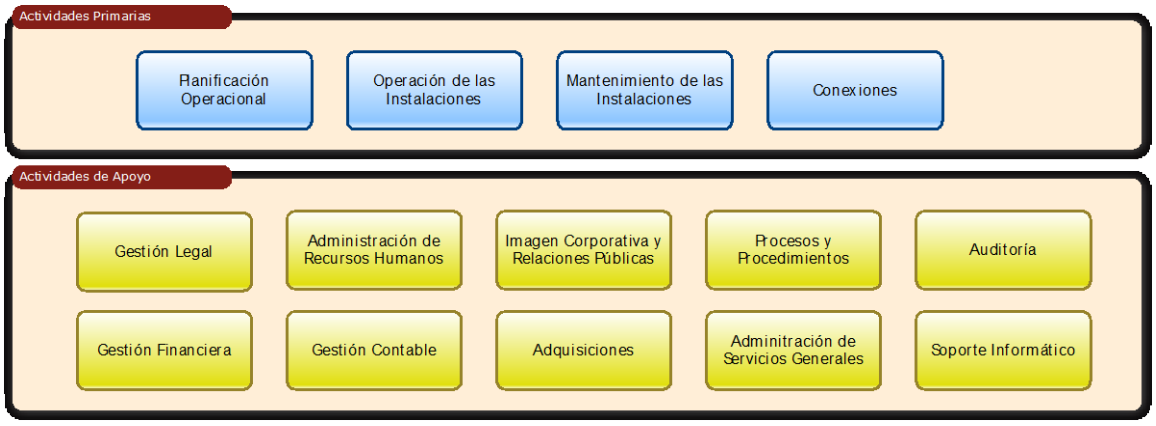
La primera etapa del análisis de caja negra se enfoca en mirar en el medio en la que está situada la empresa y concluye que es lo que necesita para cumplir con las entradas y salidas que exige el entorno de la empresa. Considerando el Objetivo de la Empresa Óptima y las conclusiones del Análisis de Caja Negra presentamos un esquema de las actividades primarias y de apoyo de la cadena de valor.

Figura 1: Caja Negra de una Empresa de Transmisión Troncal



La segunda etapa del análisis de la cadena de valor es la identificación de los procesos que componen las actividades primarias y de apoyo. En este caso el análisis de realiza desde dentro de la empresa hacia fuera, estudiando la descripción de funciones de los cargos, que tradicionalmente han compuesto la Empresa Modelo Teórica de estudios anteriores, para identificar los procesos que calzan con las actividades primarias y de apoyo que la industria exige a la empresa óptima de transmisión troncal.

Figura 2: Cadena de Valor Empresa Óptima de Transmisión Troncal



Las siguientes tablas entregan el resultado del análisis resumido previamente (y entregado con mayor detalle en el Anexo "Diseño de la Estructura Organizacional"):

Tabla 2: Maestro de Procesos y RACI

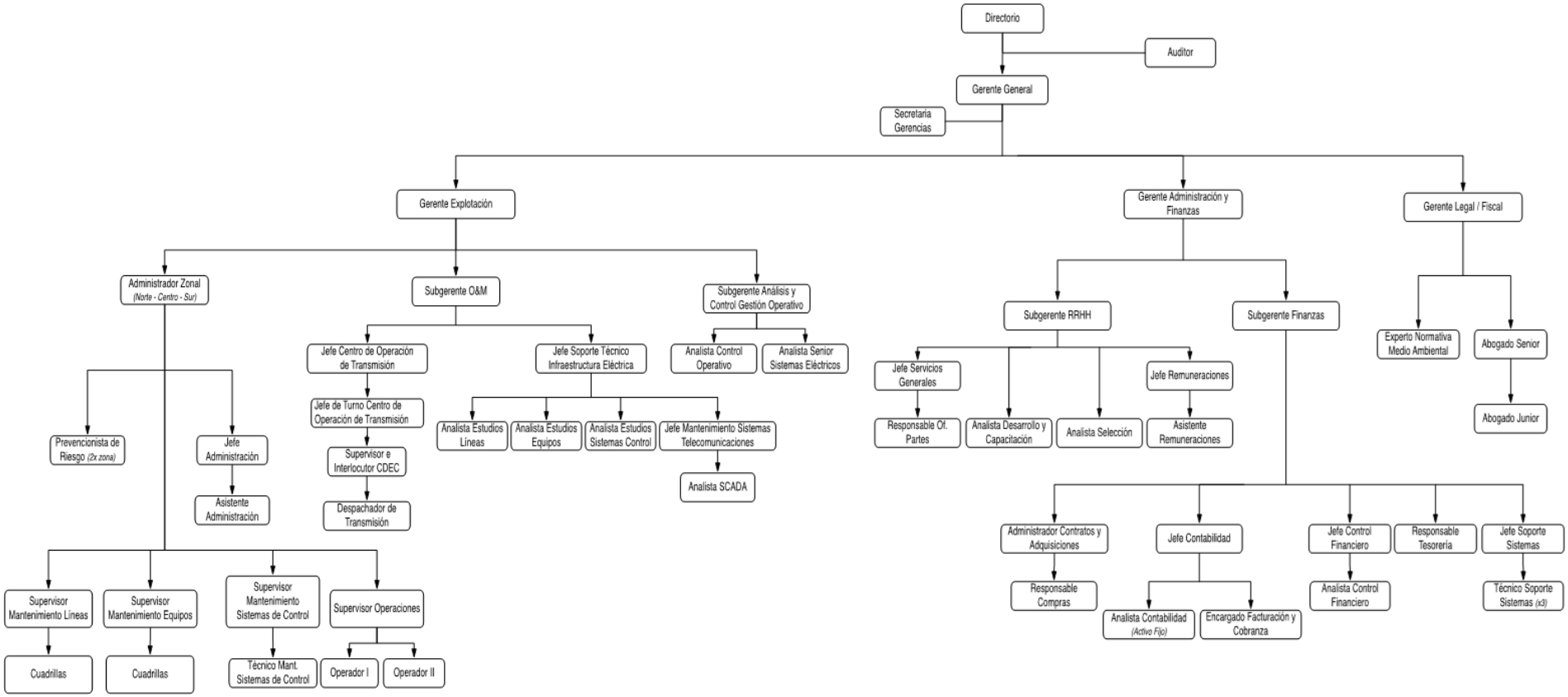
Tipo de Actividad	Actividad Cadena de Valor	ID	Proceso	RACI			
		0	No Aplica al Modelo	**R (Ejecutor)**	**A (Responsable)**	**C (Consultado)**	**I (Informado)**
Primaria	Planificación Operacional	1	Diseño Planes de Mantenimiento	Analista de Estudio de Equipos/ Líneas / Sistemas de Control / Jefe de Soporte Técnico Infraestructura Eléctrica de Telecomunicaciones/ Jefe de Turno Centro de Operación de Transmisión	Jefe de Soporte Técnico Infraestructura Eléctrica	Supervisores de: Mantenimiento Equipos, Mantenimiento Líneas, Mantenimiento Sistema de Control y de Operaciones	Gte. Explotación / Sgte O&M / Subgerente Análisis y Control de Gestión / Jefe Centro de Operación de Transmisión
		2	Planificación de la Operación y Mantenimiento	Jefe de Turno Centro de Operación de Transmisión	Jefe Centro de Operación de Transmisión	Despachador de Transmisión / Supervisor e Interlocutor CDEC	Sgte O&M / Subgerente Análisis y Control de Gestión / Supervisor Operaciones
		3	Actualización de Planes de Recuperación	Jefe Centro de Operación de Transmisión	Sgte O&M	Supervisor en Operaciones /Despachador de Transmisión /Analista Senior de Sistemas Eléctricos	Gte. Explotación
	Operación de las Instalaciones	4	Operación Programada	Despachador de Transmisión / Supervisor e Interlocutor CDEC	Jefe Centro de Operación de Transmisión	Jefe de Turno Centro de Operación de Transmisión / Analista Senior de Sistemas Eléctricos / Jefe de Soporte Técnico Infraestructura Eléctrica	Sgte O&M / Subgerente Análisis y Control de Gestión
		5	Operación Tiempo Real	Despachador de Transmisión / Supervisor e Interlocutor CDEC	Jefe Centro de Operación de Transmisión	Jefe de Turno Centro de Operación de Transmisión / Jefe de Soporte Técnico Infraestructura Eléctrica	Sgte O&M
		6	Control de Gestión Operacional	Analista de Control Operacional	Sgte. Análisis y Control de Gestión Op.	Jefe de Turno Centro de Operación de Transmisión / Jefe de Soporte Técnico Infraestructura Eléctrica	Sgte O&M / Jefe Centro de Operación de Transmisión
		7	Análisis Eléctricos	Analista Senior de Sistemas Eléctricos	Sgte. Análisis y Control de Gestión Op.	Analista de Control Operacional	Sgte O&M/ Jefe Centro de Operación de Transmisión
	Mantenimiento de las Instalaciones	8	Ejecución Mantenimiento	Cuadrilla de Terceros / Jefe y Técnico Mantenimiento Sistema de Control	Supervisor de Mantenimiento Líneas /Equipos / Sistema de Control	Jefe de Soporte Técnico Infraestructura Eléctrica / Analistas de Estudio de Equipos/ Líneas / Sistemas de Contro	Sgte O&M / Jefe de Turno Centro de Operación de Transmisión
		9	Control de Gestión de Mantenimiento	Analista de Estudio de Equipos/ Líneas / Sistemas de Control	Jefe de Soporte Técnico Infraestructura Eléctrica	Supervisores de: Mantenimiento Equipos, Mantenimiento Líneas, Mantenimiento Sistema de Contro	Sgte O&M / Jefe Centro de Operación de Transmisión
		10	Mantenimiento Sistemas de Telecomunicación	Analista SCADA	Jefe de Mant. Telecomunicaciones	Supervisor Mantenimiento Sistemas de Control	Jefe de Soporte Técnico Infraestructura Eléctrica / Sgte O&M / Administrador Zonal/ Jefe Centro de Operación de Transmisión
	Conexiones	11	Evaluación de Proyectos de Conexiones	Analista Senior de Sistemas Eléctricos	Subgerente Análisis y Control de Gestión	Jefe Centro de Operación de Transmisión/ Jefe de Soporte Técnico Infraestructura Eléctrica	Sgte O&M / Gerente de Explotación
		12	Coordinación de Conexiones	Asministrador Zonal / Supervisor de Operaciones	Sgte. O&M	Jefe Centro de Operación de Transmisión/ Jefe de Soporte Técnico Infraestructura Eléctrica	Gte. Explotación / Sgte. Finanzas / Subgerente Análisis y Control de Gestión
	Gestión Legal	13	Asesoría Legal	Abogado	Fiscal o Gte Legal	Gte. Explotación o Gte. Adm. Y Finanzas	Gte. Gral
		14	Juicios	Abogado	Fiscal o Gte Legal	Gte. Explotación o Gte. Adm. Y Finanzas	Gte. Gral
		15	Generación de Contratos	Administrador de Contratos y Adquisisciones	Sgte. Finanzas	Abogado	Área que pide el contrato

Tipo de Actividad	Actividad Cadena de Valor	ID	Proceso	RACI			
Apoyo	Admnistración de Recursos Humanos	16	Reclutamiento y Selección	Analista de Selección	Sgte. RRHH	Área Solicitante	
		17	Desarrollo Organizacional	Analista desarrollo y capacitación	Sgte. RRHH	Área Solicitante	
		18	Remuneraciones y Beneficios	Asistente de Remuneraciones	Jefe de Remuneraciones	Área Solicitante	Sgte. RRHH, Tesorero
		19	Desvinculación	Analista Selección	Sgte. RRHH	Área Solicitante	Área Solicitante / Jefe de Soporte Informático / Jefe de Servicios Generales/ Tesorería
	Gestión Financiera	20	Presupuesto	Analista Control Financiero	Jefe Control Financiero	Todas las Gerencias	Todas las Gerencias
		21	Control Financiero	Analista Control Financiero	Jefe Control Financiero		Todas las Gerencias / Sgte Finanzas
		22	Financiamiento y Adm. Deuda	Analista Control Financiero	Jefe Control Financiero		Sgte Finanzas
		23	Recaudación y Cobranza	Encargado de Facturación y Cobranza	Encargado de Facturación y Cobranza	Responsable de Tesorería	Sgte Finanzas
		24	Administración Flujo de Caja	Responsable de tesorería	Responsable de tesorería	Jefe Control Financiero	Sgte Finanzas
		25	Pagos	Responsable de tesorería	Responsable de tesorería	Administrador de Contratos y Adquisisciones / Jefe de Remuneraciones	Sgte Finanzas
		26	Caja Chica	Administrador Zonal / Jefe de Servicios Generales	Responsable de tesorería		Jefe Control Financiero
	Gestión Contable	27	Activo Fijo	Analista Contable	Jefe de Contabilidad	Responsable de Compras	Sgte Finanzas
		28	Registros Contables	Analista Contable	Jefe de Contabilidad	Jefe de Remuneraciones / Responsable de Compras / Administrador de Contratos y Adquisisciones	Sgte Finanzas
		29	Cálculo de Impuestos	Analista Contable	Jefe de Contabilidad		Sgte Finanzas
		30	Facturación	Encargado de Facturación y Cobranza	Jefe de Contabilidad	Analista de Control Operacional	Sgte Finanzas / Subgerente Análisis y Control de Gestión
	Adquisiciones	31	Adm. Proveedores	Responsable de Compras	Administrador de Contratos y Adquisisciones		
		32	Adm. Contratos	Responsable de Compras	Administrador de Contratos y Adquisisciones		Sgte Finanzas
		33	Compras	Responsable de Compras	Administrador de Contratos y Adquisisciones	Área Solicitante	Sgte Finanzas / Área Solicitante
		34	Adm. Bodega	Asistente Administración	Jefe de Administración		Administrador de Contratos y Adquisisciones
	Administración Servicios Generales	35	Archivo	Responsable Oficina de Partes	Jefe de Servicios General	Área Solicitante	Área Solicitante
		36	Adm. Servicios Básicos	Jefe de Servicios General	Jefe de Servicios General		
		37	Gestión de Seguridad	Vigilancia (Terceros)	Jefe de Servicios General	Administrador de Contratos y Adquisisciones	
		38	Logística Interna Documentos y Materiales	Responsable Oficina de Partes / Secretarias	Jefe de Servicios General		
	Soporte Informático	39	Adm. de Usuarios (Licencias y Softwares)	Soporte Técnico Informático	Jefe de Soporte de Informátio		Sgte Finanzas
		40	Soporte Técnico Informático	Soporte Técnico Informático	Jefe de Soporte de Informátio		Sgte Finanzas
		41	Adm. de Hardware (PC, impresoras, teléfonos, etc.)	Soporte Técnico Informático	Jefe de Soporte de Informátio		Sgte Finanzas
	Apoyo Transversal a la Organización	42	Proceso y Procedimientos	Analistas o Jefes de Áreas	Jefes/ Sgte. / Gte. de Áreas	Jefe Otras Áreas	Áreas Participantes
		43	Imagen Corporativa y Realaciones Públicas	Fiscal, Gte. Explotación, Gte Gral	Gte. Gral		
		44	Auditoría y Control Interno	Auditor	Auditor	Jefe Otras Áreas	Directorio

8.3 Dimensionamiento del Personal de Administración

En función del análisis RACI del personal necesario para llevar a cabo los procesos que componen las actividades de la cadena de valor construimos el organigrama de la empresa óptima.

Figura 3: Organigrama Empresa Óptima de Transmisión Troncal



8.4 Dimensionamiento del personal de Operaciones

A continuación se entrega un breve resumen del análisis contenido en el anexo “Diseño de la Estructura Operacional” adjunto en el presente informe. La definición de la estructura Operacional de la compañía de Transmisión Troncal incorporó las funciones del CDEC-SIC y CDEC-SING, y el análisis de procesos contenido en detalle en el anexo anteriormente mencionado en conjunción con el anexo Diseño de Estructura Organizacional. Adicionalmente, se consideraron las capacidades de comunicación existentes hoy en el sistema para definir el nivel presencial requerido en las operaciones en terreno.

Como se define en el organigrama entregado anteriormente, la estructura operativa propuesta considera la existencia de un Centro Nacional de Operación de Transmisión (CNOT), Subestaciones Telecontroladas, Telecontroladas parcialmente y Atendidas. La definición en detalle de cada Subestación se encuentra contenido en el anexo anteriormente mencionado, mientras que a continuación se entrega la definición utilizada para cada tipo de subestación:

- **Subestación Telecontrolada**: Subestación sin personal de operación controlada mediante dispositivos de telecontrol. No requiere Operador.
- **Subestación Telecontrolada Parcialmente**: Subestación que la ejecución de las maniobras se realiza a través de dispositivos de telecontrol, pero la supervisión es realizada por personal que no permanece en la subestación. Requerimiento de Operador(es) depende de la cantidad de paños y la extensión de la Subestación.
- **Subestación Atendida:** Subestación operada localmente por personal durante las horas de trabajo normales y en horas fuera de trabajo tanto como sea necesario. Dotación requerida depende de la extensión (en metros cuadrados) de la subestación y el número de paños que contiene.

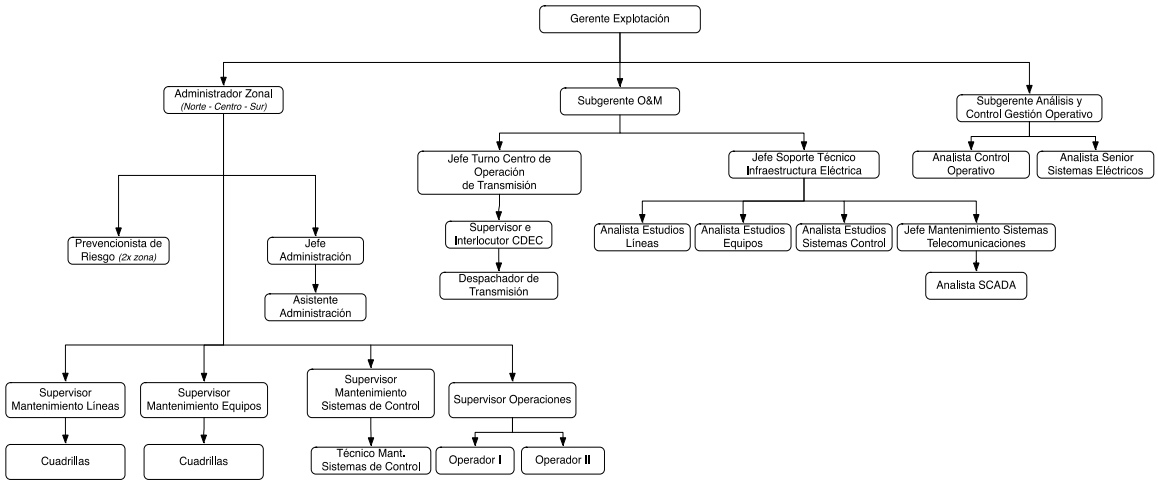
En base a estas definiciones se definió una dotación adecuada para la gestión operativa de la CTT compuesta por 36 trabajadores: 7 supervisores de Operación, 15 Operadores Tipo I de Subestación, y 14 Operadores Tipo II de Subestación. En forma adicional, se consideraron 21 trabajadores para la gestión del CNOT, definidos como 1 Jefe del Centro de Operación de Transmisión, 4 Jefes de Turno CNOT, 4 Supervisores (e interlocutores con los CDEC), y 12 Despachadores de Carga (o Despachadores de Transmisión)[1]. Con esto, la dotación total estimada para Operaciones alcanza a 57 trabajadores. Adicionalmente a este personal, se

[1] 3 roles a 24x7.

consideró un equipo de análisis compuesto por 1 Analista de Control de la Operación y 1 Analista Senior de Sistemas Eléctricos, los que se encuentran liderados por el Subgerente de Análisis y Control Operativo.

Así, la estructura Operacional se resume en el siguiente Organigrama, mientras que la relación entre las áreas puede ser encontrada en la matriz RACI entregada en el anexo “Diseño de la Estructura Organizacional”.

Figura 4: Organigrama Gerencia de Explotación



8.5 Dimensionamiento del personal de Mantenimiento

La presente sección detalla la metodología utilizada para estimar los costos directos de mantenimiento del inventario de Transmisión Troncal. Dicha metodología se basó en el conocimiento experto de integrantes del equipo de consultores adquirido luego de haber desempeñado cargos tanto de dirección como de ejecución de mantenimiento en empresas del sector, además de asesorar a numerosas empresas del rubro eléctrico en la evaluación y auditoría de planes de mantenimiento.

El modelo de cálculo considera equipos de trabajo compuestos por cuatro roles o perfiles funcionales: Supervisor, Jefe Técnico, Electromecánico y Prevencionista de Riesgo. Utilizando estos cuatro perfiles, la metodología construye Planes de Mantenimiento Preventivo para cada elemento del sistema, considerando tanto los niveles de participación necesarios por parte de cada perfil en las diferentes actividades de mantenimiento, así como los tiempos requeridos para ejecutar dichas, según las eficiencias determinadas en base a la experiencia del equipo consultor, y la frecuencia con que dichos mantenimientos deben realizarse para mantener un funcionamiento en línea con las Normas de Seguridad y Calidad de Servicio. Estos datos se complementan con los tiempos requeridos para preparar los informes asociados a cada faena de mantenimiento y con las frecuencias anuales de mantenimiento requeridas por cada equipo del sistema. Finalmente, se estiman los tiempos de viaje según los puntos de ejecución de las faenas y las ubicaciones de las sedes, con lo que se determina la cantidad de personal requerido para ejecutar adecuadamente las actividades de mantenimiento definidas en los planes previamente mencionados. La metodología aproxima los tiempos asociados al mantenimiento correctivo como el dieciocho (18%) de los tiempos calculados para el mantenimiento preventivo (considerando tanto la ejecución de las faenas como los tiempos de traslado).

La configuración de brigada utilizada para el mantenimiento de Subestaciones como Líneas consiste en un Jefe Técnico, cuatro Electromecánicos y, dependiendo de la faena a realizar, un Prevencionista de Riesgo. De esta forma, el modelo utilizado no utiliza tipos de brigada diferenciados, sino que se basa en el plan de mantenimiento para definir qué perfil debe participar de cada faena de mantenimiento.

Tanto el tipo de intervenciones a realizar como los tiempos o eficiencias asociadas a cada una de ellas fue estimado en base a la experiencia del equipo consultor y los planes del periodo 2008-2012 de Transelec S.A. Dado que dicha compañía actualiza sus planes de mantenimiento con

una periodicidad cuatrienal, se estima que los datos utilizados son razonablemente actualizados y representan adecuadamente las necesidades actuales del sistema.

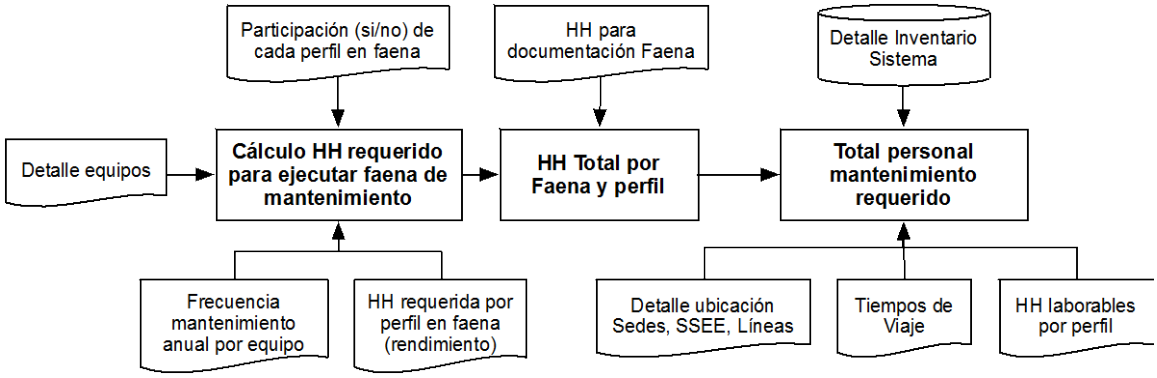
En el caso del mantenimiento de Líneas de Transmisión Troncal, se separaron los tipos de mantenimiento en cinco (5) funciones con diferentes requerimientos y eficiencia para cada tipo de perfil del personal involucrado. Estas funciones corresponden a: Mantenimiento Preventivo de Líneas, Mantenimiento de la Aislación, Mantenimiento del Conductor, Mantenimiento de la Estructura y Mantenimiento de la Franja de Servidumbre (o poda y corte de árboles). Para determinar la capacidad de una brigada para cubrir las zonas asignadas, se estimó –en base a la experiencia en terreno del consultor– una velocidad promedio de noventa y cinco (95) kilómetros por hora. Las distancias consideradas entre la sede de mantenimiento y la línea a intervenir se calcularon como la distancia entre la sede y el punto medio de la línea. Esto refleja adecuadamente la realidad de la gestión de mantenimiento, ya que comúnmente la brigada ubica a una sección del personal en el extremo más cercano de la línea y continúa su trayecto para ubicar al resto de la brigada en el extremo más lejano de la línea, recogiendo a ambas sub-secciones de la brigada en el punto de encuentro definido por el punto medio de la línea. Esto, en términos de los tiempos medios de viaje para la brigada en su totalidad, es equivalente a haber viajado al punto medio de la línea y volver. El detalle del plan de mantenimiento asociado a líneas de 220kV y 500kV puede encontrarse en el archivo Plan Mantenimiento Líneas Sistema Troncal.xlsm".

El mantenimiento de las subestaciones (o SSEE), al igual que en caso del mantenimiento de Líneas, se basó en planes detallados de faenas estipulando la participación de cada uno de los integrantes de la brigada de mantenimiento de SSEE, a saber, Jefe Técnico y Técnico. Para determinar la cantidad de trabajadores requeridos para ejecutar en su totalidad del plan de mantenimiento se consideró (al igual que en el caso del mantenimiento de líneas) un tiempo laboral disponible que elimina los tiempos de viaje, ausencias por enfermedad y vacaciones, entre otros. Es importante mencionar que, para estimar la dotación requerida, se consideraron dos perfiles no intercambiables: mantenimiento de Equipos Primarios y Mantenimiento de Sistemas de Control. En particular, los planes de mantenimiento se diseñaron separando los elementos a mantener en: Transformadores, Paños, Elementos Comunes de SSE, Elementos Comunes de Patio, Otras Máquinas y Otros Paños.

El inventario sobre el cual se diseñaron los planes de mantenimiento se basó en lo informado por el equipo de valorización apoyando la realización del presente estudio.

El siguiente modelo esquemático entrega una descripción gráfica de la metodología de dimensionamiento utilizada:

Figura 5: Modelo de dimensionamiento personal de mantenimiento.



El detalle de los Planes de Mantenimiento para SSEE utilizados se entrega en el archivo “Planes Mantenimiento Subestaciones Sistema Troncal.xlsx” adjunto en la documentación asociada al presente informe. Dicho archivo contiene los planes de mantenimiento asociados a Equipos Primarios, Interruptores, Sistemas de Control y Líneas de Transmisión.

Una vez determinados los esfuerzos asociados a las labores de mantenimiento en Subestaciones y Líneas, tanto en faenas de mantenimiento preventivo como correctivo, se utilizó un modelo de optimización que permitiera determinar la cantidad de viajes y estadías óptimas para el personal de cada Sede con el objetivo de minimizar los costos totales de personal, viajes, viáticos y estadías.

En relación a los costos asociados a las funciones de mantenimiento, se estimó que una noche de estadía permite reducir en una unidad los viajes necesarios, aumentando de esta forma las horas laborables disponibles. Una estadía implica, por otro lado, costos asociados a alojamiento y alimentación en formato de media pensión, mientras que atender una faena sólo mediante viajes (es decir, sin pernoctar en puntos cercanos a la faena) implica sólo costos asociados a alimentación (específicamente almuerzos). El modelo de optimización utilizado pondera todos estos costos en combinación con la necesidad de incorporar más personal a las funciones de mantenimiento, evaluando el balance entre estos diferentes componentes de costos para determinar el óptimo entre viajes y estadías. Como se mencionó anteriormente, este modelo asume que las sedes de origen de las brigadas son fijas, sin embargo, es posible que una re-

asignación de estas sedes permita generar un valor aún menor para la combinación de todos los costos asociados con el mantenimiento de los equipos y líneas.

Finalmente, el modelo de costos de mantenimiento consideró la externalización de las tareas de poda y corte de árboles dado el bajo nivel de experticia técnico-eléctrica requerida y la práctica habitual de contratar lugareños para estas funciones por parte de las empresas de transmisión. Para garantizar la adecuada ejecución de estas funciones, se decidió asignar un Jefe Técnico a la supervisión de ellas.

Si bien aún es necesario realizar una evaluación de prescindibilidad en la infraestructura del Sistema Troncal, podemos comentar que los costos directos del personal mantenimiento (sin incluir equipos, herramientas e insumos) alcanzan los **USD 6,491,304** anuales, con **USD 6,041,223** correspondientes al costo anual de personal (incluyendo el personal de poda y mantenimiento de estructuras por un costo anual de USD 401,971[2]) y **USD 450,081** por conceptos de combustible, alojamiento, almuerzos y viáticos para el personal de mantenimiento en terreno.

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos para la dotación de cada uno de los perfiles del personal de mantenimiento directo (en terreno).

Tabla 3: Estimación dotación Mantenimiento en terreno

Base Administrativa	Jefe Técnico de Equipos	Jefe Técnico de Control	Jefe Técnico de Líneas	Electromecánico de Equipos
Antofagasta	1	1	8	3
Pan de Azúcar	1	1	4	3
Alto Jahuel	2	1	3	4
Itahue	1	1	3	2
Charrúa	1	1	6	4
Total	**6**	**5**	**24**	**16**

Base Administrativa	Electromecánico de Control	Electromecánico de Líneas	Prevencionista
Antofagasta	1	24	5
Pan de Azúcar	1	15	2
Alto Jahuel	1	9	1
Itahue	1	10	1
Charrúa	1	23	2
Total	**5**	**81**	**11**

[2] El personal de Poda y Mantenimiento de Estructuras se administra en base a una externalización definida en detalle en el Anexo “Análisis Estrategia de Externalización”

El anexo “Metodología Costos Directos Mantenimiento” entrega una revisión en detalle de este cálculo y los supuestos considerados.

En relación a las diferencias de este modelo y el presentado por el consorcio de consultores compuesto por KAS Ingeniería, Sigla y AF Mercados (en adelante KAS et al.), es importante notar dos puntos: KAS et al. utiliza un modelo de extrapolación lineal en relación al VI para determinar el COMA de elementos fuera de la zona de análisis mientras este modelo realiza el análisis de todos los componentes a mantener en el sistema Troncal SIC-SING; por otro lado, KAS et. al asume diferentes configuraciones fijas de brigadas, mientras este modelo utiliza modelos de brigada flexibles según las tareas a realizar, incorporando un modelo de externalización económicamente eficiente, basado en un esquema similar a un “Holding”, donde la empresa de transmisión utiliza su infraestructura para financiar los costos fijos de una actividad de mantenimiento que puede entregar servicios a otras empresas similares (como empresas de subtransmisión, distribución y/o clientes de gran tamaño) sin sufrir los riesgos de ciclos de carga de otras industrias (como la construcción o la agricultura).

9 Remuneraciones

Según lo estipulado en las bases del Estudio de Transmisión Troncal, para efectos de estimar las remuneraciones asociadas a cada cargo en la CTT, se debe realizar un proceso de homologación entre los cargos definidos para la CTT y aquellos existentes en una encuesta de remuneraciones del mercado local, buscando el mejor ajuste entre las características de los cargos y la información disponible en dicha encuesta. Esta estimación deberá considerar, para cada área de la empresa, un mercado específico de comparación, identificando las empresas que pueden constituir un mercado atractivo para el capital humano de la CTT.

El anexo "Definición Empresas para Homologación" entrega en detalle los criterios utilizados para definir el mercado objetivo para las diferentes áreas y niveles jerárquicos de la CTT, el que es también entregado en forma resumida en la siguiente sección.

9.1 Metodología para Selección de Encuesta de Remuneraciones

El proceso de homologación de cargos, que permite asignar un costo a cada eslabón de la estructura organizacional, se basa en contar con una serie de empresas que representen el parámetro de comparación para los trabajadores de la CTT al evaluar sus opciones de permanencia en la empresa o su cambio a otra alternativa laboral.

La herramienta comúnmente utilizada para emular las condiciones del mercado atractivo para los trabajadores de la CTT es seleccionar un estudio de remuneraciones sobre empresas locales, lo que permite modelar fácilmente las condiciones del mercado sin necesidad de realizar un levantamiento dedicado sólo para estos fines.

Este modelo de cálculo, si bien presenta una ventaja importante dada su simplicidad de implementación, introduce al menos dos restricciones igualmente relevantes al, en primer lugar, limitar las empresas disponibles para definir el mercado de comparación a aquellas incluidas en una determinada encuesta de remuneraciones; y, en segundo lugar, acotar los parámetros de comparación a aquellos entregados por la encuesta o estudio seleccionado.

La primera restricción (número de empresas disponibles en la muestra) ha generado que gran parte de los estudios de remuneraciones utilicen el "*Estudio general de compensaciones*

eSIREM", desarrollado por la consultora PwC, que se ha posicionado como el estudio con mayor número de empresas disponibles dentro.

La segunda restricción ha implicado que la muestra se encuentre ligeramente sesgada hacia empresas mineras dada la gran participación (particularmente en el segmento de empresas grandes) que éstas poseen en el estudio de PwC. De la misma forma, la capacidad de análisis sobre empresas medianas y mediano-grandes se encuentra limitada por la baja participación que estas empresas presentan en el estudio antes mencionado. Adicionalmente, los criterios de comparación también se ven limitados por las categorizaciones entregadas por el estudio eSIREM, que define las empresas en base a su sector productivo y volumen de ventas, excluyendo otras características potencialmente útiles como el nivel de utilidades, costos, número de trabajadores, nivel de tercerización, etc.

Principalmente en base su mayor disponibilidad de empresas de comparación, se ha decidido utilizar el estudio eSIREM de Junio 2014, desarrollado por la consultora PwC, el que cuenta con un total de ciento cuarenta y seis (146) empresas distribuidas en diferentes tamaños. La siguiente tabla entrega la distribución de empresas por tamaño -definido en base al volumen de ventas anuales-, mientras que el anexo "Nomina de Empresas Participantes eSIREM" entrega el detalle de las empresas participantes en el estudio en su versión de Junio 2014.

Tabla 4: Empresas por tamaño en estudio de remuneraciones (eSIREM)

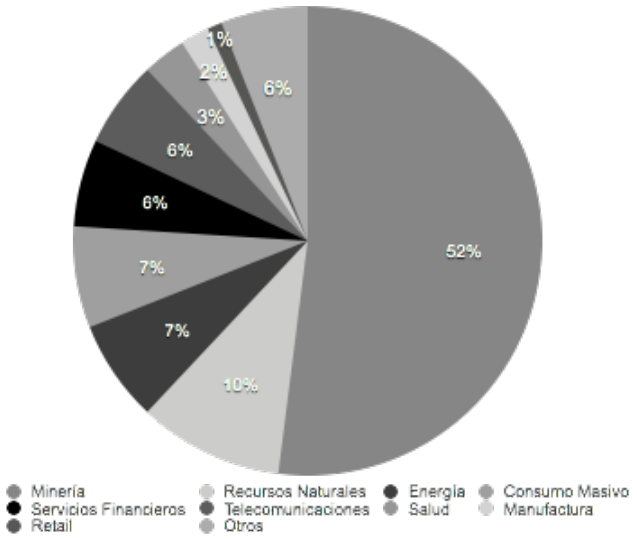
Tipo de empresa	**Cantidad empresas en la muestra**	**Porcentaje sobre el total**
Grandes	68	45%
Medio-grandes	25	17%
Medianas	27	18%
Pequeñas	26	18%

Fuente: Elaboración propia en base a información del Estudio eSIREM, PwC, 2014.

La tabla anterior refleja la dispar disponibilidad de información para los diferentes tamaños de empresa incluidos en la muestra. Afortunadamente, en relación al volumen de ingresos y el tamaño de la empresa, podemos considerar que una empresa a cargo de la totalidad de la Transmisión Troncal asociada a los sistemas SIC y SING será una empresa "Grande", según la definición utilizada por PwC en su estudio eSIREM, por lo que la muestra disponible es razonablemente extensa. Así, una vez definido el tamaño de las empresas de comparación apropiadas, sólo resta identificar los sectores productivos que definen los mejores comparadores para utilizar el estudio eSIREM de PwC.

En relación a los sectores productivos contenidos en el estudio eSIREM, como se mencionó anteriormente (y es posible ver en el siguiente gráfico), encontramos una nueva limitación al tener un sector Minería sobrerrepresentado, con 35 de las 68 empresas (52%) catalogadas como "Grandes" pertenecientes a este sector.

Figura 6: Distribución de empresas Grandes por sector productivo en eSIREM Junio 2014.



Fuente: Elaboración propia en base a información del Estudio eSIREM, PwC, 2014.

Afortunadamente, según el análisis detallado en el anexo "Definición Empresas para Homologación", el sector Minería se encuentra dentro de los que constituyen el mercado objetivo de los trabajadores del sector eléctrico.

Profundizando en la definición de los sectores productivos, es importante constatar que el tipo de funciones desempeñadas por un trabajador define en gran medida la demanda de empleo disponible, es decir, el tipo de empresas dispuestas a contratarlo. En este sentido, podemos identificar tres categorías funcionales con características fácilmente diferenciables:

Funciones administrativas o de soporte: Estas funciones tienden a ser poco específicas al sector productivo de la empresa y están más determinadas por factores como el tamaño de la empresa (nivel de ventas, número de clientes, número de empleados, etc.). Personal en estas funciones tiende a presentar una mayor movilidad entre industrias, especialmente en niveles inferiores de la escala jerárquica. Áreas asociadas a estas funciones son Finanzas, Contabilidad, Auditoría, etc.

Funciones técnicas: Estas funciones son, por lo general, específicas a cada industria, debido a su rol instrumental en las actividades productivas de la cadena de valor de la empresa. Tienden a requerir entrenamientos específicos (normalmente desarrollados internamente) para alcanzar los niveles de especialización necesarios y, por lo tanto, es común que el personal asociado a estas funciones presente una reducida movilidad hacia otros tipos de industrias.

Funciones comerciales: Estas funciones tienden a combinar conocimientos técnicos (si bien, menos específicos que aquellos requeridos en las funciones netamente técnicas) con la capacidad de identificar las necesidades de clientes y diseñar soluciones apropiadas. La demanda laboral comúnmente disponible para este tipo de funciones tiende a restringirse a industrias con similares entornos competitivos (por ejemplo, cantidades y comportamientos similares de competidores y sustitutos), entornos regulatorios y concentración de clientes[3].

En base a lo anterior, podemos definir tres grupos de comparadores para cada bloque funcional. En primer lugar, en el caso de las **funciones administrativas** o de soporte, el mejor comparador corresponde a la **totalidad de las empresas de tamaño Grande** disponibles en el estudio eSIREM, debido a que estas funciones tienden a presentar una mayor movilidad entre industrias en comparación al resto de los grupos funcionales. En el caso de las **funciones técnicas**, por otro lado, es necesario identificar empresas que requieran de los conocimientos técnicos específicos desarrollados en el desempeño de estas funciones. Finalmente, las funciones comerciales requieren comparadores con características competitivas similares, es decir, un sector productivo donde los precios se encuentren regulados y donde no existan sustitutos ni competidores relevantes.

En base a estos criterios y el análisis detallado entregado en el anexo Definición Empresas para Homologación (además del análisis de estructura organizacional contenido en el anexo “Diseño de la Estructura Organizacional”), se definió la siguiente selección de empresas de comparación.

[3] Se está excluyendo conscientemente el impacto del capital social en la movilidad laboral de este grupo funcional, debido a que incluir esta característica obligaría a considerar sólo empresas en el sector eléctrico como comparadores, lo que reduce el potencial comparativo del estudio. Adicionalmente, estudios realizados por la División de Desarrollo Social en la CEPAL (Capital Social y Políticas Públicas en Chile) sugieren que el capital social es adquirido principalmente a través de redes personales más que redes laborales, por lo que se estima que es posible considerarlo como un factor externo al sector de desempeño sin distorsiones relevantes.

Tabla 5: Empresas seleccionadas (eSIREM)

Funciones Administrativas y de Soporte	**Funciones Técnicas Específicas**	**Funciones Comerciales**
Total muestra empresas Grandes (68 empresas)	**Empresas Grandes Sector Eléctrico:** Aes Gener S.A. Chilquinta S.A. E-Cl (Electroandina S.A.) Enersis S.A. Hydrochile S.A. Mitsui Chile Ltda. **Empresas Grandes Sector Telecomunicaciones:** Movistar Entel Chile S.A. Claro Chile S.A. Interexport Chile S.A. **Empresas Grandes Sector Minero:** Anglo American Chile Ltda. - Casa Matriz Anglo American Chile Ltda. - Chagres Anglo American Chile Ltda. - Los Bronces Anglo American Chile Ltda. - Mantos Blancos Anglo American Chile Ltda. - Mantoverde Antofagasta Minerals - El Tesoro Antofagasta Minerals - Esperanza Antofagasta Minerals - Los Pelambres Antofagasta Minerals - Santiago Bhp Billiton - Cerro Colorado Bhp Billiton - Escondida Bhp Billiton - Pampa Norte Bhp Billiton - Santiago Bhp Billiton - Spence Cía. Minera Doña Inés De Collahuasi Scm Codelco - Casa Matriz Codelco - División Andina Codelco - División Chuquicamata Codelco - División El Salvador Codelco - División El Teniente Codelco - División Gabriela Mistral Codelco - División Ministro Hales Codelco - División Radomiro Tomic Codelco - División Ventanas Codelco - V. Proyectos Compania Minera Lomas Bayas Barrick Chile Ltda. - Casa Matriz Barrick Chile Ltda. - Pascua Lama Compañía Minera Del Pacífico S.A.	**Empresas Grandes Sectores Varios:** Aguas Andinas S.A. Empresa Nacional Del Petróleo Gas Valpo S.A. Gasco S.A. Petrobras Chile Distribución Ltda. Refinería Aconcagua Refinería Bio Bio

	(Cap) Freeport Mcmoran - Candelaria Freeport Mcmoran - Santiago Fundición Altonorte Ltda. Minera Teck - Carmen De Andacollo Minera Teck - Quebrada Blanca Minera Teck - Santiago	

Al comparar esta selección con la realizada por KAS et al., podemos ver que existen similitudes en relación a la selección especial de empresas, exceptuando la exclusión de empresas mineras en la selección de KAS et al. Por otro lado, la comparación de los cargos genéricos administrativos (con mayores opciones de migrar a otros sectores productivos) con la muestra total en vez de la muestra selectiva realizada por KAS et al. no es evidente, lo que puede producir distorsiones en las remuneraciones finalmente estimadas.

9.2 Homologación de Cargos

El presente punto entrega un resumen del proceso de homologación de cargos entregado en detalle en el archivo “Matriz de Homologación.xlsx”, hojas “Descripción Consultor” y “Descripción de Cargos PwC”. Esta homologación de cargos se realizó en base a las descripciones de funciones entregadas por el estudio de remuneraciones de PwC (eSIREM) y el análisis de procesos realizados por este equipo consultor para actividades clave de una empresa de Transmisión.

Es importante considerar que, a pesar del análisis detallado a nivel de procesos y su relación con la generación de valor para la compañía y sus clientes, la homologación de cargos es un proceso que mantiene un nivel importante de subjetivad, debido a la necesidad de homogeneizar descripciones de cargos que responden a diferentes necesidades y prioridades en diferentes organizaciones (cambiando en relación a las definiciones de la cadena de valor de cada empresa e industria). En este sentido, la generación, por parte de la consultora a cargo del estudio de remuneraciones, de descripciones de cargos (en gran medida) genéricos y que, en un número importante de ocasiones, no coinciden plenamente con las descripciones resultantes del diseño de la Empresa Óptima, incorpora un nivel de discrecionalidad en la homologación que puede ser reducido, pero no del todo eliminado.

Para establecer parámetros de comparación se clasificaron los cargos en varias categorías en relación al tipo de comparador utilizado (muestra técnica o muestra total[4]), al nivel jerárquico del cargo a utilizar (con una definición preparada por el equipo consultor y otra definida por el SEC), además de las clasificaciones definidas en el estudio eSIRE de PwC. A continuación se entregan los niveles o valores utilizados para categorizar los cargos según los criterios anteriormente mencionados.

Tipo de Muestra

Comparador Muestra Total: Se utiliza para homologar los cargos de personal administrativo.

Comparador Muestra Técnica: Se utiliza para homologar los cargos de personal de operaciones y mantenimiento.

Tipo de Cargo Consultor:

Gerencia Nivel 1

Gerencia Nivel 2

Jefatura

Analista Nivel 1

Analista Nivel 2

Administrativo

Clasificación SEC

Primer Nivel	A2
Segundo Nivel Gerencia	B2
Tercer Nivel Subgerencia o Jefatura	C11
Cuarto Nivel Jefatura	D8
Quinto Nivel Técnico	E4
Sexto Nivel Administrativo	F8

La aplicación de estos criterios para definir la homologación de cargos se puede apreciar en la Planilla “Matriz de Homologación.xlsx”, hoja “HomoPersonalPropios” incluida en los documentos anexos al presente informe.

La siguiente tabla muestra la homologación realizada entre los cargos definidos por este consultor y los cargos estandarizados según el estudio de PwC eSIREM en su versión de Junio 2014.

[4] Ver anexo “Definición Empresas para Homologación” para una definición detallada de la diferencia entre las muestras y las selecciones consideradas en cada caso.

Cargo Consultor	Tipo cargo	Área	Tipo área	Cargo PwC	Área	Sub-Área	Clasificación de Cargo PwC
Auditor	Gerencia Nivel 1	G.G.	Admin	Jefe Departamento Auditoría Interna	Dirección General	Auditoría Interna	Jefaturas y Profesionales
Gerente General	Gerencia Nivel 1	G.G.	Admin	Gerente General	Dirección General	Dirección General	Ejecutivos
Secretaria Gerencia General	Administrativo	G.G.	Admin	Secretaria Gerencia General	Adm. y Servicios	Servicios	Administrativos
Gerente Legal	Gerencia Nivel 1	G.Reg	Admin	Subgerente de Fiscalía	Dirección General	Legal / Fiscalía	Ejecutivos
Abogado Senior Regulación Eléctrica	Analista Nivel 1	G.Reg	Admin	Abogado I	Dirección General	Legal / Fiscalía	Jefaturas y Profesionales
Abogado Junior	Analista Nivel 2	G.Reg	Admin	Abogado II	Dirección General	Legal / Fiscalía	Jefaturas y Profesionales
Experto en Normativa Medio Ambiental	Jefatura	G.Reg	Admin	Jefe Aseguramiento de Calidad	Calidad	Aseguramiento de Calidad	Jefaturas y Profesionales
Gerente Explotación	Gerencia Nivel 1	G.Exp	Admin	Gerente Producción / Oper. Técnica	Producción	Producción	Ejecutivos
Subgerente O&M	Gerencia Nivel 2	G.Exp	Operaciones-Oficina	Subgerente de Producción	Producción	Producción	Ejecutivos
Despachador de Transmisión	Analista Nivel 1	G.Exp	Operaciones-Oficina	Supervisor de Operaciones Energía	Operaciones	Operaciones Energía	Jefaturas y Profesionales
Jefe Soporte Técnico Infraestructura Eléctrica	Jefatura	G.Exp	Mantenimiento-Oficina	Jefe de Mantención	Mantención	Mantención	Jefaturas y Profesionales
Analista Estudio Líneas	Analista Nivel 1	G.Exp	Mantenimiento-Oficina	Ingeniero Procesos Técnicos II	Ingeniería de Procesos y Desarrollo	Proyectos Técnicos	Jefaturas y Profesionales
Analista Estudio Equipos	Analista Nivel 1	G.Exp	Mantenimiento-Oficina	Ingeniero Procesos Técnicos II	Ingeniería de Procesos y Desarrollo	Proyectos Técnicos	Jefaturas y Profesionales
Analista Estudio Control	Analista Nivel 1	G.Exp	Mantenimiento-Oficina	Ingeniero Procesos Técnicos II	Ingeniería de Procesos y Desarrollo	Proyectos Técnicos	Jefaturas y Profesionales
Jefe Mantenimiento Telecomunicaciones	Jefatura	G.Exp	Mantenimiento-Oficina	Jefe de Mantención Terreno	Servicio al Cliente	Instalación y Reparación en Terreno	Jefaturas y Profesionales
Analista SCADA	Analista Nivel 1	G.Exp	Mantenimiento-Oficina	Técnico de Comunicaciones I	Informática	Comunicaciones	Operarios
Subgerente Análisis y Control Operativo	Gerencia Nivel 2	G.Exp	Planificación y Control	Jefe de Ingeniería	Ingeniería y Técnica	Ingeniería	Jefaturas y Profesionales
Analista Control de Operación	Analista Nivel 1	G.Exp	Planificación y Control	Ingeniero II	Ingeniería y Técnica	Ingeniería	Jefaturas y Profesionales
Jefe Centro Operación de Transmisión	Jefatura	G.Exp	Operaciones-Oficina	Jefe Programación y Control de la Producción	Producción	Planificación de la Producción	Jefaturas y Profesionales
Administrador Zonal-Norte	Gerencia Nivel 2	G.Exp	Admin	Jefe de Operaciones de Planta	Producción	Producción Zonal	Jefaturas y Profesionales
Administrador Zonal-Centro	Gerencia Nivel 2	G.Exp	Admin	Jefe de Operaciones de Planta	Producción	Producción Zonal	Jefaturas y Profesionales
Administrador Zonal-Sur	Gerencia Nivel 2	G.Exp	Admin	Jefe de Operaciones de Planta	Producción	Producción Zonal	Jefaturas y Profesionales
Jefe Administración	Analista Nivel 1	G.Exp	Admin	Coordinador de Administración	Adm. y Servicios	Administración	Administrativos
Asistente Administrativo	Administrativo	G.Exp	Admin	Empleado Administrativo I	Adm. y Servicios	Administración	Administrativos
Supervisor Mantenimiento Líneas	Jefatura	G.Exp	Mantenimiento-Terreno	Supervisor de Mantención Terreno	Servicio al Cliente	Instalación y Reparación en Terreno	Jefaturas y Profesionales
Supervisor Mantenimiento Equipos	Jefatura	G.Exp	Mantenimiento-Terreno	Supervisor de Mantención Terreno	Servicio al Cliente	Instalación y Reparación en Terreno	Jefaturas y Profesionales
Supervisor Mantenimiento Sistemas Control	Jefatura	G.Exp	Mantenimiento-Terreno	Supervisor de Mantención Terreno	Servicio al Cliente	Instalación y Reparación en Terreno	Jefaturas y Profesionales
Gerente Administración y Finanzas	Gerencia Nivel 1	G.Fin	Admin	Gerente de Finanzas	Finanzas	Finanzas	Ejecutivos
Subgerente RRHH	Gerencia Nivel 2	G.Fin	Admin	Jefe de Recursos Humanos	Rec. Humanos	Recursos Humanos	Jefaturas y Profesionales
Jefe Remuneraciones	Jefatura	G.Fin	Admin	Jefe de Remuneraciones	Rec. Humanos	PayRoll	Jefaturas y Profesionales
Asistente Remuneraciones	Analista Nivel 2	G.Fin	Admin	Asistente de Remuneraciones	Rec. Humanos	PayRoll	Administrativos
Analista Selección	Analista Nivel 1	G.Fin	Admin	Psicólogo de Selección II	Rec. Humanos	Reclutamiento y Selección	Jefaturas y Profesionales
Analista Desarrollo Organizacional y Capacitación	Analista Nivel 1	G.Fin	Admin	Analista de Desarrollo Organizacional II	Rec. Humanos	Capacitación y Desarrollo	Jefaturas y Profesionales
Jefe Servicios Generales	Jefatura	G.Fin	Admin	Jefe de Servicios Generales	Adm. y Servicios	Servicios	Jefaturas y Profesionales
Responsable Oficina de Partes	Administrativo	G.Fin	Admin	Jefe de Oficina de Partes	Adm. y Servicios	Servicios	Administrativos
Subgerente Finanzas	Gerencia Nivel 2	G.Fin	Admin	Subgerente de Finanzas	Finanzas	Finanzas	Ejecutivos

Jefe Servicios Generales	Jefatura	G.Fin	Admin	Jefe de Servicios Generales	Adm. y Servicios	Servicios	Jefaturas y Profesionales
Responsable Oficina de Partes	Administrativo	G.Fin	Admin	Jefe de Oficina de Partes	Adm. y Servicios	Servicios	Administrativos
Subgerente Finanzas	Gerencia Nivel 2	G.Fin	Admin	Subgerente de Finanzas	Finanzas	Finanzas	Ejecutivos
Administrador Contratos y Adquisiciones	Jefatura	G.Fin	Admin	Coordinador de Abastecimiento	Logística	Abastecimiento	Jefaturas y Profesionales
Responsable compras	Analista Nivel 1	G.Fin	Admin	Comprador Técnico II	Logística	Abastecimiento	Jefaturas y Profesionales
Jefe Contabilidad	Jefatura	G.Fin	Contabilidad	Jefe Departamento Contabilidad	Finanzas	Contabilidad	Jefaturas y Profesionales
Analista Contabilidad (responsable Activo Fijo)	Analista Nivel 1	G.Fin	Contabilidad	Analista de Activo Fijo / Inventario I	Finanzas	Contabilidad	Jefaturas y Profesionales
Encargado Facturación y Cobranza	Analista Nivel 1	G.Fin	Admin	Supervisor de Facturación	Finanzas	Facturación	Jefaturas y Profesionales
Jefe de Control Financiero	Jefatura	G.Fin	Control Fin.	Jefe Estudios Económicos y Financieros	Finanzas	Inversión / Estudios Financieros	Jefaturas y Profesionales
Analista Control Financiero	Analista Nivel 1	G.Fin	Control Fin.	Analista Control de Gestión I	Finanzas	Control de Gestión	Jefaturas y Profesionales
Responsable Tesorería	Jefatura	G.Fin	Admin	Supervisor de Tesorería	Finanzas	Tesorería	Jefaturas y Profesionales
Jefe Soporte Sistemas	Jefatura	G.Fin	Admin	Supervisor de Soporte Técnico	Informática	Soporte	Jefaturas y Profesionales
Técnico Soporte Sistemas	Analista Nivel 2	G.Fin	Admin	Técnico de Soporte I	Informática	Soporte	Administrativos
Jefe Técnico-Líneas	Jefatura	G.Exp	Mantenimiento-Terreno	Supervisor de Mantención	Mantención	Mantención	Jefaturas y Profesionales
Electromecánico- Líneas	Analista Nivel 2	G.Exp	Mantenimiento-Terreno	Ingeniero de Mantención de Equipos / Planta III	Mantención	Mantención	Jefaturas y Profesionales
Prevencionista	Jefatura	G.Exp	Mantenimiento-Terreno	Inspector Prevención de Riesgos I	Rec. Humanos	Prevención de Riesgos	Administrativos
Jefe Técnico-Equipos	Jefatura	G.Exp	Mantenimiento-Terreno	Supervisor de Mantención	Mantención	Mantención	Jefaturas y Profesionales
Electromecánico- Equipos	Analista Nivel 2	G.Exp	Mantenimiento-Terreno	Electromecánico I	Mantención	Mantención	Operarios
Jefe Técnico-Control	Jefatura	G.Exp	Mantenimiento-Terreno	Supervisor de Mantención	Mantención	Mantención	Jefaturas y Profesionales
Electromecánico-Control	Analista Nivel 2	G.Exp	Mantenimiento-Terreno	Electromecánico I	Mantención	Mantención	Operarios
Analista Senior Sistemas Eléctricos	Analista Nivel 1	G.Exp	Operaciones-Oficina	Ingeniero Procesos Técnicos I	Ingeniería de Procesos y Desarrollo	Proyectos Técnicos	Jefaturas y Profesionales
Jefe de Turno Centro de Operación de Transmisión	Jefatura	G.Exp	Operaciones-Oficina	Supervisor de Producción I	Producción	Producción	Jefaturas y Profesionales
Supervisor e Interlocutor CDEC	Jefatura	G.Exp	Operaciones-Oficina	Supervisor de Operaciones Energía	Operaciones	Operaciones Energía	Jefaturas y Profesionales
Supervisor de Operación	Jefatura	G.Exp	Operaciones-Terreno	Supervisor de Operaciones Energía	Operaciones	Operaciones Energía	Jefaturas y Profesionales
Operador I Subestación	Analista Nivel 1	G.Exp	Operaciones-Terreno	Operador I	Producción	Producción	Operarios
Operador II Subestación	Analista Nivel 2	G.Exp	Operaciones-Terreno	Operador II	Producción	Producción	Operarios

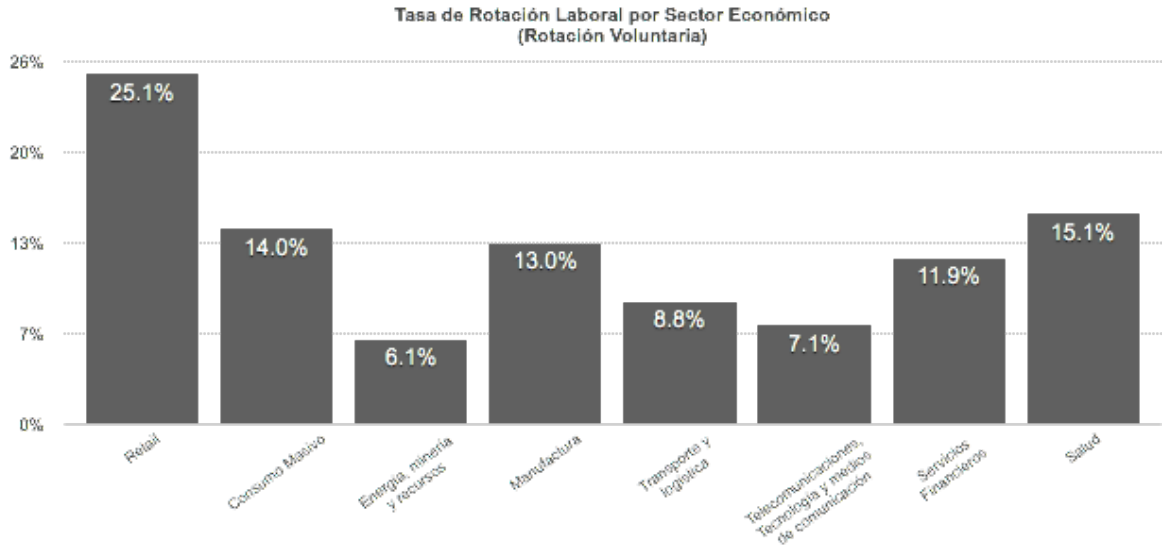
9.3 Estadígrafos Seleccionados

Como se mencionó al inicio de la presente sección, la selección de empresas de comparación debe permitir reflejar de la forma más fidedigna posible las condiciones que influyen en el personal de una empresa tanto para permanecer en ella como para migrar hacia otras opciones laborales. De la misma forma, la definición del estadígrafo a utilizar en la(s) muestra(s) seleccionada(s) debe reflejar los niveles de renta adecuados a las condiciones del mercado para los cargos en evaluación.

El modelo comúnmente utilizado considerara únicamente la remuneración y beneficios como factores de influencia relevante en la retención. En relación a esto, previo a definir el estadígrafo (o nivel de remuneración) apropiado a utilizar, analizaremos los motivos asociados a la rotación voluntaria (renuncias) en el mercado local. Centraremos el análisis en la rotación voluntaria ya que se considera razonable asumir que la rotación involuntaria (despidos) se relaciona con personal que aceptará las condiciones existentes en el mercado más que participar como un actor relevante en su re-definición o, dicho de otra forma, la remuneración de mercado para un puesto dado se verá considerablemente más influenciada por aquellos empleados que deciden migrar voluntariamente de una empresa a otra (o incluso permanecer en una misma empresa) que por aquellos que fueron despedidos de una empresa y deben buscar una nueva opción laboral.

Primeramente, es importante identificar dónde se sitúa el sector energético dentro del resto de los sectores productivos en Chile en relación a la migración laboral o rotación voluntaria. La siguiente figura muestra los niveles de rotación voluntaria existentes en diferentes industrias en Chile según un estudio realizado por KPI Estudios en 2013.

Figura 7: Tasa Rotación Laboral por Sector Económico



Fuente: KPI Estudios, 2013.

Si bien los niveles de movilidad laboral registrados en este estudio se vieron influenciados por el ciclo económico local de los últimos años, podemos considerar que, aun cuando los valores absolutos puedan variar de cara a un escenario más restrictivo a nivel de demanda de empleo, las cifras reflejan tendencias entre los diferentes sectores productivos. De esta manera, el sector Energético se ubicaría en la vecindad de sectores como Minería y Recursos Naturales en su capacidad (o necesidad) de retener personal, y a una distancia considerable de sectores como Transporte, Manufactura y otros. Aun cuando escapa al alcance del presente análisis el profundizar en las causas que originan este mayor nivel de retención de personal en el sector eléctrico (o si la tendencia es equivalente en diferentes subsectores como generación, transmisión y distribución), es importante notar la relevante diferencia de este sector productivo en comparación al resto de las industrias locales.

Profundizando en los motivadores relevantes para la rotación voluntaria, estudios recientes[5] muestran que éstos varían dependiendo del nivel jerárquico de cada trabajador. Así, mientras en que una persona en un cargo medio ve sus decisiones de cambio de empleo influenciadas por las proyecciones laborales que presente un nuevo puesto y por mejoras salariales, una persona en áreas de soporte es, en comparación, más sensible a mejoras de salario. La siguiente tabla

[5] KPI 2013 y DNA Human Capital, 2013 en Chile y “Retaining key employees in times of change”, Mckinsey, 2010.

muestra los diferentes motivadores por rango jerárquico según los estudios anteriormente mencionados:

Tabla 6: Motivadores de rotación laboral voluntaria por tipo de cargo

Tipo de Cargo	**Motivadores**
Directores y Gerentes de Primera Línea	Empresas de mayor tamaño y prestigio, autonomía, estatus y salario.
Gerencias de Segunda Línea (subgerentes), Analistas, Especialistas.	Proyección laboral, mayor salario.
Áreas de soporte, Operarios	Aumento salarial y capacidad de desarrollo de nuevas habilidades.

Fuente: Agrupación propia basada en KPI Estudios, 2013, DNA Human Capital, 2013.

De esta forma, un factor relevante en la definición de empresas de comparación es el tamaño de la empresa de referencia, particularmente para cargos directivos, gerentes de primera línea y mandos medios. Ciertamente, es posible considerar que empresas de mayor tamaño tienden a entregar mayores opciones de proyección de laboral y mayor estatus.

Por otro lado, los motivadores anteriormente descritos indican claramente que la remuneración no es el único factor a considerar para obtener niveles importantes de retención de personal. El tamaño de la empresa tiende a operar como un mecanismo de retención y, si este tamaño es combinado con una estructura organizacional ágil que opere con bajos niveles de redundancia y, en consecuencia, con niveles importantes de autonomía, la capacidad de retención de una empresa se verá probablemente más beneficiada con estos mecanismos que utilizando elementos basados en la remuneración como variable única de retención.

De esta forma, si bien las remuneraciones son un factor relevante (y fácil de modelar) para mantener una alta retención de personal, es importante recordar que medidas alternativas (como el reconocimiento por parte de las jefaturas, promociones o ascensos frecuentes, oportunidades para liderar proyectos, etc.[6]) son frecuentemente más efectivos que los incentivos monetarios para retener al personal clave.

Basados en los criterios anteriormente descritos, es posible estimar que una empresa no requiere entregar las remuneraciones más altas del mercado para retener a su personal, sea este crítico o no. De hecho, existe extensa literatura indicando que utilizar las remuneraciones como motivador

[6] "Retaining key employees in times of change", Mckinsey Quaterly, 2010.

o factor de retención principal tiende a incentivar comportamientos de corto plazo que benefician más al trabajador que a la empresa en su totalidad.

De esta forma, considerar un diseño organizacional que permita una adecuada autonomía en los cargos de responsabilidad en una empresa de gran tamaño permite entregar los motivadores adecuados para retener a personal en cargos de dirección y gerencias de segunda línea, analistas y especialistas, aún si estos cargos reciben una remuneración equivalente al estándar de comparación (definido en este caso por las muestras en el estudio eSIREM).

En el caso de las funciones de soporte y operarios, donde la remuneración tiende a representar un mayor motivador según estudios locales, es también importante recordar que muchos de los cargos no requieren mantener un nivel particularmente bajo de rotación y, por lo general, existe un bajo incentivo a competir entre los generadores de demanda por estos puestos, con la excepción de aquellos cargos particularmente técnicos o donde se requiera un nivel intensivo de capacitación específica, que representa una mayor rentabilidad para la empresa que otorga dicha capacitación que para otras que pretendan contratar a dicho operario[7].

En base a lo anterior, para determinar el valor adecuado para definir el costo del capital humano aplicable a la CTT es necesario identificar el valor o tendencia central de los costos en la selección de empresas de referencia. Como sabemos, el promedio de una serie de datos sólo representa la tendencia central de esa serie cuando la distribución de los datos es simétrica y se ve fuertemente influenciado por los valores extremos de la muestra en casos de muestras asimétricas. La mediana, por otro lado, es siempre representativa del valor central de los datos y, por lo tanto, del rango de valores que tiende a ser más influyente al definir un comparador que pueda influenciar las decisiones laborales de las personas pertenecientes a una cierta industria.

Adicionalmente, la mediana presenta una menor susceptibilidad ante cambios en los datos a los extremos de la muestra, por lo que tiende a ser un indicador más estable del caso más representativo en una población dada que el valor promedio de la misma población (para un análisis detallado de la relación entre el promedio y la mediana como representación del valor de la tendencia central de una muestra, ver el anexo “Definición Estadígrafo” incluido en el presente informe).

[7] “Investment in Human Capital”, Becker, 1962.

Finalmente, considerando criterios de economía del comportamiento, es decir, asumiendo el efecto de factores cognitivos y psicológicos sobre la toma de decisiones económicas, es importante recordar que el objetivo del presente análisis es reflejar las condiciones que un trabajador identificará como atractivas para evaluar si permanece en una empresa o busca cambiar de empleador. En este sentido, podemos considerar que es poco probable que un trabajador tenga acceso a estudios de remuneraciones o una muestra suficientemente amplia para identificar el promedio de remuneraciones en el mercado. Es, por otro lado, ciertamente más probable que el trabajador se vea influenciado por valores como la mediana o la moda, asumiendo que su acceso a información se relaciona con sus pares y contactos dentro de la industria.

De esta forma, la mediana (percentil 50) es siempre representativa del centro de los datos en una serie y, en falta de acceso a la moda, entrega un dato con mayores probabilidades de influenciar las decisiones del trabajadores en la CTT[8].

En relación a la definición de estadígrafo utilizada por KAS et al., podemos ver que aquel equipo utilizó el percentil 50 para cargos no jerárquicos y posiciones administrativas regionales, aplicando el percentil 75 para posiciones gerenciales y cargos técnicos. Tal como se argumentó previamente y en el anexo "Definición Estadígrafo", la muestra utilizada en el estudio de PwC presenta una desviación en sus datos hacia remuneraciones altas, por lo que ya el uso de la media implica asignar valores mayores al centro de datos de la muestra. El uso del percentil 75 evidentemente acentúa esta distorsión sin necesariamente generar una garantía de mayor retención (como vimos al analizar los criterios de retención de capital humano). En relación a esto, se mantiene la tesis de utilizar el percentil 50 como un mejor reflejo de las condiciones apropiadas de remuneración independientemente del rango jerárquico o especificidad técnica del cargo en cuestión.

9.4 Revisión y Análisis de los Costos de Personal aplicados CTT 2014

Propuesta de Compensación

Para determinar los niveles de compensación y beneficios entregados por la CTT a sus trabajadores, se utilizarán los estándares definidos por el estudio de remuneraciones eSIREM de

[8] Ver "Subjective probability: A judgment of representativeness" Kannheman, 1972.

la consultora PwC, considerando como adecuado un beneficio que sea entregado por el cincuenta por ciento o más de las empresas que constituyen la muestra asociada cada perfil en evaluación.

El detalle de los costos evaluados y los criterios utilizados para determinar el costo final a aplicar por cada concepto puede ser encontrado en el archivo “Resumen Otros Beneficios.xlsx”, en la carpeta “Datos eSIREM”. El siguiente cuadro entrega el resumen de los costos anuales aplicados según la dotación actualmente definida.

Tabla 7 Tipos de Beneficios

Tipo	**Costo anual (USD)**
Bono Navidad	53,385
Bono F. Patrias	42,869
Bono Vacaciones	0
Aporte Asistencia Médica	16,448
Bonificación Alimentación	0
Vales Bencina	0
Prima Seguro de Vida	63,989
Vestuario-Uniformes	10,810
Beca estudios	49,239
Sala Cuna	34,739
Bono Matrimonio	125
Bono Nacimiento	432
Auxilio deceso	3,081
Total beneficios (USD)	**275,116**

Es importante notar que beneficios como estacionamiento, vales de bencina y automóviles para ciertos niveles de gerencia fueron eliminados, ya que el estudio eSIREM no estableció la entrega de estos beneficios para más de un 50% de la muestra, al igual que la bonificación de alimentación, la que se mantuvo únicamente para el personal de mantenimiento y operaciones en terreno.

Para los valores de beca de estudios, si bien pueden incluir beneficios para el mismo trabajador, se consideró que estos aportes están incluidos dentro del ítem “Costos de Capacitación” del presente análisis.

10 Valorización de las Actividades del COMA

En la presente sección se determinan los costos anuales asociados a una empresa eficiente según los criterios determinados en las secciones anteriores del presente informe.

10.1 Valorización Actividades de Administración

En relación al equipamiento, tanto de Software como Hardware y equipos, requerido por el personal administrativo, el archivo "Equipamiento y BM&I.xlsx" en conjunto con el anexo "Asignación BM&I" entregan un detalle completo de los bienes asignados a cada perfil funcional en la empresa de Transmisión Trocal.

Según este modelo, se estimó que los requerimientos de equipamiento para el personal administrativo alcanzan los **USD 197,114** anuales en Software y **USD 149,661** en equipamiento y Hardware.

10.2 Valorización Actividades de Mantenimiento

Los costos directos del personal mantenimiento (sin incluir equipos, herramientas e insumos) alcanzan los **USD 6,491,304** anuales, con **USD 6,041,223** correspondientes al costo anual de personal (incluyendo el personal de poda y mantenimiento de estructuras por un costo anual de USD 401,971[9]) y **USD 450,081** por conceptos de combustible, alojamiento, almuerzos y viáticos para el personal en terreno.

En forma adicional a los costos de personal, se evaluaron los costos asociados a Herramientas, Vehículos y servicios a externalizar. En relación a las herramientas y equipamiento de bodegas, se estimó un total de USD 2,177,978 para cubrir todas las necesidades de equipamiento de las SSEE y mantenimiento de líneas. La anualización de este valor alcanzó los **USD 822,358**[10]. Por otro lado, la estimación de requerimientos de viajes (que permiten optimizar las necesidades de personal) implicó la incorporación de una flota de 32 camionetas para tareas de mantenimiento,

[9] El personal de Poda y Mantenimiento de Estructuras se administra en base a una externalización definida en detalle en el Anexo "Análisis Estrategia de Externalización"

[10] La tasa de descuento utilizada para anualizar las herramientas de Mantenimiento es de 6.5%, considerada adecuada para activos de Transmisión, según se determina en el anexo "Determinación Tasa Descuento Activos".

cuyo costo anualizado (incorporando gastos adicionales como seguros, patentes, etc.) alcanzó **USD 273,372**. Adicionalmente, se consideraron **USD 74,618** para la utilización de maquinaria pesada, como Camiones Lavadores, Grúas, Camiones, etc. Finalmente, se incorporaron **USD 29,876** para financiar adecuadamente los costos de servicios subcontratados, como análisis de aceite aislante en transformadores y reactores.

El detalle de cálculo para todos estos valores puede encontrarse en el archivo "Equipamiento y BM&I.xlsx", hoja "Equipamiento-Mantenimiento".

Los costos de Bodegas fueron estimados en **USD 240,239** anuales en total para las gestiones de Mantenimiento y Operación, estimados en base a los requerimientos reales experimentados "in-situ" por el equipo consultor durante su trabajo en empresas de transmisión.

Finalmente, los requerimientos de bienes y equipos para el personal en terreno se estimaron en **USD 31,948**[11].

10.3 Valorización Actividades de Operaciones

En relación a los costos de Operaciones distintos al personal, se consideraron 11 camionetas para el traslado del personal, equivalentes a una anualidad de USD 68,321, costos de Software por USD 56,084 (USD 30,439 para DigSilent y USD 25,645 para OSE2000, anualmente). Adicionalmente, se consideró apropiado el costo estimado por *KAS et al*. para equipos VHF (ajustado por la nueva tasa de descuento a USD 23,729) y el Telecomando de la subestación Almagro, alcanzando **USD 1,064** anuales. Finalmente, se consideró un costo equivalente a **USD 100,337** para combustible, estadías y alimentación, calculado en forma proporcional a los cosos de mantenimiento en base al número de trabajadores desempeñándose en ambas funciones.

El detalle de estos valores y cálculos puede encontrarse en la hoja "Equipamiento-Operación" del archivo "Equipamiento y BM&I.xlsx".

[11] El detalle de estos costos puede encontrarse en el archivo "Equipamiento y BM&I.xlsx, hoja "Equipamiento-Admin".

El costo de SCADA fue estimado en **USD 243,600** anuales para SW y Hardware, según se detalla en el anexo “Infraestructura IT” y en el archivo “Equipamiento y BM&I.xlsx”, hoja Equipamiento-IT, calculado en base a la configuración óptima requerida para dar cumplimiento a la normativa.

Los costos de vestimenta de Operarios fueron incluidos en el punto “Otros Beneficios” entregada con anterioridad en este informe, estimados en base a los requerimientos reales experimentados “in-situ” por el equipo consultor durante su trabajo en empresas de transmisión.

Los costos de Bodegas fueron estimados en **USD 240,239** anuales en total para las gestiones de Mantenimiento y Operación, tal como se mencionó en la sección correspondiente a Mantenimiento.

Finalmente, los requerimientos de bienes y equipos para el personal en terreno se estimaron en **USD 10,558,** como puede verse en el archivo “Equipamiento y BM&I.xlsx”, hoja Equipamiento-Admin**.**

Como se define en el anexo “Definición Espacios Oficinas”, se utilizó un estándar de 10m2 para el personal que utiliza las oficinas sobre un 60%, y 5m2 (más equipamiento compartido) para el persona que pasa sobre el 60% en terreno, haciendo un uso reducido de la oficina y espacios comunes.

Finalmente, como se indica en el anexo respectivo, se estimó que Software de georreferenciación (utilizado en el conjunto con el SCADA) –ArGis-, así como Autocad y software de Business Intelligence, no son esenciales para el adecuado desempeño de una empresa de transmisión Troncal. En base a los mismos criterios, se restringió el uso de Project a equipos que efectivamente administren Proyectos, asumiendo la comunicación de hitos y fechas relevantes mediante otros medios digitales.

10.4 Valorización Servicios Externalizados

En relación a la externalización de servicios, se consideró un total de USD 368,381 anuales, correspondientes a los servicios de Aseo y Seguridad. Los costos de Aseo fueron estimados en base a cotizaciones realizadas por el equipo consultor en cada región relevante para la gestión del trocal. En el caso de los servicios de seguridad, se utilizó una referencia de costo de personal basada en el estudio eSIREM de

PwC, estimando un margen para el contratista del 10% sobre los costos directos[12]. Los respaldos de las cotizaciones utilizadas pueden encontrarse en la sección “Cotizaciones” de la documentación anexa al presente informe, mientras los cálculos pueden revisarse en el archivo “Equipamiento y BM&I.xlsx”, hoja Equipamiento-Admin.

10.5 Valorización Otros Componentes del COMA

En la presente sección se entrega el resumen de los costos requeridos para administrar y operar adecuadamente la CTT no incluidos en los análisis revisados hasta este momento. El detalle de los cálculos y datos de origen utilizados puede encontrarse en el anexo archivo “Detalle Otros Costos“ y en la planilla de cálculo “Otros COMA CTT 2014.xlsx” incluido en los documentos anexos al presente informe.

La siguiente tabla entrega la valorización de estos costos obtenidas en base a las metodologías descritas posteriormente en esta sección:

Detalle Otros Costos – COMA

Otros Costos	**USD/año**
Costos Capacitación	55.360
Remuneración Directorio	329.115
Financiamiento CDEC	1.259.974
Auditorías Externas (EEFF)	26.443
Financiamiento Estudio Transmisión Troncal	26.226
Patentes municipales	139.067
Costos Anuales Indemnizaciones	26.778
Contribuciones	102.874
Servicios básicos	172.509

[12] Es importante notar que este margen probablemente sea mayor al manejado internamente por las empresas, el que se ha determinado entre un 5% y 6% por medios de prensa locales.

Gastos comunes oficinas-otros	26.428
Seguros	1.232.022
Costos Telefonía fija	*60.108*
Costos Telefonía Celular	*26.518*
Indemnización trabajos servidumbre	*68.379*
Costo anual helicóptero	0
Total	**3.551.800**

10.6 Resultados COMA

El siguiente cuadro muestra los resultados totales obtenidos para cada componente del COMA:

Tabla Resultados COMA (Valores en USD)

Total	**19.322.264**

Costos Directos Personal	**USD/año**
Personal Mantenimiento Terreno	5.639.252
Personal Operaciones Terreno	1.166.229
Personal Administrativo	4.960.639
Viaticos, viajes y estadías Mantenimiento	450.081
Viaticos, viajes y estadías Operaciones	100.337
Beneficios personal (adicionales a salario)	275.116
Personal tercerizado Mantenimiento	401.971
Total	**12.993.625**

Bienes Muebles e Inmuebles	**USD/año**

SW	197.114
HW (servidores-comunicaciones)	42.647
SCADA (HW-SW)	243.600
Equipamiento Mantenimiento Terreno	335.196
Equipamiento Operaciones Terreno	11.621
Equipamiento Administrativo	107.014
Edificios-Oficinas	384.940
Bodegas	240.239
Estacionamientos	0
Equipos de comunicación (VHF)	23.729
Bienes mantenimiento (equipamiento)	822.358
Total	**2.408.458**

Servicios tercerizados	**USD/año**
Seguridad	301.778
Aseo	66.603
Total	**368.381**

Otros Costos	**USD/año**
Costos Capacitación	55.360
Remuneración Directorio	329.115
Financiamiento CDEC	1.259.974
Auditorías Externas (EEFF)	26.443
Financiamiento Estudio Trans. Troncal	26.226

Patentes municipales	139.067
Costos Anuales Indemnizaciones	26.778
Contribuciones	102.874
Servicios básicos	172.509
Gastos comunes oficinas-otros	26.428
Seguros	1.232.022
Costos Telefonía fija	*60.108*
Costos Telefonía Celular	*26.518*
Indemnización trabajos servidumbre	*68.379*
Costo anual helicóptero	0
Total	**3.551.800**

Parte IV: LISTADO DE ANEXOS INFORME DE TRANSMISIÓN TRONCAL

Anexo 1.1: Parte II Inventario

Contiene archivo "**ETT2014 Inf 2 R3 Inventario.xlsm"**

Anexo 2.2: Parte II Precios Unitarios

Contiene el archivo "**PreciosAVI_Pedido_envio.xlsx**".

Anexo 2.7: Parte II Intereses Intercalarios
Contiene los archivos "**Anexo 2.7 Intereses Intercalarios.doc"**

Anexo 2.8 Parte II Recargos
Contiene el archivo "**Anexo 2.8 Parte II Recargos.xlsx**"

Anexo 2.9: Parte II Terrenos
Contiene el archivo "**Informe terrenos SE_30-01-2015_enviado.xlsx**"
"**Valores revisados de Servidumbres_ETT 2014.xlsx**"
"**corrige superficie SSEE para valorización.xlsx**"
"**Valor unitario de Terrenos y Servidumbres CORREGIDAS.xlsx**"

Anexo 4.4: Parte II Modelo de cáclulo corregido
Contine los archivos de valorización del Consultor del ETT corregidos en sus fórmulas, precios unitarios, recargos, superficies de terrenos, servidumbres e inventario.

Anexo 4.5: Parte II Fórmulas de indexación
Contiene el archivo "**Anexo 4.5 Parte II Rev formulas index ETT rev3.docx**"
"**Informe Final Indexadores – Definitivo.pdf**"

Anexo 5: COMA

Contiene los archivos:

- Definición de Empresas para Homologación.docx
- Nómina de Empresas Participantes en estudio eSIREM (PwC) .docx
- Definición Estadígrafo.docx
- Diseño Estructura Organizacional.docx
- Diseño Estructura Operacional.docx
- Metodología Costos Directos de Mantenimiento.docx
- Análisis Estrategia de Externalización.docx
- Asignación de BM&I (Bienes Muebles e Inmuebles).docx
- Infraestructura TI (Tecnologías de la Información).docx
- Evaluación Compra versus Arriendo de Bienes M&I.docx

- Definición Espacios Oficinas.docx
- Determinación Tasa de Descuento Activos.docx
- Detalle Otros Costos.docx
- Equipos y BM&I.xlsx
- Matriz de Homologación.xlsx
- Parametros-Supuestos.xlsx
- Resumen COMA.xlsx
- Otros COMA ETT 2014.xlsx
- VI Componentes Líneas.xlsx
- Planes Mantenimiento Subestaciones Sistema Troncal.xlsx
- Planes Mantenimiento Líneas Sistema Troncal.xlsx
- HH por SSEE.xlsx
- HH por Líneas.xlsx
- Personal Mantenimiento Directo.xlsx
- Resumen Otros Beneficios.xlsx