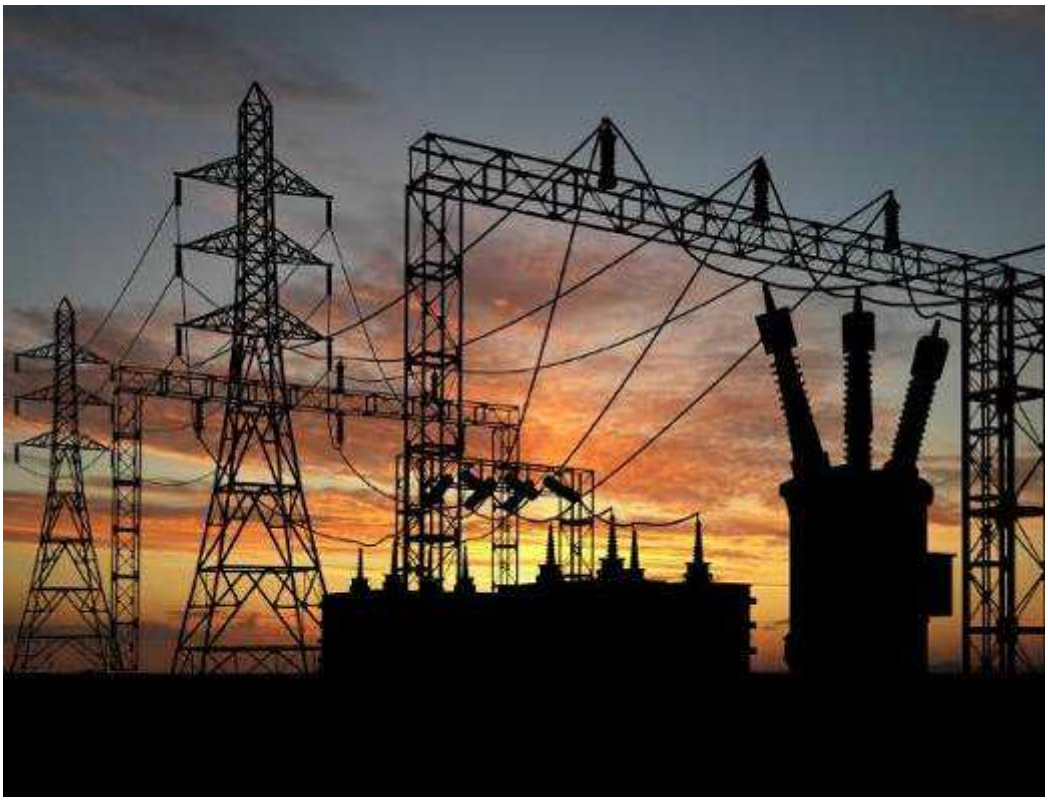
ESTUDIO PARA DETERMINAR EL VALOR ANUAL DEL SISTEMA DE SUBTRANSMISIÓN SIC-3 PARA EL CUADRIENIO 2011-2014



Anexos del Informe Final

9 de agosto de 2010

Tabla de Contenido

ANEXOS

ANEXO 1: ESTUDIO DE PRECIOS 2
ANEXO 2: ESTUDIO DE RECARGOS 8
ANEXO 3: ESTUDIO DE TERRENOS 33
ANEXO 4: ESTUDIO DE REMUNERACIONES 35
ANEXO 5: DESCRIPCIÓN DE CARGOS DE TRABAJO Y FTES 40
ANEXO 6: HOMOLOGACIÓN DE CARGOS DE TRABAJO 57
ANEXO 7: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO EN TERRENO 61
ANEXO 8: SISTEMAS DE SCADA/EMS 70
ANEXO 9: SISTEMAS DE COMUNICACIONES 81
ANEXO 10: EQUIPO Y MATERIALES EN INVENTARIO Y DE LABORATORIO 100
ANEXO 11: ORGANIZACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LA EMPRESA 102
ANEXO 12: METODOLOGÍAS DE CÁLCULO ADICIONALES 108
ANEXO 13: MÓDULOS DE VALORIZACIÓN Y LÍNEAS AUXILIARES 118
LISTADO DE TABLAS DE RESULTADOS Y ARCHIVOS 130

Anexo 1: Estudio de Precios

Por encargo de la empresas de subtransmisión y en cumplimiento del numeral 4.4 Capitulo II de las Bases del Estudio, la firma Alv & Asociados realizó el "Estudio de Precios de Mercado de Equipos y Materiales de Líneas y Subestaciones de Subtransmisión para el Estudio Tarifario 2010-2014", con el objeto de establecer los precios de materiales y equipos eléctricos utilizados en las instalaciones de sistemas de subtransmisión, de acuerdo con valores de mercado observados al 31 de diciembre de 2009.

A continuación se presenta un resumen de la metodología y resultados de dicho "Estudio de Precios", lo cuales están consignados en el informe final con fecha de marzo de 2010.

1. Metodología

La valorización de equipos y materiales de líneas y subestaciones de subtransmisión se llevó a cabo utilizando el siguiente esquema de trabajo:

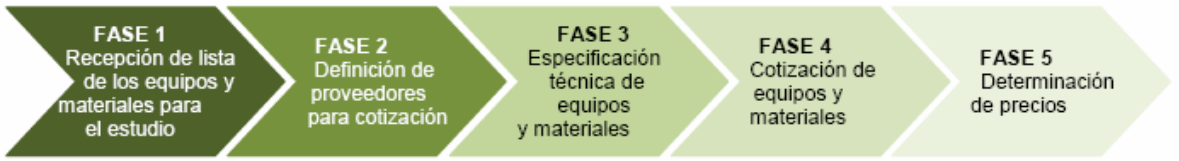


Figura A1.1: Metodología del Estudio de Precios

A. Preparación del Listado de los Equipos y Materiales

A partir de la información suministrada por las empresas participantes en el Estudio se identificaron los principales equipos y elementos que componen las instalaciones de subtransmisión, elaborándose el listado de elementos a cotizar tanto para líneas como para subestaciones. Junto con el listado de elementos se determinaron las cantidades a cotizar, correspondientes al valor promedio de volumen de compra estándar de las empresas. Adicionalmente se prepararon formularios con las principales características técnicas de los equipos y materiales identificados para poder pedir cotización de los mismos.

Para la definición de las características técnicas se utilizaron las especificaciones detalladas disponibles, complementadas con el aporte de las empresas. Todo el procedimiento de trabajo en esta etapa se realizó en coordinación con las empresas de subtransmisión, con el objeto de homogeneizar la información recibida, precisar las especificaciones de los equipos y realizar la homologación de equipos, en caso que los existentes estuvieran descontinuados.

Finalmente se llegó a un listado de elementos agrupados en los siguientes 25 tipos o familias de equipos y materiales:

Elementos de Subestaciones

- Transformadores de Poder: transformadores y autotransformadores.
- Transformadores de Medida: transformadores de corriente y potencial
- Interruptores de Poder: interruptores SF6 y doghouse
- Equipos GIS de Alta Tensión
- Desconectadores: desconectadores de alta y media tensión
- Desconectadores Fusibles
- Reconectadores de Media Tensión
- Condensadores de Acoplamiento
- Celdas de Maniobra de Media Tensión
- Pararrayos
- Transformadores Reguladores
- Condensadores
- Protecciones y Medidores
- Baterías y cargadores de baterías
- Reactores
- Grupos Electrógenos
- Subestaciones Móviles

Elementos de Líneas

- Conductores desnudos: conductores de aluminio, cobre y guardia
- Cables de Poder
- Aisladores y Elementos de fijación del conductor
- Estructuras Metálicas y Postes
- Materiales para Obras Civiles

El listado completo de los equipos y materiales cotizados se puede consultar en el archivo correspondiente adjunto a este documento.

B. Definición de Proveedores y Cotización de Elementos

La definición de los proveedores se hizo con base en información histórica en poder de Alv & Asociados, obtenida de estudios previos de mercado. Esta información se complementó con nuevos oferentes, competidores de los proveedores habituales, y con información de las bases de proveedores de las empresas de subtransmisión para ciertos elementos.

Finalmente se seleccionaron 86 proveedores entre nacionales y extranjeros, los segundos mayoritariamente con representación en Chile. En la siguiente tabla se presenta el listado de proveedores nacionales y extranjeros a los que se pidió cotización de equipos y materiales.

Tabla A1-1: Listado de Proveedores de Equipos y Materiales

ABB	ELPA	PROINSER
AG METAL	FACORO	REPREIN
AGRO ARCE	FINNING	RHONA
AIRCAL	FORESTAL RIO CLARO	ROLEC
AREVA	GALLMAX	RTHO
ARTECHE	GENERAL ELECTRIC	SACK
BAUEN EFACEC	HBSE	SCHAFFNER
BBOSCH	HERREROS Y CIA LTDA.	SCHNEIDER ELECTRIC
BIMEX	HORMIBAL	SEIS BAS
BRAMETAL	HORMISUR	SERTIIC
BRUGG CABLES	INDHERCO	SIEMENS
CARLOS HERRERA	INGELAT	MSCYCLO
CEARCA	JEGAETE	SOCABA
CHILECABLES	LAGOELECTROMECÁNICA	SOLTES
CLAS S.A.	LUREYE	TARANTINO REPRESENTACIONES
COBECER	MADERAS CONCON	TECMA SEL
COCESA	MAESTRANZA PYP	TECNET
COMERCIAL ALCAÍNO LTDA.	MASMADERA	TECNICAB
COMERCIAL ARAGÓN LTDA.	MELON	TECNICABLES
COMERCIAL LIBRA	MITSUBISHI	TECNOMIX
COMPELEC	M EQUIPOS ELÉCTRICOS	TOSHIBA
COMULSA	MUNELEC	TRANSEC
CONVERTEC	NEXANS	TRANSEWORLD
COVISA	PC ELECTRIC	TRENT LTDA
CRT CHILE	PERCH	TUBULAR
CUMMINS	PETIT JEANS	TUSAN
DIPERK	PIMASA	TYCO
EECOL	POLPAICO	WEG CHILE
ELECTROSON	PRODINSA	

Para obtener las cotizaciones de los proveedores seleccionados y obtener los valores del listado de equipos y materiales de líneas y subestaciones, se realizaron las siguientes actividades:

- Creación de un formulario y carta tipo con los antecedentes técnicos para cotizar en forma eficiente los equipos y materiales definidos
- Visita a los diferentes proveedores seleccionados, para la entrega de cartas de solicitud y listado de elementos a cotizar.
- Envío de las solicitudes de precios a los distintos proveedores, vía e-mail, luego de realizada la visita correspondiente.
- Seguimiento a las solicitudes de cotizaciones, incluyendo nuevas visitas personales a proveedores para incentivar su participación.

C. Valores de Equipos y Materiales

Para determinar los valores de los equipos y materiales se consideraron los precios puestos en bodegas del proveedor, incluyendo el pago de permisos aduaneros e internación. Las actividades realizadas en esta etapa fueron las siguientes:

- Procesamiento de los precios unitarios cotizados, para cada tipo de elemento, equipo o material.
- Todas las cotizaciones fueron expresadas en dólares de acuerdo a las paridades con monedas extranjeras durante el mes de diciembre del 2009 entregadas por el Banco Central.
- Se realizó el análisis de los valores obtenidos de las cotizaciones, de modo de asegurar la coherencia de las cifras y que los valores se encuentren dentro de rangos fidedignos y razonables.
- En algunas ocasiones se debió precisar características de los elementos y pedir al proveedor revisión de los datos entregados.

Luego de la obtención de diversas cotizaciones para los distintos equipos eléctricos, se encontraron algunos precios faltantes para equipos de similares características. Es el caso de los transformadores, donde por ejemplo en una cotización correspondería la tensión pero no la potencia requerida. Para el cálculo de precios faltantes, se utilizó la fórmula de Williams, que es válida y de aceptación general en ingeniería de proyectos.

La fórmula utilizada es la siguiente:

$$C_1 = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^n \cdot C_2$$

C_1: Precio elemento 1, a calcular
C_2: Precio conocido elemento 2, con los parámetros más cercanos al elemento 1
P_1: Parámetro elemento 1
P_2: Parámetro elemento 2
n: Factor exponencial, para equipos industriales en general se utiliza 0,5

Los valores estimados fueron calculados aplicando la fórmula anterior, con base en las cotizaciones entregadas por los proveedores, y correspondían a bienes que no tenían precio de cotización para ciertos rangos dentro de la lista entregada por estos. Esta estimación fue calculada para transformadores, cables y postes, a partir de características específicas como los MVA para transformadores, kilogramos de material (Al o Cu dependiendo del cable) para conductores y kilogramos de ruptura en el caso de postes. La fórmula se utilizó en el 8,89% del total de elementos de los cuales se obtuvo cotización.

Se debe tener en cuenta que los valores estimados se utilizaron cuando, en comparación a las cotizaciones restantes, correspondían al mínimo precio, conforme a lo estipulado en las Bases.

Finalmente se utilizaron 33 elementos que fueron elegidos como valores mínimos para el estudio, correspondientes al 8,29% de las cotizaciones.

D. Descuentos por Volumen

Los precios incluidos en el estudio corresponden a valores obtenidos de cotizaciones, en tanto que los precios efectivos de compra sólo pueden ser conocidos al momento de hacerse efectiva una transacción. En general, los precios de venta o de compra no son estáticos al igual que las condiciones de precios de sus componentes y las expectativas de utilidades de los intervinientes, sino que también se ven afectados por aspectos tales como la situación económica del momento, la cantidad de elementos y/o materiales en stock del vendedor, la empresa compradora, los plazos de entrega y el nivel de la competencia entre los oferentes.

Se observó que la mayoría de las diferencias en los precios se producen en los orígenes de los equipos. En general, para elementos de menor valor, los proveedores nacionales logran competir con los extranjeros. En los equipos de mayor valor, los proveedores extranjeros ofrecen el menor precio. Por ello, generalmente los equipos MT de menor precio son de fabricación nacional y los equipos de AT de menor precio son importados.

En general, se obtuvo de los proveedores respuestas respecto a posibilidad de descuentos por volumen, los cuales son considerados en los precios presentados. No es el caso de transformadores, autotransformadores, subestaciones móviles, equipos GIS y conductores, los cuales no tienen descuentos, por ser estos equipos construidos a pedido, o en el caso de conductores, el mercado define el valor del cobre o del aluminio transado.

Para cada uno de los elementos, a excepción de los indicados anteriormente, se puede considerar que el descuento por volumen asciende a un 10% para grupos electrógenos y 3% para el resto de los equipos. Este último valor se determinó con base en las respuestas recibidas por parte de los proveedores, las cuales se encontraban en torno a dicho valor. No todos los proveedores indicaron descuento, pero a todos se les aplicó el 3%.

E. Determinación Final de Precios

De acuerdo con las bases del estudio, se consideró como resultado, el precio mínimo según el resultado de las cotizaciones recibidas. Para el cálculo de los valores obtenidos, primero se obtuvo el valor en dólares, si es que el valor base proveniente directamente de la cotización no estuviese en esa divisa. Luego, se aplicaron los recargos correspondientes, dependiendo de las condiciones de compra, entre las cuales las más utilizadas fueron EXW, FOB y CIF, teniendo en consideración que los valores para ser comparables deben corresponder a valores en las bodegas del proveedor en Chile. Por último, teniendo el valor de los elementos puestos en bodegas del proveedor, se aplicó el descuento por volumen para los equipos y materiales detallados anteriormente.

Recibidas algunas cotizaciones y al realizar la revisión de los precios, para algunos elementos se notó la existencia de precios muy bajos o muy altos a la realidad, de acuerdo con la opinión del consultor. Por tal motivos se decidió, en algunos casos, definir un precio del consultor tomado en consideración como valor mínimo del estudio de precios. Dicha estimación se utilizó para 13 elementos del Estudio.

2. Resultados

Como resultado del estudio de precios se obtuvo el listado de precios para los equipos y materiales de cada uno de las familias de elementos de subestaciones y líneas de subtransmisión anteriormente indicadas, que corresponde al precio mínimo en dólares a diciembre de 2009 calculado de acuerdo con la metodología descrita. La lista completa de precios se encuentra en el archivo correspondiente adjunto a este documento.

Anexo 2: Estudio de Recargos

Se encargó a la firma Ingendesa la realización de los estudios técnicos para determinar los Factores de Recargo a ser utilizados en la valoración de las instalaciones de subtransmisión, atendiendo lo señalado en el Anexo N° 1 numeral 2 de las Bases.

A continuación se resume la metodología seguida y los resultados obtenidos en el "Estudio de Recargos" para la determinación de los recargos aplicables a las obras correspondientes a líneas y subestaciones del SIC-3, consignados en el informe final del estudio.

1. Factores de Recargo

Los factores que se evaluaron en el estudio de recargos para líneas y subestaciones del SIC-3 son los siguientes:

a) Recargo por flete a bodega (FB)

Gastos realizados por la empresa de subtransmisión, por efecto del traslado de los suministros y materiales incorporados a las instalaciones de subtransmisión, desde puerto de llegada (en caso de suministros de origen extranjero) o desde bodegas de proveedor nacional, hasta las bodegas de almacenaje de la empresa de subtransmisión. Se calcula como el cociente entre los costos por flete a bodega y el costo total de adquisición de todos los materiales y equipos destinados a la construcción de las instalaciones de subtransmisión, durante el periodo de tiempo considerado.

b) Recargo por bodegaje (B)

Representa las necesidades reales de adquisición, almacenamiento y transferencia de equipos y materiales destinados a la construcción de instalaciones de subtransmisión. Se consideran rubros tales como: arriendo de bodegas de propiedad de terceros, adquisición de materiales y equipos (personal y otros costos), personal de bodega, transferencias de materiales y equipos entre bodegas de la misma empresa y costos financieros asociados a la permanencia de los equipos y materiales en bodega.

El recargo por bodegaje se calcula como el cociente entre los costos eficientes de bodega y el costo total de adquisición de todos los equipos y materiales destinados a la construcción de instalaciones de subtransmisión en análisis, durante el periodo de tiempo considerado. Se ha establecido un uso eficiente del stock de los materiales en bodega, identificando, evaluando y cuantificando sólo los equipos y materiales que en la práctica son llevados a bodega. Por tanto, no se ha incluido en este recargo aquellos materiales y equipos que pasan directamente a obra.

c) Recargo por flete a obra (FO)

El recargo por flete a obra se calcula como el cociente entre los costos eficientes de flete a obra y el costo total de adquisición de todos los equipos y materiales destinados a la construcción de instalaciones de subtransmisión, durante el periodo de tiempo considerando. Se ha establecido que

los traslados se programan en momentos razonables, sin utilizar los tiempos de desplazamiento de las horas de mayor congestión. Se descontaron los costos de flete a obra en el caso de equipos o materiales retirados por los contratistas de montaje desde bodega.

Dentro de este recargo se ha incluido el costo de adquisición de los bienes muebles e inmuebles que se incrementan con flete, esto es: equipos de bodega y maestranza, equipos de laboratorio, equipos de comunicaciones, equipos de oficina, equipos de computación; y otros bienes muebles e inmuebles.

d) Recargo por ingeniería (Ing)

Los costos de ingeniería se componen de la ingeniería de obras contratada con terceros y los estudios y asesorías de proyectos de subtransmisión contratado con terceros. El recargo por ingeniería se determina como el cociente entre los costos de ingeniería considerados y el costo total de instalaciones de subtransmisión, incluidos costos de adquisición, fletes, bodegajes y montaje, construidos durante el periodo de tiempo definido. Los costos de ingeniería se eliminaron en los ítems de montaje o cualquier otro ítem a fin de evitar duplicidad de costos.

e) Recargo por gastos generales (Gg)

Los gastos generales en la construcción de las obras de subtransmisión, están compuestos por ítems tales como a administración de obras contratada a terceros y otros gastos de administración de obras distintos a los anteriores. El recargo por gastos generales se determina como el cociente entre los costos eficientes de gastos generales y el costo total de instalaciones de subtransmisión, incluidos costos de adquisición, fletes, bodegajes y montaje, construidos durante el periodo de tiempo definido. Los gastos generales se eliminaron en los ítems de montaje o cualquier otro ítem a fin de evitar duplicidad de costos.

Como se determina en las Bases, el costo total de las instalaciones puestas y habilitadas en terreno está compuesto mediante la siguiente expresión:

$$Instalaciones = \{[Cu \cdot (1 + FB + B + FO) + MO] \cdot (1 + Ing + Gg) + T\} \cdot (1 + Int) + BI + CE$$

Para el cálculo de los factores de recargo se utilizaron valores estimados de *Cu y Mo*. Los costos *Cu* de los materiales requeridos para los proyectos de líneas y subestaciones de subtransmisión considerados en este estudio se obtuvieron de las bases de datos de Ingendesa o de otras fuentes de información. Para establecer los costos de montaje *Mo* se consideraron los costos de personal propio y de contratistas, costos de inspección técnica de obras, costos de supervisión, costos de obras civiles y otros costos de construcción.

2. Recargos de Líneas de Subtransmisión

Para desarrollar el estudio de recargos se escogió una muestra de proyectos de líneas que conforman el anillo de subtransmisión del SIC-3 con el propósito de reflejar lo mejor posible las características

de una línea "típica" de este anillo tanto en el nivel de 220 kV como 110 kV. Para tal efecto se hizo una selección de líneas del anillo por medio de la sección promedio del conductor. El resultado obtenido fue de una sección media de 640 mm^2 para líneas de 110 kV y de 975 mm^2 para las líneas de 220 kV. Las líneas que se aproximaban de mejor manera a la sección promedio fueron las siguientes:

- Línea 2x220 kV Polpaico – El Salto
- Línea 2x220 kV Alto Jahuel – Los Almendros
- Línea 2x110 kV Ochagavía – Florida
- Línea 2x110 kV Buin – Florida
- Línea 2x110 kV El Salto – San Cristobal

Los anteriores proyectos de líneas de subtransmisión "tipo" están ubicados en la Región Metropolitana, tanto en la periferia como en sectores poblados. En la figura A2.1 se puede apreciar la localización geográfica de estas obras.

Para los proyectos señalados se calcularon los distintos factores de recargo antes indicados. A modo esquemático, en la figura A2.2 se muestra un resumen de las distintas etapas de un proyecto de línea de subtransmisión, que van desde la compra de los suministros hasta el montaje y construcción de las obras, incluyendo la ingeniería; indicando en qué etapa del proyecto se aplica el factor de recargo específico.

En general, en los proyectos típicos de líneas de transmisión, las empresas no participan en la adquisición de los materiales, sino que licitan el proyecto completo a los contratistas de construcción. En el caso de las empresas de subtransmisión del SIC-3, sólo se licita la construcción y montaje de las obras a terceros así como la ingeniería; mientras que la adquisición de los suministros es responsabilidad de las empresas. Esta diferenciación tiene implicaciones al momento de definir el concepto de bodegaje.

A continuación se presentan los criterios y metodologías usados para determinar cada uno de los factores de cálculo:

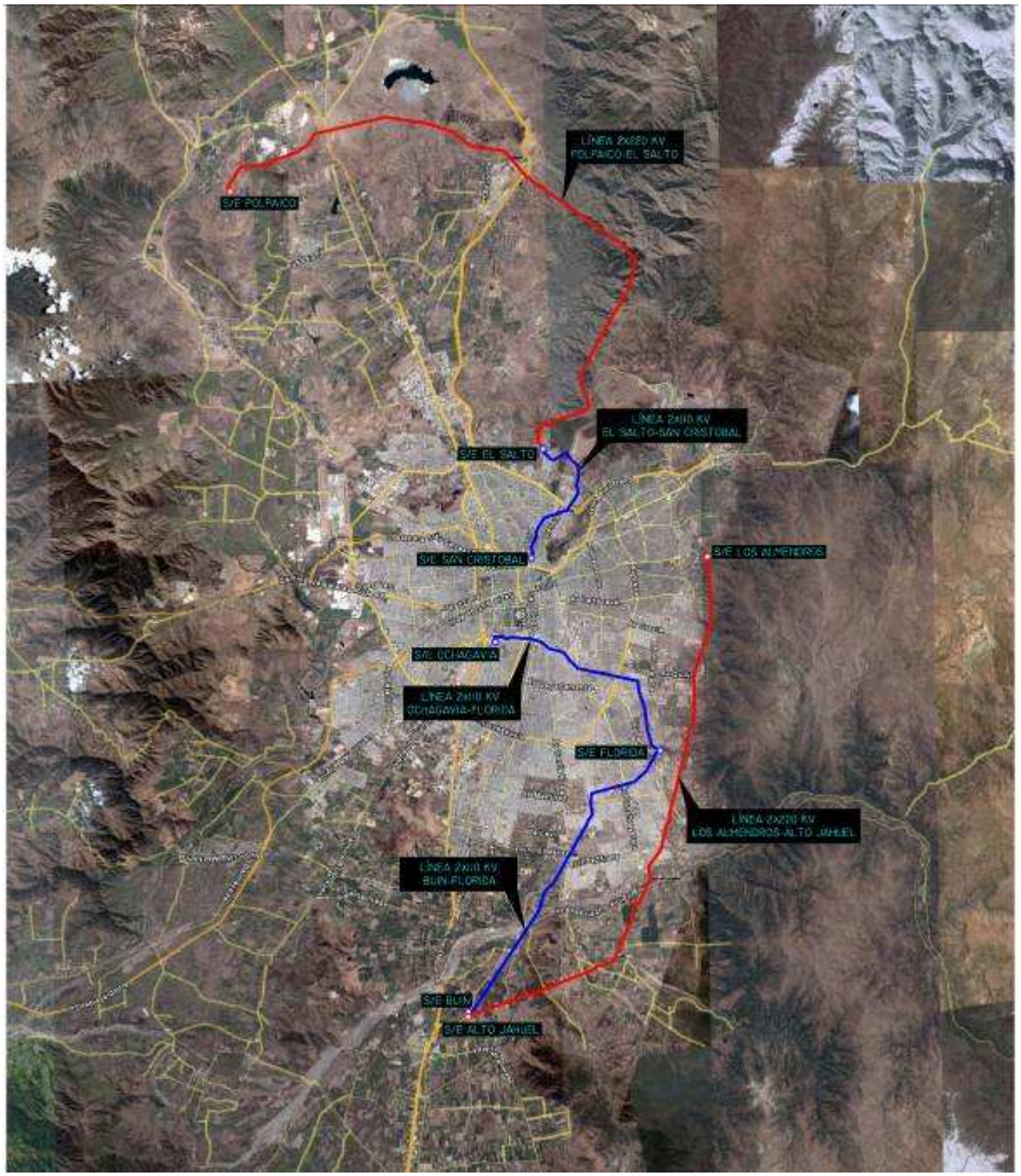


Figura A2.1: Ubicación geográfica de las obras

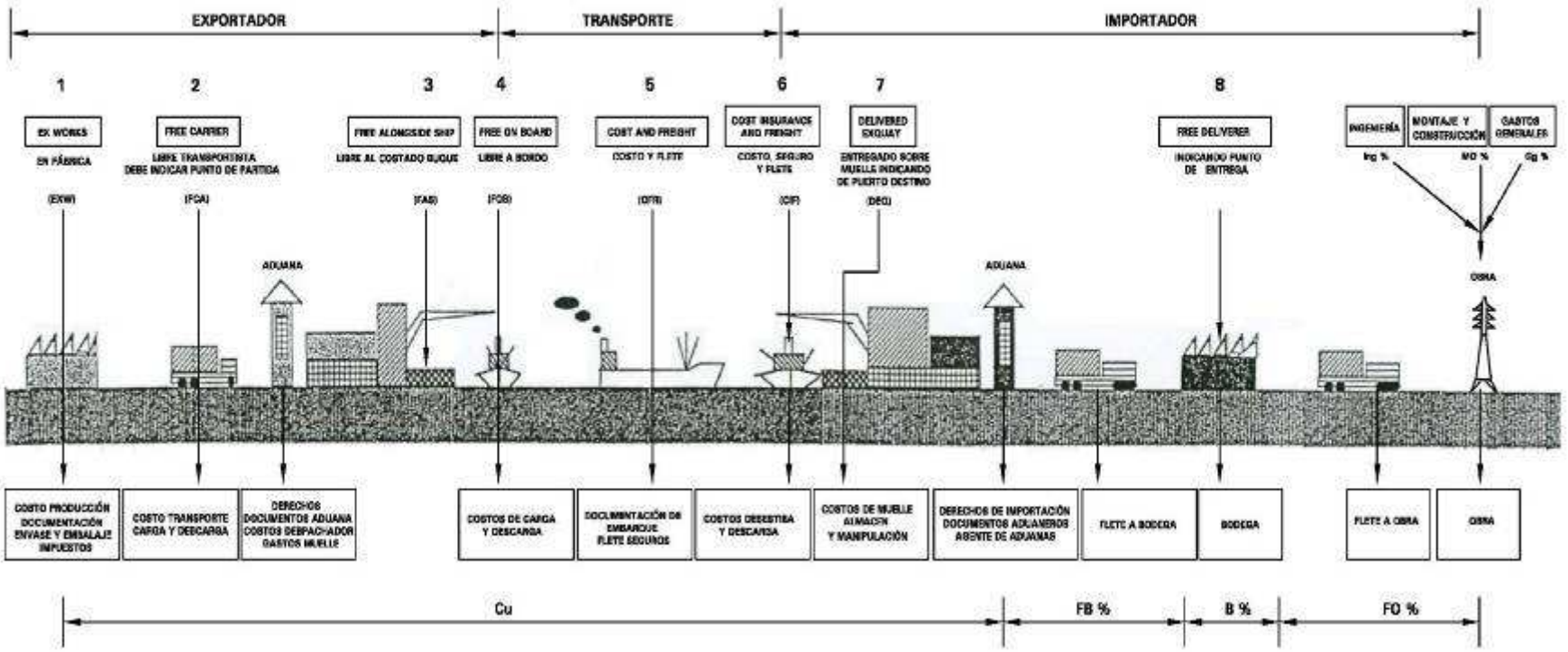


Figura A2.2: Esquema de aplicación de los factores de recargo

A. Costo de los Suministros Cu

Como costos de suministro requeridos para materializar en obra los proyectos tipo que forman parte de este estudio, se consideró información de la base de datos de Ingendesa, consulta directa con empresas constructoras de líneas y cotización con proveedores. Se consultó, entre otros, obras de envergadura similar realizadas en los últimos dos años, más los factores de actualización correspondientes (inflación, precios actualizados de los metales, etc.) para disponer costos de suministros adecuados.

De esta manera se estimaron los costos de suministro más relevantes para las líneas de subtransmisión, puestos fuera de aduana en el caso de suministros extranjero y sobre los camiones que transportan los materiales a bodega, como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla A2.1 – Precio unitario de suministros de líneas

Descripción	Unidad	Precio Unitario [US$]
Perfiles Estructurales	kg	3,6
Estructuras Tubulares	kg	3,5
Conductor AAAC 315 mm^2	km	2.700
Conductor AAAC 330 mm^2	km	2.800
Conductor AAAC 400 mm^2	km	3.400
Conductor AAAC 633 mm^2	km	5.300
Cable Fibra Óptica OPGW	km	4.000
Cable Acero Galvanizado E.H.S. 3/8”	km	1.000
Cable Acero Galvanizado E.H.S. 5/16”	km	700
Aislador Polimérico de 220 kV	c/u	161,5
Aislador Polimérico de 110 kV	c/u	87,4
Aislador de Vidrio	c/u	17,5
Aislador de Porcelana	c/u	23,6
Amortiguadores tipo Stockbridge	c/u	30
Cajas de Empalme Fibra Óptica	c/u	1.000

Las cantidades de los distintos materiales se determinaron en base a los proyectos de ingeniería que se disponían para las líneas de 220 kV. En el caso de las líneas de 110 kV, se utilizaron cubicaciones entregadas por las empresas de subtransmisión. Con base en dichas cantidades y los costos unitarios se calcularon los costos totales de los suministros por tipo de proyecto de línea.

Es importante señalar que las cantidades requeridas de conductor aéreo por cada tramo de línea no son exactamente iguales a la longitud del trazado del tramo, debido a la curvatura que presenta el tendido de los conductores y un porcentaje adicional para la fijación en los extremos. Con base en un estudio previo preparado por Ingendesa se estableció que el factor medio de incremento de

longitud del conductor sobre la distancia horizontal de recorrido es de 4% para líneas aéreas y de 4.5% para cables subterráneos.

B. Costos de Flete a Bodega (FB)

En este punto se determinaron los costos asociados a los fletes necesarios para el traslado de los suministros desde el puerto de llegada de los materiales, en caso de que provengan del extranjero, o desde la bodega del proveedor en caso de tratarse de un material de origen nacional. Para la determinación de estos costos se estableció para cada proyecto lo siguiente: origen de los suministros (nacional o extranjero); puerto de llegada de los suministros, o ciudad de Chile donde se entrega el material; pesos y/o volúmenes de los materiales, incluyendo su embalaje; tonelajes requeridos para los camiones que transportarán los materiales y costo por viaje realizado por los camiones.

En primer lugar se determinó la forma de embalaje para cada tipo de suministro. Como ejemplo, para los proyectos de líneas de subtransmisión los carretes de conductor de aleación de aluminio se suministran en longitudes típicas de 2.000 m. En base a este dato y a los pesos unitarios (kg/m) de los conductores, es posible definir los pesos de los carretes requeridos, como se indica en el siguiente cuadro:

Tabla A2.2 – Dimensiones y pesos de carretes de conductor

Conductor Aleación de Aluminio	Dimensiones AxBxC	Peso conductor en el carrete [kg]	Peso del carrete [kg]
315 mm^2	66” x 34” x 30”	1.730	160
330 mm^2	66” x 34” x 30”	1.820	160
400 mm^2	72” x 37” x 32”	2.136	200
633 mm^2	82” x 37” x 32”	3.490	350

En función de lo anterior y del peso neto de los suministros, se calculó el peso de los embalajes. Los pesos netos de los suministros fueron determinados de acuerdo con lo indicado en los planos de ingeniería, catálogos u otra información técnica.

Como ilustración, a continuación se presentan los pesos netos de los materiales y la estimación del peso y volumen del embalaje correspondiente a la línea Polpaico – El Salto:

Tabla A2.3 – Peso de suministros Línea Polpaico – El Salto 220 kV

Línea 2x220 kV Polpaico – EL Salto				
Material	**Peso Neto [kg]**	**Peso Embalaje [kg]**	**No. de Embalajes**	**Peso Bruto [kg]**
Estructuras	2.213.643	22.136	---	2.235.779
Conductor AAAC 633 mm^2	1.085.333	108.850	311 carretes	1.194.183
Cable de Guardia OPGW	29.272	2.600	13 carretes	31.872
Cable de Guardia Acero 3/8” EHS	6.088	536	8 carretes	6.624

Línea 2x220 kV Polpaico – EL Salto				
Material	**Peso Neto [kg]**	**Peso Embalaje [kg]**	**No. de Embalajes**	**Peso Bruto [kg]**
Aisladores Poliméricos	22.887	5.400	54 cajas	28.287
Ferretería y Accesorios	88.800	15.240	254 cajas	104.040
Varios	10.896	109	---	11.005

Posteriormente se evaluó el costo de transporte a bodega que corresponde al pago de los vehículos de carga utilizados en esta faena. Los fletes desde puerto (o desde bodega del proveedor, en caso de suministro nacional) a bodega, se realizan en camiones de 25 toneladas como máximo. Por otra parte, los proyectos considerados se encuentran localizados todos en la Región Metropolitana (RM), lo que permite definir que el puerto de arribo de los suministros de las líneas es Valparaíso, y las bodegas y faenas se encuentran también en la RM. Las empresas transportadoras cobran por viaje efectivamente realizado, con los posibles recargos en caso de atraso de los embarques. A continuación se presenta el costo promedio de traslado por viaje (en pesos chilenos), con base en información de empresas de transporte.

Tabla A2.4 – Costo de flete a bodega ($/viaje)

10 Ton		20 Ton		25 Ton	
Valpo - Stgo	**Stgo**	**Valpo - Stgo**	**Stgo**	**Valpo - Stgo**	**Stgo**
239.488	130.424	278.656	162.506	304.093	172.550

La cantidad de viajes requeridos para trasladar los materiales hasta la bodega se determinó de acuerdo con los tonelajes requeridos repartidos en los camiones que correspondan. A los costos de transportes así considerados se agregaron los costos por gestión y administración de fletes, estimados como un 15% del costo total por administración de fletes y bodegajes como se explica más adelante.

C. Costos de Bodega (B)

Las líneas de subtransmisión son obras que se ejecutan en el largo plazo, y que son el resultado de estudios y planificación del sistema eléctrico. Por otra parte, las características de estos proyectos son en general muy específicas y no aplicables a cualquier otro proyecto. Lo anterior significa que generalmente no se dispone de una bodega permanente con materiales en stock asociados a estos proyectos, por lo que los suministros son adquiridos específicamente para cada proyecto y se debe proceder a arrendar bodegas para la obra en cuestión. El tiempo considerado para este tipo bodegaje no es extenso, asumiendo que los proyectos deben ser ejecutados prontamente desde la adquisición de los suministros, o se incurrirían en gastos adicionales por el material inmovilizado.

En el caso de las empresas de subtransmisión, éstas se encargan de la adquisición de los materiales. Por tanto es importante disponer de todos los suministros antes que el contratista inicie las faenas de construcción de una línea, ya que de otro modo cualquier retraso en los suministros impactaría el

desarrollo de las obras. Por tanto se asume el requerimiento de contar con bodegas intermedias para almacenar los suministros un tiempo limitado durante el período de construcción, las cuales se toman en arriendo.

Para estimar los requerimientos de bodegaje, como primera medida se determinó la superficie ocupada por los suministros de cada proyecto tipo, con base en las cantidades de suministro, los detalles de embalaje y criterios definidos para el almacenamiento. Luego se procedió a estimar el tiempo de bodegaje requerido para los suministros. Inicialmente se tomó la programación del tiempo de fabricación de los suministros, de manera que el arriendo de bodegas comience para la fecha de arribo del primer tipo de suministro. El tiempo de arriendo debe coordinarse con la programación de las obras de construcción y el traslado de suministros a la obra.

Se asumió que la licitación de las obras se realiza de manera que el arribo del último tipo de suministro coincida con la adjudicación a un contratista específico. De esta manera, se estima que al tiempo de bodegaje entre el último y primer suministro, se le debe agregar el tiempo necesario para que el contratista movilice a su personal, y levante las instalaciones de faena. Este tiempo adicional dependerá de la magnitud de la obra. El siguiente cuadro muestra el tiempo total de bodegaje estimado para cada proyecto tipo.

Tabla A2.5 – Tiempo de bodegaje

Proyecto	T_1 [meses]	T_2 [meses]	Tiempo Total Bodegaje [meses]
Línea 2x220 kV Polpaico – El Salto	5,0	2,0	7,0
Línea 2x220 kV Alto Jahuel – Los Almendros	3,5	2,0	5,5
Línea 2x110 kV Ochagavía - Florida	3,0	1,5	4,5
Línea 2x110 kV Buin - Florida	3,0	1,5	4,5
Línea 2x110 kV El Salto – San Cristóbal	2,0	1,0	3,0

T1: Tiempo estimado transcurrido entre el arribo del último y primer tipo de suministro
T2: Tiempo requerido por el contratista de construcción para montar instalación de faenas y trasladar los suministros a obra

Con los datos anteriores se obtuvieron los costos de bodegaje por tiempo y superficie utilizada. A esto se sumaron los costos estimados de carga y descarga de suministros y por administración de bodegaje para obtener los costos totales de bodegaje.

En razón de la práctica habitual de las empresas de subtransmisión del SIC-3, para el rubro de costo de administración de bodegaje y fletes se consideró el costo de una organización encargada de coordinar los suministros con los servicios de bodega intermedia en la ciudad de Santiago y posterior entrega en terreno al contratista de obra, durante el tiempo indicado en la Tabla A2.5. El costo estimado para los gastos de administración y generales de bodegaje y fletes fue de USD $11.550 al mes. Dicho costo total de administración de fletes y bodegajes se asignó en un 70% a bodegaje, 15% a flete a bodega y un 15% a flete de obra.

D. Costos de Flete a Obra (FO)

Estos costos dependen de la cantidad de viajes de los camiones de 25, 20 y 10 toneladas requeridos para transportar los suministros a la instalación de faena del contratista. Esta cantidad de viajes es igual a los viajes determinados para calcular los Costos de Flete a Bodega, con la diferencia es que el valor del camión corresponde al flete dentro de la Región Metropolitana. Igualmente, tal como se procedió en la estimación del Flete a Bodega, al costo de traslado de suministro a la obra se adicionó el 15% del costo de administración de fletes y bodegajes, descrito en el punto anterior.

E. Costos de Montaje (MO)

Los Costos de Montaje *MO* corresponden a los costos de montaje y construcción de las obras y de la inspección técnica de las obras (ITO).

Para la determinación de costos de montaje y construcción de las obras se obtuvo de las empresas de subtransmisión las cubicaciones de construcción de las líneas tales como tareas de construcción y montaje y cantidades de obra. Para cada partida se estimó el precio del contratista utilizando listados de baremos de construcción de las empresas para el 2009, y los bancos de datos de precios unitarios de construcción y montaje de Ingendesa actualizados a diciembre de 2009. En los presupuestos de montaje y construcción se incluyó lo correspondiente a Gastos Generales, Imprevistos y Utilidades del contratista que ejecuta las obras, los cuales se prorratearon en los diferentes ítems de los presupuestos de obras.

Los siguientes son los ítems principales que se consideraron como parte del montaje y construcción de las obras en una línea de subtransmisión:

- Instalación de faenas
- Replanteo de las estructuras
- Caminos de acceso
- Roce y despeje de la franja de servidumbre
- Fundaciones de las estructuras: excavaciones, molduras, hormigón, armaduras (fierros), rellenos.
- Montaje de las estructuras metálicas
- Malla de puesta a tierra
- Instalación de conductores: montaje de aisladores, elementos de sujeción y tendido de conductores.
- Remates: pintura, placas, protecciones.

La inspección técnica de las obras se consideró labor de una organización establecida en el lugar de las obras, y que está orientada, entre otros, a tomar las acciones oportunas para mejorar y/o corregir las desviaciones de las actividades de construcción y montaje que se puedan producir. Esto con la finalidad de que la obra se lleve a cabo dentro de los plazos y costos establecidos, y al mismo tiempo, que se cumpla con los estándares de calidad y seguridad definidos en el contrato de

construcción y montaje. En la inspección técnica debe verificarse el cumplimiento de todos los aspectos administrativos y la ejecución conforme a las especificaciones técnicas y planos de diseño de las obras.

Los costos de inspección técnicas de las obras corresponde a los costos de los recursos humanos y los equipos y materiales empleados por la organización durante los plazos estimados en que se realizan las labores de inspección. Se estableció una organización de inspección de 12 personas encabezadas por un inspector residente, con oficinas ubicadas en el sitio de las faenas. Finalmente, determinados los costos de montaje y construcción de las obras, y los costos de la Inspección Técnica de las Obras (ITO), se obtuvieron los valores totales asociados al ítem Montaje (MO).

F. Costos de Ingeniería (Ing)

Para determinar los costos de ingeniería asociados a los proyectos de líneas de subtransmisión, se identificaron las actividades principales de ingeniería que se requieren para llevar a cabo los proyectos, en función de la experiencia de Ingendesa en el diseño y desarrollo de este tipo de obras. A cada actividad se asignó una cantidad de horas de los distintos tipos de especialistas que participan en el diseño, junto con un costo por hora asociado. Adicionalmente, se estimaron los gastos directos y de subcontratos que muchas veces son necesarios en el desarrollo de los servicios de ingeniería. Un ejemplo de un gasto directo es el arriendo de camionetas; por su parte los subcontratos se asocian a contratación de especialistas muy específicos y que generalmente no forman parte del staff permanente de ingeniería, como por ejemplo, apoyo de un meteorólogo para determinar las características climatológicas del trazado de una línea.

En general, en el diseño de una línea de subtransmisión, los costos de ingeniería de mayor relevancia se concentran en la realización de los estudios topográficos, en el diseño de las estructuras y en la inspección en fábrica de los suministros. La primera actividad depende de la longitud de la línea, y tiene asociado una gran cantidad de gastos directos ya que requiere un apoyo de equipamiento topográfico, vehículos, caballos o mulares en ciertos casos, alojamiento, etc. En el caso de los diseños de estructuras, se requiere la participación de variados especialistas (estructurales, mecánicos de suelos, dibujantes, etc.) para emitir los planos de diseño y fabricación de las estructuras, que se estiman entre 15 a 20 planos por tipo de estructura. Por último, la inspección de los suministros, especialmente en los proyectos de mayor envergadura, presenta una gran cantidad de gastos asociados, debido a que la mayoría de estos suministros son de origen extranjero, lo que significa que los especialistas encargados de la inspección, deben incurrir en gastos tales como pasajes aéreos, alojamiento en hoteles, alimentación, traslado desde hotel a fábrica, etc.

Respecto a los tipos de especialistas empleados, se consideraron las categorías típicas utilizadas por Ingendesa para evaluar los costos de ingeniería y su costo por hora, como se muestra en la Tabla A2.6. Con base en los valores anteriores y considerando el detalle de las actividades de ingeniería para cada uno de los proyectos tipo de líneas de subtransmisión, se obtuvo el costo de ingeniería de cada proyecto.

Tabla A2.6 – Personal de ingeniería

Sigla	Cargo	UF/hh
JE	Jefe de Especialidad	2,33
JGE	Jefe Grupo de Especialidad	1,84
IS	Ingeniero Senior	1,84
IE	Ingeniero Especialista	1,53
IC	Ingeniero Coordinador	1,53
IDP	Ingeniero de Proyectos	1,13
IP	Ingeniero Proyectista	0,88
IJ	Ingeniero Junior	0,66
PS	Proyectista Senior	1,13
PC	Proyectista Coordinador	0,8
PD	Proyectista Diseñador	0,66
PJ	Proyectista Junior	0,57
EAS	Especialista Ambiental Senior	1,01
EAC	Especialista Ambiental Coordinador	0,88
EA	Especialista Ambiental	0,66
EAJ	Especialista Ambiental Junior	0,57
AS	Arquitecto Senior	1,53
AD	Arquitecto Diseñador	0,88
AJ	Arquitecto Junior	0,66
EG	Especialista en Geomensura	0,8
T	Topógrafo	0,57
DE	Dibujante Experto	0,57
D	Dibujante	0,46
DJ	Dibujante Junior	0,3
CD	Controlista Documental	0,23
S	Secretaria	0,23
AT	Auxiliar Técnico	0,17

G. Gastos Generales (Gg)

Por último se calcularon los gastos generales asociados a los proyectos de líneas de subtransmisión, para los cual se consideraron los siguientes conceptos:

(1) Gastos Generales de Administración del Propietario

Corresponden a los gastos de administración del propietario del proyecto. Según los criterios utilizados por Ingendesa en la evaluación de proyectos eléctricos de las características de las obras consideradas en este estudio, la cifra para esta partida varía entre 2% a 3% de la suma de los costos de los suministros de materiales incorporados y los costos de montaje y construcción de las obras.

Entre los gastos de la administración del propietario imputables al proyecto se cuentan los siguientes: gastos de oficinas centrales imputables al proyecto, gastos de estudio de proyectos, costos de personal administrativo que tiene relación parcial o permanente con el proyecto, gastos de presentaciones, informes técnicos e informes financieros y visitas a terreno. Para el cálculo de los

gastos de administración de los proyecto de líneas de subtransmisión se adoptó un factor de experiencia de 3% de los costos de suministro, montaje y construcción.

(2) Gastos de Gestión de Constitución de las Servidumbres

Considera la gestión y negociación con los propietarios afectados por el trazado de la línea, llevado a cabo por personal experimentado con capacidad para llegar a acuerdos; no se considera el pago por indemnizaciones, sino más bien la gestión para llegar a un acuerdo económico. Para la obtención de las servidumbres se debe tener pleno conocimiento de la zona a negociar. Para esto, es necesario disponer de los planos de planta general del trazado de la línea, y planos individuales por propiedad (preparados en base a la información disponible del estudio topográfico) y realizar estudios previos sobre los valores aproximados de los terrenos en la zona afectada.

El procedimiento de gestión de las servidumbres incluye la individualización y lugar de ubicación de los propietarios, solicitud de entrevistas y autorización de ingreso a los predios, explicación del proyecto con indicación especial de las zonas afectadas, estudio económico detallado de la servidumbre y estimación de los daños que se causarán a las propiedades, propuesta económica a los propietarios, negociación, firma de acuerdo, constitución de escritura de servidumbre, pago de indemnización, inscripción de la servidumbre en la oficina de Bienes Raíces correspondientes, pago de derechos notariales, inscripciones e impuestos.

El costo de las actividades de gestión de las servidumbres se estimó directamente con base en información aportada por un negociador experimentado. El costo respectivo para cada proyecto tipo de líneas de subtransmisión se calculó teniendo en cuenta la cantidad de propietarios en cada caso.

(3) Gastos de Gestión de Constitución de Concesión Eléctrica

La Concesión es el acto administrativo requerido para instalar líneas de transporte de alta tensión ocupando en su trazado bienes nacionales de uso público o bienes privados. En lo que respecta a la transmisión de energía eléctrica, la legislación no exige imperativamente la existencia de una concesión para transportar energía, siendo sin embargo, útil contar con un título concesional a efectos de lograr en forma expedita la ocupación del suelo ajeno y la imposición de las servidumbres.

Las etapas para la obtención de la concesión definitiva de una línea de transmisión, son las siguientes: solicitud de concesión, publicación de solicitud, notificación de los planos, observaciones y oposiciones de los afectados, informe de la SEC, decreto de concesión. Para estimar los costos de las actividades necesarias para obtener la Concesión eléctrica de los proyectos de líneas de subtransmisión considerados, se realizó una consulta a empresas transmisoras que generalmente deben realizar este trámite, y también se contactaron asesores especialistas en estos temas.

(4) Gastos de Obras de Mitigación Ambiental

Comprenden todas aquellas faenas constructivas que deben ejecutarse, producto de los requerimientos impuestos por la autoridad medioambiental, e informados en la Resolución de la Calificación Ambiental (RCA) del proyecto en estudio. En efecto, las COREMA presentan los impactos ambientales más relevantes del proyecto, haciendo obligatoria ciertas actividades y dictando una guía técnica de la ejecución del proyecto. Dentro de estas actividades, se informan de aquellas obras necesarias y obligatorias que permitan disminuir los impactos del proyecto en todo lo referente a flora, fauna, aspectos culturales, asentamientos humanos, arqueología, etc.

En la fase de evaluación de un proyecto no es fácil establecer con precisión el costo de las obras de mitigación ambiental. Para efectos de este estudio, de manera de disponer de datos reales, se consultó con la empresa Transelec respecto a la estimación inicial de los costos de mitigación. En función de los costos de líneas realizados por dicha empresa en los últimos años, las obras de mitigación ambiental se encuentran en un rango de un 5% a 7% del monto asociado a la construcción del proyecto (sin inspección técnica de las obras). En efecto, el ítem de Construcción corresponde al que afecta directamente el entorno, lo cual justifica su uso como base de las estimaciones. En consecuencia para calcular los costos de las obras de mitigación ambiental se utilizó un factor de 5% para proyectos de líneas de subtransmisión.

3. Resultados Finales de Líneas de Subtransmisión

En función de los distintos costos calculados y justificados en este Estudio Técnico, se procedió a determinar los distintos factores de recargo, utilizando las siguientes fórmulas de cálculo:

- Recargo por Flete a Bodega (FB): $FB = \frac{US\$FB}{US\$C_U}$
- Recargo por Bodegaje (B): $B = \frac{US\$B}{US\$C_U}$
- Recargo por Flete a Obra (FO): $FO = \frac{US\$FO}{US\$C_U}$
- Recargo por Ingeniería (Ing): $Ing = \frac{US\$Ing}{(US\$C_U + US\$FB + US\$B + US\$FO + US\$MO)}$
- Recargo Gastos Generales (Gg): $Gg = \frac{US\$Gg}{(US\$C_U + US\$FB + US\$B + US\$FO + US\$MO)}$

Aplicando las fórmulas anteriores se obtuvieron los siguientes factores de recargo para cada uno de los proyectos "tipo" de línea de subtransmisión considerados:

Tabla A2.7 – Factores de recargo por proyecto

Proyecto	Flete a Bodega (FB) [p.u]	Bodega (B) [p.u]	Flete a Obra (FO) [p.u]	Ingeniería (Ing) [p.u]	Gastos Generales (Gg)[p.u]
Línea 2x220 kV Polpaico – El Salto	0,00798	0,02231	0,00495	0,04307	0,05115
Línea 2x220 kV Alto Jahuel – Los Almendros	0,00928	0,02231	0,00612	0,04521	0,07733
Línea 2x110 kV Ochagavía - Florida	0,01063	0,02514	0,00734	0,07708	0,07539
Línea 2x110 kV Buin - Florida	0,01179	0,02381	0,00787	0,06982	0,07854
Línea 2x110 kV El Salto – San Cristóbal	0,01157	0,02361	0,00814	0.09160	0,07076

Finalmente se procedió a sumar los montos de Suministros, Flete a Bodega, Bodega, Flete a Obra, Montaje, Ingeniería y Gastos Generales, de manera de calcular los recargos representativos ponderados en base a estos montos globales. Los resultados finales se presentan a continuación:

Tabla A2.8 – Factores de recargo para líneas de subtransmisión

	Flete a Bodega (FB) [p.u]	Bodega (B) [p.u]	Flete a Obra (FO) [p.u]	Ingeniería (Ing) [p.u]	Gastos Generales (Gg)[p.u]
Factores de Recargo	0,00922	0,02310	0,00600	0,05421	0,06500

4. Recargos de Subestaciones de Subtransmisión

Para desarrollar el estudio de recargos se escogió una muestra de proyectos de subestaciones que conforman el SIC-3, y que reflejan lo mejor posible, las características de una subestación "tipica" de este sistema, tanto en el nivel de 220/110 kV (AT/AT) como 110/23-12 kV (AT/MT). Para tal efecto, se analizó la base de datos del SIC-3, y se seleccionaron las subestaciones por capacidad instalada "promedio" en MVA. El resultado obtenido para las subestaciones AT/AT corresponde a un banco de transformadores de 400 MVA, mientras que para las subestaciones AT/MT, el promedio es de tres transformadores con una capacidad de 101 MVA. Las instalaciones que califican dentro de estos criterios, son las siguientes:

- Subestación El Salto AT/AT (220/110/34,5 kV)
- Subestación La Cisterna AT/MT (110/12 kV)
- Subestación Lo Valledor AT/MT (110/12 kV)
- Subestación Los Dominicos AT/MT (110/12 kV)
- Subestación Recoleta AT/MT (110/12 kV)

Los anteriores proyectos "tipo" de subestaciones eléctricas están ubicadas en la Región Metropolitana. En la figura A2.3 se puede apreciar la localización geográfica de estas obras.

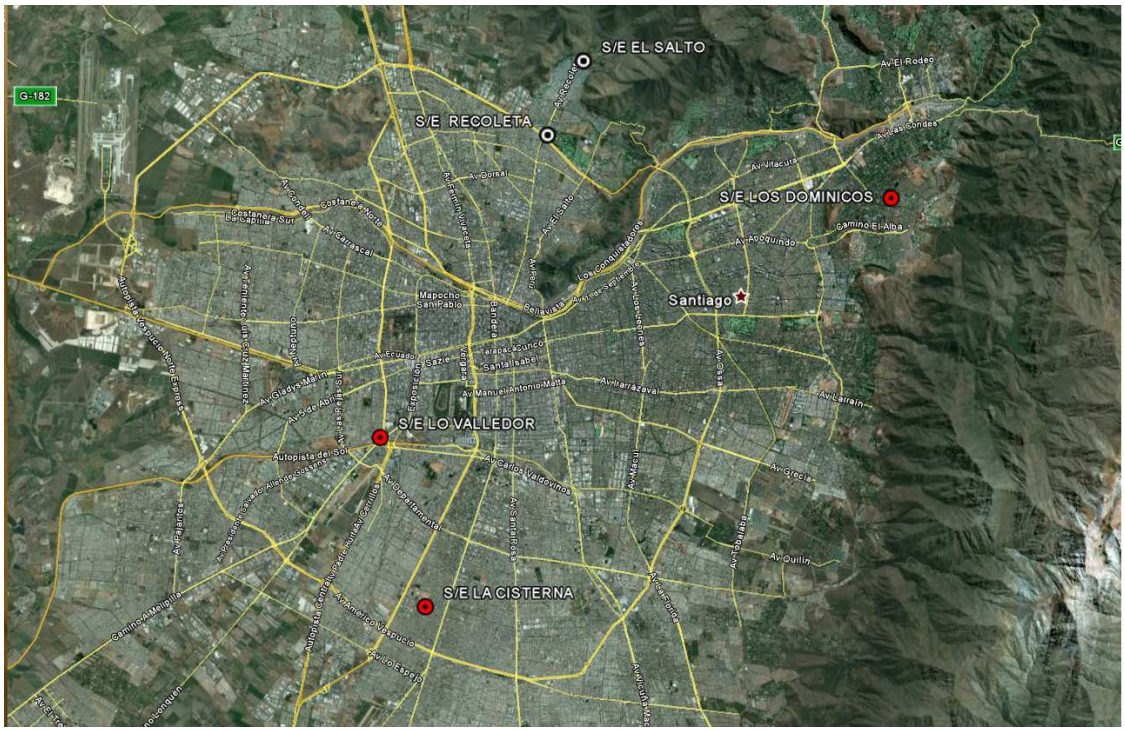


Figura A2.3: Ubicación geográfica de las Subestaciones

Para los proyectos señalados se calcularon los distintos factores de recargo indicados en la sección 1 del presente anexo. De manera esquemática, en la figura A2.4 se muestra un resumen de las distintas etapas de un proyecto de subestación, que van desde la compra de los suministros hasta el montaje y construcción de las obras, incluyendo la ingeniería; indicando en qué etapa del proyecto se aplica el factor de recargo específico.

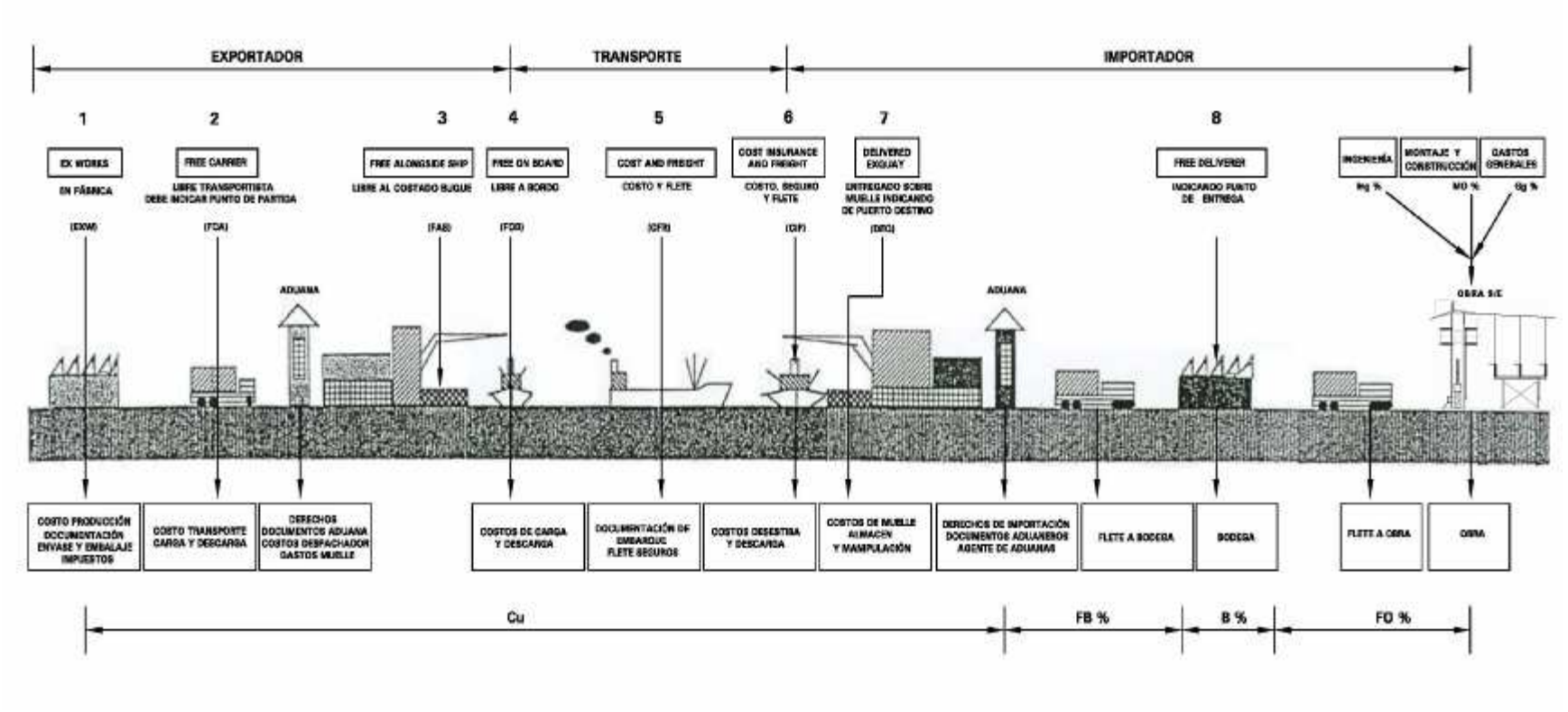


Figura A2.4: Esquema de aplicación de los factores de recargo para Subestaciones

En los proyectos típicos de subestaciones, las empresas no participan en la adquisición de los materiales, sino que licitan el proyecto completo, delegando la responsabilidad del suministro al contratista. En el caso del SIC-3, sólo se licita la construcción y montaje de las obras a terceros así como la ingeniería, siendo la adquisición de los suministros responsabilidad directa de las empresas. Esta diferenciación tiene implicaciones al momento de definir el concepto de bodegaje.

A continuación se presentan los criterios y metodologías usados para determinar cada uno de los factores de cálculo:

A. Costo de los Suministros Cu

Como costos de suministro requeridos para materializar en obra los proyectos tipo que forman parte de este estudio, se consideró información de la base de datos de Ingendesa, consulta directa con empresas constructoras de líneas y cotización con proveedores. Se consultó, entre otros, obras de envergadura similar realizadas en los últimos dos años, más los factores de actualización correspondientes (inflación, precios actualizados de los metales, etc.) para disponer costos de suministros adecuados.

Las cantidades de los distintos materiales se determinaron a partir de planos de ingeniería disponibles, de visitas a terreno realizadas a las subestaciones tipo, y utilizando las cubicaciones entregadas por las empresas de subtransmisión. En la siguiente tabla se indica el resumen de los costos de los suministros para cada una de las subestaciones tipo:

Tabla A2.9 – Costos de suministros

Proyecto	Total Suministros [US$]
S/E El Salto	8.226.397
S/E La Cisterna	4.938.267
S/E Lo Valledor	5.172.814
S/E Los Dominicos	4.317.259
S/E Recoleta	5.547.027

B. Costos de Flete a Bodega (FB)

En este punto se determinaron los costos asociados a los fletes necesarios para el traslado de los suministros desde el puerto de llegada de los materiales, en caso de que provengan del extranjero, o desde la bodega del proveedor en caso de tratarse de un material de origen nacional. Para la determinación de estos costos se estableció para cada proyecto lo siguiente: origen de los suministros (nacional o extranjero); puerto de llegada de los suministros, o ciudad de Chile donde se entrega el material; pesos y/o volúmenes de los materiales, incluyendo su embalaje; tonelajes requeridos para los camiones que transportarán los materiales y costo por viaje realizado por los camiones.

En primer lugar se determinaron los pesos de los materiales adquiridos en función de las cubicaciones de los materiales de cada una de las subestaciones en estudio, planos disponibles de estas subestaciones, placas características de los equipos vistos en terreno, apoyo de catálogos e información técnica de varios proyectos similares, base de datos Estudio Año 2006. Debido a la diversidad de materiales, no es posible disponer de planos de todos los embalajes. Por lo tanto, en aquellos suministros que correspondan, se estima el peso adicional de embalaje como un 10% del peso del equipo embalado.

Posteriormente se evaluó el costo de transporte a bodega que corresponde al pago de los vehículos de carga utilizados en esta faena. Los fletes desde puerto (o desde bodega del proveedor, en caso de suministro nacional) a bodega, se realizan en camiones de 3,5, y de 5, 10 y 25 toneladas como máximo para el equipo primario, armarios, conductores eléctricos, ferretería, etc., y en camiones especiales de alrededor de 100 toneladas para el transporte de los transformadores de poder. Por otra parte, los proyectos considerados se encuentran localizados todos en la Región Metropolitana (RM), lo que permite definir que el puerto de destino de los suministros es Valparaíso o San Antonio (los costos de fletes son iguales en ambos casos), y las bodegas y faenas se encuentran también en la RM.

Las empresas transportadoras cobran por viaje efectivamente realizado, con los posibles recargos en caso de atraso de los embarques. A continuación se presenta el costo promedio de traslado por viaje (en pesos chilenos), con base en información de empresas de transporte.

Tabla A2.10 – Costo de flete a bodega ($/viaje)

3,5 Ton		5 Ton		10 Ton		20 Ton		25 Ton	
Valpo-Stgo	Stgo	Valpo-Stgo	Stgo	Valpo-Stgo	Stgo	Valpo-Stgo	Stgo	Valpo-Stgo	Stgo
142.503	74.375	151.666	81.198	239.488	130.424	278.656	162.506	304.093	172.550

El transformador de poder de cada subestación es un equipo cuyo peso puede superar largamente el tonelaje anteriormente indicado, alcanzando en algunos casos un peso superior a las 100 toneladas. Se consultó con la empresa de transportes especiales “Javier Cortés”, para confirmar si los costos informados para el estudio del año 2006, habían sufrido modificaciones, en lo que respecta al traslado de un Autotransformador 220/110/34,5 kV, 133 MVA, Monofásico, tal como el utilizado en S/E El Salto. La empresa confirmó el valor de $10.417.407, para el traslado de una (1) unidad de estos transformadores, a cualquier punto de Santiago, y que considera un peso de transporte (sin el aceite del transformador) de 74.300 kg. Se incluyen aspectos tales como permisos, escoltas y seguro de carga de UF 42.000 por camión. El precio informado se adoptará como base para la estimación final del costo de flete de los transformadores, al que se debe incluir el peso del aceite y otros accesorios constituyentes de estos equipos.

La cantidad de viajes requeridos para trasladar los materiales hasta la bodega se determinó de acuerdo con los tonelajes requeridos repartidos en los camiones que correspondan.

Se considera que los costos de fletes de los transformadores de poder se repartirán equitativamente (50%) entre Flete a Bodega, y Flete Bodega a Obra. Para el caso del transformador, la distancia a recorrer desde puerto a bodega, es mayor que desde bodega a obra; Sin embargo, las dificultades por efecto de obstáculos, son mayores en el recorrido de bodega a obra; de esta manera, considerando que ambas opciones tienen problemáticas similares, se ha estimado una repartición equitativa.

Por último, a los costos de Fletes considerados anteriormente, se agregaron los costos por gestión y administración de fletes y bodegajes, estimados como un 15% del costo total por administración de fletes y bodegajes.

C. Costos de Bodega (B)

En particular, no se considera bodegaje para los transformadores de poder, estos son transportados directamente al lugar de faenas. En el caso de que las fundaciones de estos equipos no se encuentren construidas al momento del arribo a faena, éstos son ubicados en puntos adecuados en el lugar de las obras.

Para el caso de proyectos de subestaciones, el uso de las bodegas se extiende hasta prácticamente la Puesta en Servicio de las obras, debido a que muchos suministros de este tipo de instalación son frágiles y requieren de un almacenaje adecuado, y deben ser llevados a obra una vez que muchas de las faenas de construcción estén completamente terminadas (por ejemplo, Casa de Control, en las que se instalarán tableros, dispositivos de protección, SCADA, etc.). Al respecto, cabe señalar que las empresas de subtransmisión mantienen contratos de construcción, en los que se especifica que los suministros principales deben ser retirados por el Contratista desde las bodegas que se determinen.

Para estimar los requerimientos de bodegaje, primero se determinó la superficie ocupada por los suministros de cada proyecto tipo, con base en las cantidades de suministro y se definieron criterios para el almacenamiento de los materiales en una superficie determinada. El área total utilizada se estimó en un 15% superior a la suma de cada una de las áreas efectivas, considerando el efecto de "espacio" entre cada uno de los tipos suministros. Luego se procedió a estimar el tiempo de bodegaje requerido para los suministros. Inicialmente se tomó la programación del tiempo de fabricación de los suministros, de manera que el arriendo de bodegas comience para la fecha de arribo del primer tipo de suministro.

Se debe tener en cuenta que además de la superficie requerida para el bodegaje de los suministros, se consideró un costo adicional por uso de repisas o "pallets", en los que se guardarán todos aquellos suministros de pequeño tamaño, tales como interruptores termomagnéticos, borneras, luminarias, etc.

Se consideró que la solicitud de arriendo debe tomar en cuenta el total de superficie requerida para el proyecto, y no sólo el correspondiente al primer suministro que llegue. Lo anterior se justifica en el hecho que la empresa de bodegaje tiene la libertad de arrendar bodegas a cualquier empresa. Por

otra parte, el arribo del último tipo de suministro no significa en ningún caso la finalización del arriendo de las bodegas.

Se asumió que la licitación de obras de construcción se realiza al momento de disponer la empresa de subtransmisión, de prácticamente todos los suministros requeridos para la subestación (a excepción del transformador). Para el caso del transformador principal, su adquisición debe coordinarse adecuadamente con la construcción de las obras, de manera que a su arribo, las fundaciones de aquel equipo debieran estar concluidas, para llevar a cabo su montaje.
Tal como se ha mencionado en párrafos anteriores, el bodegaje deberá extenderse hasta el montaje de todos los suministros. En particular, muchos suministros asociados al Control y Protección de las subestaciones sólo pueden ser instalados una vez que las obras civiles de relevancia tales como la casa de control, estén finalizadas, ya que se trata de suministros que no pueden estar a la intemperie ni sometidos a condiciones de temperatura y humedad arbitrarias. En resumen, al tiempo considerado entre el arribo del último suministro en llegar y el primer suministro, se deben agregar los tiempos requeridos para la licitación de las obras, movilización del Contratista a la zona de faenas, y tiempo de construcción de las obras. El siguiente cuadro muestra el tiempo total de bodegaje estimado para cada proyecto tipo.

Tabla A2.11 – Tiempo de bodegaje

Proyecto	T_1 [meses]	T_2 [meses]	T_3 [meses]	Tiempo Total Bodegaje [meses]
S/E El Salto 220/110/34.5 kV	7	2	13	22
S/E La Cisterna 110/12 kV	7	1	8	16
S/E Lo Valledor 110/12 kV	7	1	9	17
S/E Los Dominicos 110/12 kV	6	1	9	16
S/E Recoleta 110/12 kV	7	1	10	18

T1: Tiempo estimado transcurrido entre el arribo del último y primer tipo de suministro (exceptuando transformadores

T2: Tiempo requerido para la Licitación de las Obras

T3: Tiempo de construcción de las obras. Se excluye el tiempo requerido para la puesta en servicio (se estima en 1 mes)

Con los datos anteriores se obtuvieron los costos de bodegaje por tiempo y superficie utilizada. A esto se sumaron los costos estimados de carga y descarga de suministros y por administración de bodegaje para obtener los costos totales de bodegaje.

En razón de la práctica habitual de las empresas de subtransmisión del SIC-3, para el rubro de costo de administración de bodegaje y fletes se consideró el costo de una organización encargada de coordinar los suministros con los servicios de bodega intermedia en la ciudad de Santiago y posterior entrega en terreno al contratista de obra, durante el tiempo indicado en la Tabla A2.11. El costo total de administración de fletes y bodegajes se asignó en un 70% a bodegaje, 15% a flete a bodega y un 15% a flete de obra.

D. Costos de Flete a Obra (FO)

Estos costos dependen de la cantidad de viajes de los camiones de 25, 20 y 10 toneladas requeridos para transportar los suministros a la instalación de faena del contratista. Esta cantidad de viajes es igual a los viajes determinados para calcular los Costos de Flete a Bodega, con la diferencia es que el valor del camión corresponde al flete dentro de la Región Metropolitana. Igualmente, tal como se procedió en la estimación del Flete a Bodega, al costo de traslado de suministro a la obra se adicionó el 15% del costo de administración de fletes y bodegajes, descrito en el punto anterior.

Estos costos dependen de la cantidad de viajes de los camiones requeridos para transportar los suministros a la instalación de faena del contratista. Esta cantidad de viajes es igual a los viajes determinados para calcular los Costos de Flete a Bodega (FB), con la diferencia que el valor del camión corresponde al flete dentro de la Región Metropolitana.

Tal como se procedió en la estimación del Flete a Bodega, a los costos de los fletes convencionales, se le deben sumar el 50% del costo total de flete de los transformadores a obra. Además, se debe considerar el efecto de la Gestión y Administración de Fletes y Bodegajes de 15%, descrito en el punto anterior.

E. Costos de Montaje (MO)

Para la determinación de costos de montaje y construcción de las obras se obtuvo de las empresas de subtransmisión las cubicaciones de construcción de obras civiles de las subestaciones. Para cada partida se estimó el precio del contratista utilizando listados de baremos de construcción de las empresas para el 2009, y los bancos de datos de precios unitarios de construcción y montaje de Ingendesa actualizados a diciembre de 2009. A los ítems de construcción, se considero adicionalmente el concepto de montaje de equipos eléctricos, que consiste en la instalación y puesta en servicio de todo el equipamiento eléctrico de la subestación. Estas actividades de montaje también se encuentran dentro del listado de baremos.

La inspección técnica de las obras se consideró labor de una organización establecida en el lugar de las obras, y que está orientada, entre otros, a tomar las acciones oportunas para mejorar y/o corregir las desviaciones de las actividades de construcción y montaje que se puedan producir. Esto con la finalidad de que la obra se lleve a cabo dentro de los plazos y costos establecidos, y al mismo tiempo, que se cumpla con los estándares de calidad y seguridad definidos en el contrato de construcción y montaje. En la inspección técnica debe verificarse el cumplimiento de todos los aspectos administrativos y la ejecución conforme a las especificaciones técnicas y planos de diseño de las obras.

Los costos de inspección técnicas de las obras corresponde a los costos de los recursos humanos y los equipos y materiales empleados por la organización durante los plazos estimados en que se realizan las labores de inspección. Se estableció una organización de inspección de 15 personas encabezadas por un inspector residente, con oficinas ubicadas en el sitio de las faenas. Finalmente,

determinados los costos de montaje y construcción de las obras, y los costos de la Inspección Técnica de las Obras (ITO), se obtuvieron los valores totales asociados al ítem Montaje (MO).

F. Costos de Ingeniería (Ing)

Para determinar los costos de ingeniería asociados a los proyectos de subestaciones, se identificaron las actividades principales de ingeniería que se requieren para llevar a cabo los proyectos, las cuales incluyen topografía, proyecto civil, arquitectura, proyecto de Ing. mecánica, estudios eléctricos, equipamientos eléctricos, estudio de protecciones eléctricas, proyecto de control y telecomunicaciones y proyecto eléctrico. Respecto a los tipos de especialistas empleados, se consideraron las categorías típicas utilizadas por Ingendesa para evaluar los costos de ingeniería y su costo por hora, como se muestra en la Tabla A2.12.

Tabla A2.12 – Personal de ingeniería

Categorías	Descripción	Unidad	Precio Unitario [UF]
JE	Jefe de Especialidad	Hora	2,32
JGE	Jefe Grupo Especialidad	Hora	1,83
IE	Ingeniero Especialista	Hora	1,53
PC	Proyectista Coordinador	Hora	0,80
PD	Proyectista Diseñador	Hora	0,66
DE	Dibujante Experto	Hora	0,57
DJ	Dibujante Junior	Hora	0,30

Los costos de ingeniería anteriormente indicados, no incluyen la inspección de los equipos eléctricos, actividad que permite verificar la calidad en la fabricación del equipamiento primario de las subestaciones. Para lo anterior, se estimaron costos de inspección para cada una de las subestaciones, considerando que se inspeccionan los transformadores de poder, los equipos primarios en 220 kV, los equipos especiales tipo Celdas de 12 kV y banco de condensadores tipo celda de 12 kV. No se inspeccionan los equipos primarios en 110 kV, 23 kV y 12 kV, considerando que las empresas de subtransmisión tienen experiencia en el comportamiento de este tipo de equipamiento. Finalmente, se deben agregar los costos de estudios de impacto ambiental. De acuerdo a los antecedentes que se disponen de cotizaciones realizadas por la especialidad medio ambiente de Ingendesa.

G. Gastos Generales (Gg)

Por último se calcularon los gastos generales asociados a los proyectos de subestaciones, para los cual se consideraron los siguientes conceptos:

(1) Gastos Generales de Administración del Propietario

Corresponden a los gastos de administración del propietario del proyecto. Según los criterios utilizados por Ingendesa en la evaluación de proyectos eléctricos de las características de las obras consideradas en este estudio, la cifra para esta partida varía entre 0,4% a 3% de la suma de los

costos de los suministros de materiales incorporados y los costos de montaje y construcción de las obras.

Entre los gastos de la administración del propietario imputables al proyecto se cuentan los siguientes: gastos de oficinas centrales imputables al proyecto, gastos de estudio de proyectos, costos de personal administrativo que tiene relación parcial o permanente con el proyecto, gastos de presentaciones, informes técnicos e informes financieros y visitas a terreno. Para el cálculo de los gastos de administración de los proyecto de líneas de subtransmisión se adoptó un factor de experiencia de 3% de los costos de suministro, montaje y construcción.

(2) Gastos de Gestión de Adquisición de los Terrenos de las Subestaciones

Considera la gestión y negociación necesarias para la adquisición de los terrenos en los que se localizarán las subestaciones, no se considera el pago por indemnizaciones, sino más bien la gestión para llegar a un acuerdo económico. Este procedimiento de gestión incluye la negociación con los propietarios afectados y todos los trámites jurídicos que facilitarán la compra de los terrenos. Estas gestiones son llevadas a cabo fundamentalmente por personal con capacidad para llegar a acuerdos.

El costo de las actividades de gestión de adquisición de terrenos se estimó directamente con base en información aportada por un negociador experimentado.

(3) Gastos de Obras de Mitigación Ambiental

Comprenden todas aquellas faenas constructivas que deben ejecutarse, producto de los requerimientos impuestos por la autoridad medioambiental, e informados en la Resolución de la Calificación Ambiental (RCA) del proyecto en estudio. En efecto, las COREMA presentan los impactos ambientales más relevantes del proyecto, haciendo obligatoria ciertas actividades y dictando una guía técnica de la ejecución del proyecto. Dentro de estas actividades, se informan de aquellas obras necesarias y obligatorias que permitan disminuir los impactos del proyecto en todo lo referente a flora, fauna, aspectos culturales, asentamientos humanos, arqueología, etc.

En la fase de evaluación de un proyecto no es fácil establecer con precisión el costo de las obras de mitigación ambiental. Para efectos de este estudio, de manera de disponer de datos reales, se consultó con la empresa Transelec respecto a la estimación inicial de los costos de mitigación. En función de los costos de subestaciones realizados por dicha empresa en los últimos años, las obras de mitigación ambiental se encuentran en un rango de un 5% a 7% del monto asociado a la construcción del proyecto (sin inspección técnica de las obras). En efecto, el ítem de Construcción corresponde al que afecta directamente el entorno, lo cual justifica su uso como base de las estimaciones. En consecuencia para calcular los costos de las obras de mitigación ambiental se utilizó un factor de 5% para proyectos de subestaciones de subtransmisión.

5. Resultados Finales de Subestaciones de Subtransmisión

En función de los distintos costos calculados y justificados en este Estudio Técnico, se procedió a determinar los distintos factores de recargo, utilizando las siguientes fórmulas de cálculo:

- Recargo por Flete a Bodega (FB): $FB = \frac{US\$FB}{US\$C_U}$
- Recargo por Bodegaje (B): $B = \frac{US\$B}{US\$C_U}$
- Recargo por Flete a Obra (FO): $FO = \frac{US\$FO}{US\$C_U}$
- Recargo por Ingeniería (Ing): $Ing = \frac{US\$Ing}{(US\$C_U + US\$FB + US\$B + US\$FO + US\$MO)}$
- Recargo Gastos Generales (Gg): $Gg = \frac{US\$Gg}{(US\$C_U + US\$FB + US\$B + US\$FO + US\$MO)}$

Aplicando las fórmulas anteriores se obtuvieron los siguientes factores de recargo para cada uno de los proyectos "tipo" de subestaciones de subtransmisión considerados:

Tabla A2.13 – Factores de recargo por proyecto de Subestación

Proyecto	Flete a Bodega (FB) [p.u]	Bodega (B) [p.u]	Flete a Obra (FO) [p.u]	Ingeniería (Ing) [p.u]	Gastos Generales (Gg)[p.u]
S/E El Salto 220/110/34.5 kV	0,01160	0,03992	0,01116	0,04149	0,04728
S/E La Cisterna 110/12 kV	0,01359	0,03634	0,01288	0,04947	0,03531
S/E Lo Valledor 110/12 kV	0,01323	0,03629	0,01260	0,04374	0,03852
S/E Los Dominicos 110/12 kV	0,01523	0,04029	0,01456	0,04783	0,03838
S/E Recoleta 110/12 kV	0,01336	0,03493	0,01277	0.05083	0,03650

Finalmente se procedió a sumar los montos de Suministros, Flete a Bodega, Bodega, Flete a Obra, Montaje, Ingeniería y Gastos Generales, de manera de calcular los recargos representativos ponderados en base a estos montos globales. Los resultados finales se presentan a continuación:

Tabla A2.14 – Factores de recargo para Subestaciones de subtransmisión

	Flete a Bodega (FB) [p.u]	Bodega (B) [p.u]	Flete a Obra (FO) [p.u]	Ingeniería (Ing) [p.u]	Gastos Generales (Gg)[p.u]
Resultados Finales Recargos	0,01315	0,03770	0,01256	0,04574	0,04065

Anexo 3: Estudio de Terrenos

Dando cumplimiento a lo dispuesto en el numeral 4.4 Capitulo II de las Bases del Estudio, se encargó a la firma Optimiza Asesores Consultores de Empresa el desarrollo del Estudio de "Tasación Comercial de Terrenos destinados a Subestaciones Eléctricas ubicados en la Región Metropolitana", con el propósito de determinar el precio de dichos terrenos de acuerdo con valores de mercado a finales de 2009. En este anexo se presenta un resumen de la metodología y resultados de dicho "Estudio de Terrenos", lo cuales están consignados en el informe final.

La elaboración del Estudio de Terrenos se basó en la visita técnica a distintos terrenos, en información obtenida de los agentes del mercado inmobiliario con respecto a muestras de características similares, en un análisis de las condiciones de constructibilidad para cada caso conforme lo establecido en los diferentes planos reguladores y en la información propia de la firma OPTIMIZA.

1. Metodología

El estudio puede separarse en dos etapas, la primera de inspección al predio en terreno y la segunda de análisis y valorización técnica.

A. Recopilación de Antecedentes Técnicos

Como primera etapa se efectuó una inspección a los terrenos, con el fin de conocer sus características relevantes e instalaciones existentes. Posteriormente se realizó un recorrido por el sector de emplazamiento del predio, de manera de conocer sus características urbanas principales.

Dentro de los antecedentes recopilados en el recorrido, se tiene: tipo y calidad del sector, nivel y tipo de urbanización, potencialidad del sector, vialidad existente, accesibilidad, entre otras. En general, se recoge toda aquella información que permita sustentar la posterior valorización comercial del predio.

Dentro de la inspección realizada, se ingresó a distintos sectores del terreno, y por sus características y dimensiones, no se realizaron mediciones, concordando con los antecedentes aportados.

B. Valorización Comercial

Corresponde al valor comercial de venta en forma ordenada. Para la estimación del valor comercial del predio, se tomaron en consideración aspectos específicos de este, tales como: emplazamiento en la trama local (contexto urbano), características y desarrollo del sector, accesibilidad, vías principales, urbanización, forma, proporción y superficie del terreno, capacidad y usos alternativos del suelo, valores de ofertas de propiedades similares a la estudiada y ubicadas en el sector. Esta valorización incluye sólo el valor de terreno, no considera instalaciones.

Los valores de la tasación están presentados en U.F

2. Resultados Finales

En la siguiente tabla se presenta el resumen de la tasación efectuada para cada terreno involucrado:

Tabla A3-1: Tasación de los Terrenos de Subestaciones

N°	SUBESTACION	DIRECCION	SUPERFICIE m2	UF/m2	TOTAL UF
1	Alonso de Córdova	Alonso de Córdova N°5210 / Amp. Comprada a C.A.A.E.,Las Condes	9.063	36,00	326.268
2	Altamirano	Eulogio Altamirano N°26, Renca	5.424	1,20	6.509
3	Andes	Valenzuela Puelma N°9099, La Reina	19.600	7,20	141.120
4	Apoquindo	Cuarto Centenario N°101, Las Condes	3.568	30,00	107.040
5	Batuco	Camino San José - Lo Pinto, Colina	6.400	0,50	3.200
6	Brasil	Mapocho N°1823 / Almirante Barroso N°1172	7.111	25,00	177.775
7	Buin	Camino Los Guindos / Los Tilos Pc. 35-A, Buin	60.050	0,45	27.023
8	Caleu	Hacienda Caleu Interior de Rungue, Til Til	170	0,40	68
9	Carrascal	Lope de Ulloa s/n, Quinta Normal	8.385	3,90	32.702
10	Cerro Navia - Pudahuel	Mapocho N°6801, Cerro Navia	20.050	0,40	8.020
11	Chicureo	Lotes X17, X18, X19, parte de la Hijuela N°1 o Valle Hermoso	15.235	0,50	7.618
12	Cisterna	Av. El Parrón N°0615 - N°0643, La Cisterna	7.550	4,30	32.465
13	Club Hípico	Club Hípico N°1999, Santiago	2.600	18,00	46.800
14	Curacaví	Ruta 68 km 41, Curacaví	5.000	0,50	2.500
15	Chacabuco	San Ignacio N°1050, Quilicura	24.663	2,90	71.523
16	Chena	Camino a Lonquén Esq. Av. Lo Espejo, San Bernardo	35.450	2,20	77.990
17	El Manzano	Ruta 5 Norte km 35, Til Til	40.000	1,20	48.000
18	El Salto	Media Luna s/n Esq. Av. Recoleta, Huechuraba	50.000	1,80	90.000
19	Enlace Lo Aguirre	Ruta 68 Minera Lo Aguirre, Pudahuel	2.500	0,50	1.250
20	Espejo-Panamericana	Av. Lo Espejo N°03650, San Bernardo	10.000	3,90	39.000
21	Florida	Central Florida / Rojas Magallanes, La Florida	23.370	1,80	42.066
22	La Dehesa	Hacienda La Dehesa, Lo Barnechea	14.787	1,50	22.181
23	La Pintana	Eyzaguirre N°3358, Puente Alto	10.909	2,10	22.909
24	La Reina	Los Molineros N°824, Peñalolén	2.722	1,42	3.865
25	Lampa	Fundo La Vilana, Lampa	23.521	0,20	4.704
26	Las Acacias	Las Acacias con Santa Bernardita, San Bernardo	33.500	1,80	60.300
27	Lo Boza	Camino Lo Boza N°8471, Renca	8.550	2,00	17.100
28	Lo Prado Empalme	Ruta 68 km 24, Pudahuel	883	0,60	530
29	Lo Prado Enlace	Ruta 68 km 24, Pudahuel	2.200	0,41	902
30	Lo Valledor	Agustín Riesco N°4020, Estación Central	6.935	4,50	31.208
31	Lord Cochrane	Alonso de Ovalle N°1393 - N°1375 / Lord C ochrane N°52, Santiago	2.621	35,00	91.735
32	Los Almendros	Fundo Santa Rosa de Apoquindo, Las Condes	30.282	2,40	72.677
33	Los Dominicos	Camino Otoñal N°1178, Las Condes	5.990	10,00	59.900
34	Macul	San Luis de Macul N°5682, Peñalolén	5.250	2,60	13.650
35	Maipú	Camino a Melipilla N°9978, Maipú	3.160	3,20	10.112
36	Malloco	Vicuña Mackenna N°11, Peñaflor	3.160	3,50	11.060
37	Ochagavía	Carlos Valdovinos N°2358, Pedro Aguirre Cerda	20.015	2,10	42.032
38	Pajaritos	Alfonso Vial N°920, Maipú	8.733	2,80	24.452
39	Quilicura	Panamericana Norte N°5899, Quilicura	12.530	4,00	50.120
40	Recoleta	Av. Recoleta N°4421, Huechuraba	4.875	4,50	21.938
41	Rungue	Camino Til Til, Til Til	955	0,90	860
42	San Bernardo	Eyzaguirre s/n o Barrancón, San Bernardo	10.011	2,30	23.025
43	San Cristóbal	Domínica N°185, Recoleta	4.023	18,00	72.414
44	San Joaquín	Carlos Valdovinos N°201, San Joaquín	14.376	5,20	74.755
45	San José	Las Rejas Norte N°550, Lo Prado	4.910	2,60	12.766
46	San Pablo	Av. Pudahuel Oriente esq. Av. Río Viejo Sur, Pudahuel	16.847	1,95	32.852
47	Santa Elena	Rodrigo de Araya N°2305, Macul	5.830	4,10	23.903
48	Santa Marta	Av. Tres Poniente s/n Esq. Jorge Guerra, Maipú	13.408	2,30	30.838
49	Santa Raquel	Santa Raquel N°10223, La Florida	8.188	2,00	16.376
50	Santa Rosa Sur	Av. Gabriela N°1150, Puente Alto	6.160	2,80	17.248
51	Vitacura	Av. Andrés Bello N°2932, Las Condes	4.971	41,00	203.811
52	Bicentenario	Lote N°3, Maipu	12.251	1,90	23.277
		Total	658.742	3,62	2.382.433

Anexo 4: Estudio de Remuneraciones

Con el fin de disponer de un estudio de mercado de remuneraciones, tal como se específica en los numerales 3.4.a) y 4.4.a) de las bases del Estudio, a través de las empresas de subtransmisión se tuvo acceso a la información de la Encuesta Salarial de la empresa PricewaterhouseCoopers (PwC) correspondiente al mes de diciembre de 2009. A continuación se presenta la metodología y definiciones empleadas en este "Estudio de Remuneraciones".

1. Metodología

La firma PwC dispone de una base de datos actualizada de empresas de todos los sectores representativos de la economía nacional, conformada en la actualidad por 144 empresas que están asociadas a características de: origen del capital (nacional, extranjero), región, tamaño de ventas, sector económico o segmento y propiedad (pública/privada).

Las empresas están clasificadas por tamaño de ventas, dotación y costo de remuneraciones, cuyos rangos se han definido como se indica a continuación:

Tabla A4-1: Clasificación de las Empresas

Indicador	Valor Inferior	Valor Superior
1. Ventas o ingresos operacionales anuales (M$)		
Pequeño	0	10.000.000
Medio	10.000.001	35.000.000
Medio grande	35.000.001	100.000.000
Grande	100.000.001	Superiores
2. Dotación (N° de trabajadores)		
Pequeño	1	50
Medio	51	300
Medio grande	301	1.000
Grande	1.001	Superiores
3. Costo de remuneraciones anual (M$)		
Pequeño	0	1.000.000
Medio	1.000.001	3.000.000
Medio grande	3.000.001	10.000.000
Grande	10.000.001	Superiores

2. Definición de Conceptos

Con el objeto de lograr una correcta interpretación de la información es entregada en este Estudio, se describen a continuación algunos conceptos considerados en el mismo.

A. Remuneraciones

Los informes consideran como remuneraciones sólo aquellas pagadas en dinero, las que se encuentran reflejadas en términos generales bajo los siguientes conceptos:

- ✓ ***Sueldo base:*** Corresponde al sueldo contractual mensual del cargo respectivo.

- ✓ ***Asignaciones de navidad, fiestas patrias y vacaciones:*** Corresponde a las sumas en dinero percibidas por el cargo bajo estos conceptos y que se presentan mensualizadas.

- ✓ ***Asignación de colación, movilización y otros no imponibles ni tributables:*** Corresponde a las sumas en dinero mensualizadas percibidas por el cargo bajo el concepto de colación, y/o movilización y/o otras remuneraciones no imponibles ni tributables que percibe el cargo, de manera recurrente.

- ✓ **Gratificaciones y bonos garantizados:** Corresponde a las sumas en dinero mensualizadas percibidas por el cargo bajo el concepto de gratificaciones legales, voluntarias y/o contractuales, además de los bonos garantizados otorgados por las empresas bajo conceptos afines.

- ✓ **Renta variable no garantizada:** Corresponde a las sumas mensualizadas percibidas por el cargo, tales como bonos, participaciones u otros conceptos que no estén garantizados.

- ✓ **Comisiones e incentivos por ventas:** Corresponde a las sumas que perciben generalmente cargos del área comercial como comisiones y/o incentivos por ventas.

- ✓ **Otras remuneraciones imponibles y tributables:** Corresponde a las restantes sumas en dinero que percibe el cargo bajo cualquier otro concepto y que son imponibles y tributables, tales como asignaciones de título, de responsabilidad, incremento previsional, asignación de zona y otros.

B. Beneficios Adicionales:

Considera todas aquellas retribuciones que son otorgadas por la empresa a la totalidad o grupos particulares de trabajadores, en forma independiente de los cargos y tienen relación más bien con las garantías y beneficios que otorgan las empresas usualmente en forma equitativa para todo su personal o para la gran mayoría de éste.

Para efectos de presentación de la información, se han agrupado los beneficios según se indica a continuación:

- ***Beneficios Monetarios:*** Agregados al concepto de remuneraciones definido anteriormente, como es el caso de asignación de: vacaciones, fiestas patrias, navidad y gratificaciones, pero por sus particularidades se detallan en el capítulo de beneficios adicionales.

- ***Beneficios Valorizables:*** Corresponde aquellos beneficios no monetarios posibles de valorizar en dinero. El criterio de valorización ha sido considerar el costo que le significa a la empresa otorgarlos, como son vehículo o gastos de estacionamiento, bencina y kilometraje, colación no monetaria, productos entregados, uniformes, entre otros y agregados al costo empresa del cargo en el informe composición de la remuneración.

- ***Beneficios Eventuales:*** Son aquellos que responden a características particulares que posee el ocupante del cargo o depende de la ocurrencia de alguna situación específica como son: asignación de matrimonio, nacimiento, becas, préstamos, entre otros.

- ***Beneficios para Expatriados:*** Debido a que la encuesta no considera ejecutivos expatriados, este informe resume los beneficios más importantes otorgados por las empresas a estos ejecutivos.

La información de los conceptos anteriores es recopilada por especialistas mediante visitas a las empresas participantes y entrevistas con el ejecutivo designado específicamente para este propósito.
Para recopilar la información de remuneraciones por cargo, es necesario determinar previamente la equivalencia de los cargos de cada empresa participante con los cargos tipo del Servicio de Información de Remuneraciones Sirem XXI. El proceso de homologación se realiza sobre la base de las funciones y responsabilidades principales de los cargos.

3. Determinación de la Remuneración Mensual

La determinación de la remuneración mensual por cargo se realiza de la siguiente manera:

- ***La remuneración bruta total promedio mensual*** se configura considerando todos los elementos que componen las remuneraciones monetarias, mensualizando las que corresponda.

- ***La remuneración líquida total promedio mensual*** se obtiene a partir de la remuneración bruta total promedio mensual, a la cual se le descuenta la cotización previsional y el impuesto único, calculados de acuerdo con las normas previsionales y tributarias vigentes y considerando la forma de pago de las remuneraciones de cada empresa.

- ***La compensación bruta total promedio mensual*** corresponde a la remuneración bruta total promedio mensual más los beneficios valorizables.

Se ha definido que el sistema previsional para todos los cargos corresponde a las Administradoras de Fondos de Pensiones, con el objeto de tener una base común en los estudios que se realicen.

La tasa utilizada para ello corresponde a la resultante del promedio cobrado por las entidades previsionales, vigentes a la fecha de cierre de la encuesta.

Adicionalmente, el cálculo del impuesto único considera las tasas y valores vigentes a la fecha recién indicada.

4. Presentación de la Información

Los resultados que emanan del servicio de información de remuneraciones se entregan utilizando medidas estadísticas confeccionadas a partir de muestras de tamaño igual o superior a las cuatro observaciones (N° de empresas que entregan el dato). De este modo se garantiza la absoluta confidencialidad de las remuneraciones particulares de cada una de las empresas participantes.

Completando la idea anterior, tanto la recopilación como el manejo de la información contenida en la base de datos está restringida al equipo del área de recursos humanos de Price Waterhouse, existiendo adicionalmente controles exhaustivos que fueron incorporados al diseño del sistema computacional, lo cual en forma conjunta, asegura la completa privacidad de las remuneraciones tanto individualmente como en la emisión de información resumida en consultas e informes.

Los conceptos estadísticos utilizados para presentar las remuneraciones de mercado son los siguientes:

- ✓ ***Número de ocupantes por cargo (ocupante):*** Corresponde a la sumatoria de todos los ocupantes de un determinado cargo en cada una de las Empresas de la muestra.

- ✓ ***Promedio ponderado***: Este es un estadígrafo de tendencia central que corresponde, para un cargo, a la suma de las remuneraciones de cada empresa multiplicada por el número de ocupantes de ésta, dividido por el número total de ocupantes de la muestra.

- ✓ ***Coeficiente de variabilidad***: Este estadígrafo indica la tendencia central de la distribución de las remuneraciones observadas para el cargo. Presenta el grado de dispersión en forma porcentual. Un alto valor de dicho coeficiente indica que la generalidad de las observaciones está alejada del promedio y vice-versa.

- ✓ ***Mínimo:*** Es la remuneración menor de las observadas para el cargo, dada una muestra de empresas.

- ✓ ***1er Cuartil (Percentil 25):*** Es el monto de la remuneración que separa las observaciones del cargo en forma tal que el 25% de éstas son menores y el 75% son mayores a dicho cuartil.

- ✓ ***Mediana (Percentil 50)*:** Corresponde al monto de remuneración que separa las observaciones del cargo en forma tal que el 50% de éstas son menores y 50% son mayores a dicho cuartil.

- ✓ ***3er Cuartil (Percentil 75):*** Es el monto de remuneración que separa las observaciones del cargo en forma tal que el 75% de éstas son menores y el 25% son mayores a dicho cuartil.

- ✓ ***Máximo:*** Es la remuneración mayor de las observadas para el cargo, dada una muestra de empresas.

Anexo 5: Descripción de Cargos de Trabajo y FTEs

A continuación se presenta la descripción de tareas de los distintos cargos de trabajo definidos para la empresa de subtransmisión, junto con la carga prevista de trabajo y el número de FTEs por cargo.

Tabla A5.1: Descripción de Cargos y FTEs

CARGO	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	Horas /mes	FTEs
Gerente General	Realiza la representación legal de la empresa. Desarrolla el plan estratégico y las políticas de la empresa. Supervisa el desarrollo de las actividades y el cumplimiento de metas. Responde por los resultados ante el directorio de la empresa.	30 40 80 10	1
Secretaria de Gerencia General	Coordina la programación de la agenda de trabajo, reuniones y actividades del Gerente. Ejecuta actividades administrativas de apoyo; resolviendo requerimientos de la Gerencia, ya sea de materiales, transporte o documentación. Efectúa la recepción y evacuación de la correspondencia de la Gerencia. Encargada de contactar a ejecutivos de entidades o empresas nacionales o internacionales según los requerimientos de la Gerencia.	40 40 50 30	1
Chofer Profesional	Cumple con los requerimientos de transporte de la Gerencia General. Se encarga del mantenimiento y buen estado del vehículo. Lleva registro de los gastos correspondientes.	120 30 10	1
Subgerente de Relaciones Institucionales	Elabora y dirige el desarrollo y la difusión de proyectos de Responsabilidad Social de la empresa. Planifica, dirige y supervisa el sistema de gestión de calidad de la empresa y el desempeño medioambiental de los procesos internos, de acuerdo con las políticas de la empresa. Reporta a la Gerencia General	50 90 20	1
Secretaria de Subgerencia de Relaciones Institucionales	Coordina la programación de la agenda de trabajo, reuniones y actividades del SubGerente. Ejecuta actividades administrativas de apoyo; resolviendo requerimientos de la SubGerencia, ya sea de materiales, transporte o documentación. Efectúa la recepción y evacuación de la correspondencia de la SubGerencia.	30 80 50	1
Jefe del Área Relaciones Institucionales	Planifica y coordina las políticas de comunicación de la empresa. Responsable de generar vínculos permanentes y relaciones de confianza con los medios de comunicación. Responder ante requerimientos de prensa. Encargado de difundir internamente las comunicaciones de la empresa.	20 100 40	1
Jefe del Área Responsabilidad Social Empresarial	Coordina los proyectos de Responsabilidad Social Empresarial (RSE) y la relación con las diversas comunidades y/o públicos de interés. Organiza la información de todas las gerencias y elabora el informe de sostenibilidad. Participa en el desarrollo de la memoria anual de la empresa.	120 30 10	1

CARGO	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	Horas /mes	FTEs
Analista de Responsabilidad Social Empresarial	Comunica los principales acontecimientos a los empleados y colaboradores de la compañía. Elabora planes específicos e iniciativas con el fin de contribuir en la generación de la cultura e identidad en la empresa. Colabora en la elaboración de la Memoria Anual de la Compañía y el Informe de Sostenibilidad de todas las Gerencias. Asiste al Jefe de RSE y al Jefe de Comunicaciones en sus actividades	40 40 60 20	1
Jefe del Área Gestión Ambiental y Calidad	Desarrolla la implementación de los Sistemas de Gestión Ambiental y de Calidad, asegurando la certificación de sus procesos. Conduce los Sistemas de Gestión de Calidad y Ambiental en la Compañía y promueve su mejoramiento continúo. Tramita ante la CONAMA de las Declaraciones y Estudios de Impacto Ambiental de los proyectos de la empresa. Atiende a solicitudes de las autoridades ambientales asociadas a las instalaciones del Sistema Eléctrico de la Compañía.	40 70 30 20	1
Analista de Gestión Ambiental	Conduce y ejecuta las actividades administrativas y trámites legales asociados a medio ambiente, procurando que las actividades de la empresa sigan las disposiciones establecidas en la política ambiental. Vigila el cumplimiento de las exigencias ambientales y los compromisos sostenidos con entes Gubernamentales Ambientales. Mantiene vigentes los Sistemas de Gestión Ambiental en la Compañía y promueve su mejoramiento continuo.	80 40 40	1
Analista de Control de Calidad	Realiza labores de difusión del Sistema de Gestión de Calidad y de capacitación en especial en las áreas con procesos certificados. Coordina la conformidad de requerimientos, programa y controla las auditorias del Sistema de Calidad dirigidas a certificación de procesos.	60 100	1
Fiscal	Dirige las políticas de asesoramiento, defensa y cobertura jurídica de los intereses de la empresa coordinando y controlando su efectiva aplicación. Proporciona el asesoramiento jurídico en la negociación y desarrollo de los contratos y actos jurídicos, de acuerdo a las directrices de la Gerencia Dirige y controla la actividad realizada por el equipo de abogados en las actuaciones ante autoridades jurídicas.	50 60 50	1
Secretaria de Gerencia (Fiscalía)	Coordina la programación de la agenda de trabajo, reuniones y actividades del Gerente. Ejecuta actividades administrativas de apoyo; resolviendo requerimientos de la Gerencia, ya sea de materiales, transporte o documentación. Efectúa la recepción y evacuación de la correspondencia de la Gerencia.	40 60 60	1
Abogado Experto	Presta servicios de asesoría jurídica y representar judicial y extrajudicialmente a la Empresa ante toda clase de instituciones y tribunales, con el objeto de defender los derechos de la Compañía y resguardar el patrimonio de la empresa. Colabora en las materias que están en conocimiento de la Asesoría Legal, redactando, revisando y discutiendo todo tipo de actos, contratos y convenciones, entregando así una respuesta oportuna y satisfactoria a los clientes internos y externos.	160 160	2

CARGO	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	Horas /mes	FTEs
Gerente de Gestión Económica, Finanzas y Tributaria	Dirige y coordina los procesos de planificación, gestión y control de la empresa, conforme a las políticas y criterios definidos por la Gerencia. Administra y gestiona las actividades financieras y económicas de la empresa. Coordina los procesos contables de la compañía. Impulsa y desarrolla los procesos de Planificación Estratégica. Gestiona el manejo económico minimizando el riesgo operativo.	60 60 20 20	1
Secretaria de Gerencia (Gestión Económica, Finanzas y Tributaria)	Coordina la programación de la agenda de trabajo, reuniones y actividades del Gerente. Ejecuta actividades administrativas de apoyo. Resuelve requerimientos de la Gerencia, ya sea de materiales, transporte o documentación. Efectúa la recepción y evacuación de la correspondencia de la Gerencia.	40 60 60	1
Subgerente de Finanzas y Tributaria	Dirige, coordina y controla asuntos de índole financiero y contable de la empresa, y de toda información oficial emitida a organismos reguladores o fiscalizadores Supervisa y controla los servicios prestados en temas de finanzas, tesorería y contabilidad. Valida la información financiero-contable (FECUS, encuestas, inversiones, dividendos, entre otras) y hechos relevantes frente a exigencias legales y de organismos fiscalizadores.	80 40 40	1
Secretaria de Subgerencia de Finanzas y Tributaria	Coordina la programación de la agenda de trabajo, reuniones y actividades del SubGerente. Ejecuta actividades administrativas de apoyo; resolviendo requerimientos de la SubGerencia, ya sea de materiales, transporte o documentación. Efectua la recepción y evacuación de la correspondencia de la SubGerencia.	40 60 60	1
Jefe de Tesorería	Planifica y dirige la función de control del flujo de fondos con el fin de determinar la disponibilidad presupuestaria. Realiza y gestiona reservas y provisiones de gastos. Administra los ingresos por servicio y realiza los pagos de obligaciones financieras.	80 40 40	1
Tesorero	Ejecuta la función de control del flujo de fondos con el fin de determinar la disponibilidad presupuestaria. Calcula montos de reservas y provisiones de gastos. Ejecuta pagos de obligaciones financieras.	50 30 80	1
Jefe del Área Contabilidad y Tributaria	Define y controla el sistema contable de la empresa. Supervisa la contabilidad de todas las transacciones y operaciones económicas de la empresa. Aplica controles contables a las transacciones de las distintas áreas de la empresa. Dirige la gestión tributaria de la compañía.	80 40 20 20	1
Analista de Contabilidad	Registra y realiza la contabilidad de todas las transacciones y operaciones económicas de la empresa. Aplica controles contables a las transacciones de las distintas áreas de la empresa.	100 60	1

CARGO	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	Horas /mes	FTEs
Analista Tributaria	Realiza análisis tributarios. Prepara la declaración y el pago de impuestos de la empresa.	60 100	1
Jefe del Área Gestión Financiera	Revisa la información financiero-contable (IFRS, encuestas, inversiones, dividendos, entre otras) y hechos relevantes frente a exigencias legales y de organismos fiscalizadores. Controla el registro, consolidación, análisis y reporte de la información financiera de la empresa. Prepara los estados financieros parciales y anuales para la alta dirección y entes externos. Realiza la planificación financiera de corto y largo plazo, y apoyo en la elaboración de presupuestos para las otras áreas de la empresa. Realiza análisis financiero de los resultados por área.	60 60 20 20	1
Analista Gestión Financiera y Activo Fijo	Efectúa análisis, estudios y da asesoría de índole financiera para optimizar la gestión de los recursos económicos y los procesos administrativos. Prepara, actualiza y controla información financiera y contable (Estados financieros, análisis razonado, FECU, flujo de caja y presupuestos). Responde a requerimientos legales emanados de los entes fiscalizadores (Superintendencia de Valores y Seguros SVS y la Superintendencia de Electricidad y Combustibles SEC). Lleva el control del activo fijo de la compañía. Verifica y aprueba aumentos y retiros de inventario conforme a lo establecido en el servicio de impuestos internos y los criterios contables.	40 40 40 40	1
Subgerente de Control y Riesgos	Dirigir y controlar los planes de control de riesgos del negocio. Gestiona la realización de auditorías de seguimiento y control de los procesos internos, ingresos y costos de la empresa. Planifica y lidera los planes de mitigación de riesgos operativos y continuidad del negocio.	40 80 40	1
Secretaria de Subgerencia de Control y Riesgos	Coordina la programación de la agenda de trabajo, reuniones y actividades del SubGerente. Ejecuta actividades administrativas de apoyo; resolviendo requerimientos de la SubGerencia, ya sea de materiales, transporte o documentación. Efectúa la recepción y evacuación de la correspondencia de la SubGerencia.	40 60 60	1
Jefe de Áreas de Control Interno y de Gestión Riesgos	Dirige la ejecución de las políticas de control de presupuesto y de desempeño Responsable de generar el reporte operativo, económico y financiero de los procesos internos. Gestiona la realización de auditorías de control. Realiza y supervisa la gestión de riesgos económicos, financieros y operativos de la empresa. Establece y aplica los planes de mitigación de riesgos y de continuidad del negocio.	40 30 20 40 30	1
Analista de Gestión de Riesgos	Monitorea la gestión de riesgos de la empresa Realiza estudios con el fin de mitigar riesgos económicos, financieros y operativos.	80 80	1

CARGO	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	Horas /mes	FTEs
Analista de Control Interno	Efectúa control de presupuesto, análisis de desviaciones y proyección de magnitudes económicas de la empresa. Realiza seguimiento al desempeño de las áreas de la empresa (indicadores, cumplimiento de metas, etc). Mide los resultados de cada área del negocio. Gestiona la realización de auditorías internas y externas.	40 50 30 40	1
Subgerente de Planificación	Dirige y coordina el proceso de planificación conforme a las políticas y criterios definidos por la Gerencia General. Establece los presupuestos para las diferentes áreas de la empresa. Define el manejo de recursos y las inversiones. Dirige estudios y proyecciones de índole económica.	40 40 40 40	1
Secretaria de Subgerencia de Planificación	Coordina la programación de la agenda de trabajo, reuniones y actividades del SubGerente. Ejecuta actividades administrativas de apoyo; resolviendo requerimientos de la SubGerencia, ya sea de materiales, transporte o documentación. Efectúa la recepción y evacuación de la correspondencia de la SubGerencia.	40 60 60	1
Jefe del Área Gestión Económica y Estudios Económicos	Define y controla los presupuestos anuales de gastos e inversiones para las distintas áreas de la compañía. Analiza información económica de corto y mediano plazo de la compañía (para estados financieros y flujos de caja). Evaluar y analiza estudios de restructuración y reformulación de la gestión económica-financiera, diseña y propone programas y acciones de mejoramiento. Dirige estudios de mercado y evaluaciones económicas para las diferentes áreas del negocio.	40 60 30 30	1
Analista de Gestión Económica	Monitorea y revisa el cumplimiento de los presupuestos anuales de gastos e inversiones para las distintas áreas de la empresa. Analiza el desempeño global de la empresa y de las áreas de trabajo. Produce la información económica de corto y mediano plazo de la compañía (para estados financieros y flujos de caja).	50 50 60	1
Analista de Estudios Económicos	Estudia nuevos planes de expansión, inversiones o líneas de negocio. Realiza estudios de mercado y evaluaciones económicas para las diferentes áreas del negocio. Diseña programas y acciones de mejoramiento de gestión.	60 60 40	1
Gerente de Administración y Recursos Humanos	Responsable de políticas y prácticas que propicien el desarrollo, la innovación, equidad, motivación, y el alineamiento de los intereses individuales de las personas con la estrategia de la empresa. Realiza la gestión integral de los recursos humanos y físicos de trabajo. Provee servicios de logística, soporte y generales.	40 60 60	1
Secretaria de Gerencia (Administración y Recursos H.)	Coordina la programación de la agenda de trabajo, reuniones y actividades del Gerente. Ejecuta actividades administrativas de apoyo; resolviendo requerimientos de la Gerencia, ya sea de materiales, transporte o documentación. Efectúa la recepción y evacuación de la correspondencia de la Gerencia.	40 60 60	1

CARGO	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	Horas /mes	FTEs
Jefe del Área Tecnologías de Información	Establece las políticas y programas para el uso de tecnologías de información y de comunicaciones en las actividades de la empresa. Gestiona y dirige la implementación de los programas para los servicios de información y comunicaciones. Gestiona la contratación y administración de un servicio de soporte técnico de calidad para la compañía.	40 60 60	1
Administrativo de Sistemas	Administra los recursos y sistemas de microinformática y gestiona la renovación acorde a los presupuestos aprobados. Lleva el control de solicitudes y aprobaciones de servicios de microinformática por parte de las distintas áreas de la empresa. Responsable de derivar los requerimientos de soporte al contratista especializado	60 60 40	1
Analista Tecnologías de Información	Coordina el desarrollo e implementación de soluciones en tecnologías de información y comunicaciones. Atiende requerimientos de soporte de T.I de las distintas áreas de la compañía. Monitorea el desarrollo de nuevas tecnologías y su posible utilidad en la empresa. Presta asesoría a las distintas áreas en el direccionamiento tecnológico de la empresa	40 80 20 20	1
Subgerente de Administración	Establece, dirige y controla las políticas de abastecimiento de bienes y servicios, ya sea de actividades principales, como de servicios generales Dirige las relaciones comerciales con los proveedores nacionales e internacionales de la compañía. Gestiona de manera económica todos los contratos a su haber.	50 60 60	1
Secretaria de Subgerencia de Administración	Coordina la programación de la agenda de trabajo, reuniones y actividades del SubGerente. Ejecuta actividades administrativas de apoyo; resolviendo requerimientos de la SubGerencia, ya sea de materiales, transporte o documentación. Efectúa la recepción y evacuación de la correspondencia de la SubGerencia.	40 60 60	1
Jefe del Área Aprovisiona-miento	Negocia y administra los contratos de abastecimiento de la empresa. Gestiona la compra y/o contratación de cualquier insumo o servicio que requiera la empresa. Responsable de representar a la empresa en negociaciones con proveedores.	80 40 40	1
Secretaria de Área Aprovisiona-miento	Ejecuta actividades administrativas de apoyo, resolviendo requerimientos del área. Atiende a los requerimientos de clientes internos y externos y los deriva con la persona del área requerida. Maneja y controla los procesos de facturación del área.	50 30 80	1
Administrativo de Aprovisiona-miento	Mantiene el inventario de equipos, materiales e insumos Coordina la entrega y distribución de equipos, materiales e insumos a las distintas áreas de la empresa.	60 100	1

CARGO	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	Horas /mes	FTEs
Analista de Compras y Control de Suministros	Establece los requerimientos y realiza la compra de materiales e insumos acorde a la necesidad de la compañía. Administra los contratos de prestación de servicios de terceros en coordinación con las áreas respectivas. Administra el almacenamiento y suministro de materiales e insumos a las distintas áreas de la empresa.	60 40 60	1
Jefe del Área Servicios Generales	Gestiona y mantiene los centros de documentación de la empresa. Administra los servicios de recepción, manejo y distribución de la correspondencia de la empresa. Administra las actividades de mantenimiento y aseo de las oficinas, areas generales y equipos generales de la compañía. Responsable de proveer mensajería, transporte y servicios varios.	40 40 40 40	1
Secretaria de Área Servicios Generales	Ejecuta actividades administrativas de apoyo, resolviendo requerimientos del área. Atiende a los requerimientos de clientes internos y externos y derivar con la persona del área requerida. Maneja y controla los procesos de facturación del área.	50 30 80	1
Supervisor Servicios Generales	Encargado de atender los requerimientos de servicios de parte de las distintas áreas de la compañía. Supervisa la operación y el trabajo de los contratistas de servicios generales: de mantenimiento y aseo, de mensajería y correspondencia, y de transporte y servicios varios.	60 100	1
Supervisor de Seguridad	Gestiona y administra el contrato de las actividades de seguridad y vigilancia de oficinas e instalaciones de la empresa. Mantiene el registro con los incidentes en seguridad que hayan ocurrido.	120 40	1
Subgerente de Recursos Humanos	Formula e implementa las políticas referentes al manejo de recursos humanos en la organización. Supervisa las áreas de relaciones laborales y de compensación y beneficios, desarrollo organizacional y capacitación, y prevención de riesgos. Dirige y coordina los programas de relaciones laborales, compensación y beneficios, desarrollo organizacional, capacitación y prevención de riesgos.	40 40 80	1
Secretaria de Subgerencia de Recursos Humanos	Coordina la programación de la agenda de trabajo, reuniones y actividades del SubGerente. Ejecuta actividades administrativas de apoyo; resolviendo requerimientos de la SubGerencia, ya sea de materiales, transporte o documentación. Efectúa la recepción y evacuación de la correspondencia de la SubGerencia.	40 60 60	1
Jefe Área Compensaciones y Beneficios	Diseña, propone e implementa las políticas de administración de compensaciones para la empresa Controla y desarrolla modelos retributivos de remuneración fija, variable y beneficios. Supervisa los programas de beneficios.	40 60 60	1

CARGO	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	Horas /mes	FTEs
Analista de Compensaciones y Beneficios	Analiza y ejecuta modelos retributivos, proyectos y procesos del área, para garantizar el cumplimiento de la política de compensaciones de la empresa. Analizar información salarial de los funcionarios. Elaborar y controlar el gasto de remuneración fija y variable. Hace seguimiento a los programas de beneficios.	40 40 40 40	1
Liquidador de Remuneraciones	Encargado de pagar la remuneración a los trabajadores de la empresa. Lleva control e ingresa al sistema los cambios en previsión de salud y fondos de pensión de los trabajadores.	100 60	1
Jefe del Área Desarrollo Organizacional y Capacitación	Coordina el rediseño e implementación de cambios organizacionales. Gestiona el proceso de búsqueda, selección y contratación de personal. Establece y administra los programas de desarrollo y promoción del personal, así como la capacitación y entrenamiento.	40 60 60	1
Analista de Desarrollo Organizacional, Selección y Capacitación	Participa en la implementación y desarrollo de proyectos de: clima y cultura, evaluación del desempeño, movilidad, análisis organizacional, procesos de cambio, gestión del conocimiento. Detecta oportunidades de mejora organizacional y elabora planes de modificaciones en la organización Ejecuta el proceso de búsqueda, selección y contratación de personal. Ejecuta los programas de desarrollo y promoción del personal, así como la capacitación y entrenamiento.	50 20 30 60	1
Jefe del Área Relaciones Laborales	Asegura el cumplimiento de las obligaciones laborales y compromisos convenidos con los trabajadores. Administra y controlar la prestación de los beneficios establecidos. Representa a la empresa en la relación con los Sindicatos o cualquier agrupación de trabajadores.	60 60 40	1
Asistente Social	Coordina funciones operativas inherentes a procedimientos implícitos en la gestión de beneficios sociales y eventos asignados. Apoya y orienta al trabajador de las empresas del grupo, ante eventuales problemáticas de tipo social y familiar.	80 80	1
Médico Contralor	Desarrolla y analiza los resultados del programa de medicina preventiva de la empresa, con el fin de apoyar los programas de salud definidos por el Área de Relaciones Laborales. Elabora la planificación de atención médica para los funcionarios. Hace seguimiento y asesora en los diversos problemas de salud que tienen tanto los funcionarios como sus familias.	60 60 40	1
Jefe del Área Prevención de Riesgos	Planifica y controla las acciones permanentes orientadas a la prevención de riesgo, seguridad y salud ocupacional de acuerdo a los lineamientos establecidos por la empresa y la ley. Elabora e implementar políticas de acción, brinda lineamientos bases para materias de seguridad y salud ocupacional. Gestiona los procesos de Certificación OHSAS 18001.	60 60 40	1

CARGO	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	Horas /mes	FTEs
Analista de Prevención de Riesgos	Vela por la salud y seguridad laboral de todos los trabajadores, propios, de contratistas y de sus subcontratos mediante el control de los procesos y acciones permanentes de prevención de riesgo y seguridad. Reconoce y evalúa riesgos de accidentes y enfermedades profesionales. Capacita y entrena al personal y colaboradores en materias de seguridad y salud ocupacional. Realiza el control de certificación OHSAS 18001..	40 40 40 40	1
Gerente de Ingeniería	Dirige y coordina, de acuerdo a las directrices de la empresa, la planificación, diseño y construcción de la redes del sistema de subtransmisión. Dirige las inversiones de corto, mediano y largo plazo del sistema Garantiza el desarrollo optimizado en términos técnicos y económicos del Sistema Eléctrico.	60 60 40	1
Secretaria de Gerencia (Ingeniería)	Coordina la programación de la agenda de trabajo, reuniones y actividades del Gerente. Ejecuta actividades administrativas de apoyo; resolviendo requerimientos de la Gerencia, ya sea de materiales, transporte o documentación. Efectúa la recepción y evacuación de la correspondencia de la Gerencia.	40 60 60	1
Subgerente de Planificación Técnica	Planifica el desarrollo del sistema eléctrico de la empresa, definiendo las inversiones necesarias para las redes del sistema de subtransmisión, considerando la normativa, los compromisos y la calidad del suministro. Planifica y dirige la incorporación de nuevas tecnologías al sistema eléctrico de la empresa.	100 60	1
Secretaria de Subgerencia de Planificación Técnica	Coordina la programación de la agenda de trabajo, reuniones y actividades del SubGerente. Ejecuta actividades administrativas de apoyo; resolviendo requerimientos de la SubGerencia, ya sea de materiales, transporte o documentación. Efectúa la recepción y evacuación de la correspondencia de la SubGerencia.	40 60 60	1
Ingeniero de Planificación Técnica	Controla y conduce el proceso de planificación de mediano plazo de las redes del sistema de subtransmisión de la empresa. Conduce el proceso de selección de inversiones en subtransmisión, de acuerdo con criterios de optimización técnicos y económicos. Controla y conduce la creación de los informes de inversiones en subtransmisión y propone los criterios de planificación correspondientes. Formula y conduce el estudio técnico y económico de largo plazo del Sistema de Subtransmisión.	80 80 80 80	2
Ingeniero de Estudios Nuevas Tecnologías	Investiga y realiza estudios de nuevas tecnologías aplicadas a redes de transmisión en alta tensión. Coordina estudios técnico-económicos en referencia a la introducción de tecnologías al sistema y/o variaciones en la norma técnica aplicable al sector subtransmisión.	60 100	1

CARGO	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	Horas /mes	FTEs
Subgerente de Ingeniería	Lidera el desarrollo de los proyectos de ingeniería en el sistema de subtransmisión y establece las normas técnicas y los criterios de diseño de los proyectos de corto y mediano plazo. Gestiona y coordina la obtención de los permisos y concesiones necesarios para los proyectos de ingeniería. Gestiona la contratación de empresas de ingeniería especializada que lleven a cabo el desarrollo de los proyectos.	60 50 50	1
Secretaria de Subgerencia de Ingeniería	Propone la programación de la agenda de trabajo, reuniones y actividades del SubGerente. Ejecuta actividades administrativas de apoyo; resolviendo requerimientos de la SubGerencia, ya sea de materiales, transporte o documentación. Efectúa la recepción y evacuación de la correspondencia de la SubGerencia.	40 60 60	1
Jefe del Área Estudios de Ingeniería	Coordina y controla la realización de la Ingeniería de los proyectos de subestaciones y líneas de alta tensión Coordina y controla la adquisición de Equipos y Materiales de los proyectos de subestaciones y líneas de alta tensión. Coordina y controla la contratación de firmas que ejecuten anteproyectos, ingenierías conceptuales, básicas y presupuestos de los proyectos. Define los criterios técnicos de diseño de subestaciones y líneas y controla su aplicación. Aprueba planos técnicos de ingeniería.	40 40 40 40	1
Analista de Estudios de Ingeniería	Supervisa la ejecución de los proyectos de ingeniería básica y de detalle, de Líneas y Subestaciones de Alta Tensión Supervisa la obtención de las concesiones, servidumbres, aprobaciones ambientales y permisos para el establecimiento de tales proyectos. Encargado de aprobar o rechazar las etapas de ejecución del proyecto de ingeniería realizadas por el contratista.	60 50 50	1
Subgerente de Obras	Dirige y controla el proceso de ejecución de obras en el sistema de subtransmisión para asegurar el cumplimiento de los planes de obras en alta tensión, cautelando calidad, plazos, presupuestos y normas de seguridad. Gestiona el proceso de licitación y control de ejecución de obras. Gestiona el suministro de equipos y materiales necesarios para el desarrollo del plan de obras.	60 50 50	1
Secretaria de Subgerencia de Obras	Coordina la programación de la agenda de trabajo, reuniones y actividades del SubGerente. Ejecuta actividades administrativas de apoyo; resolviendo requerimientos de la SubGerencia, ya sea de materiales, transporte o documentación. Efectúa la recepción y evacuación de la correspondencia de la SubGerencia.	40 60 60	1

CARGO	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	Horas /mes	FTEs
Analista de Control Proyectos y Obras	Programa e inspecciona la ejecución de proyectos y obras en el sistema con el fin de asegurar la puesta en servicio de las nuevas instalaciones en la fecha requerida, de acuerdo a las especificaciones entregadas Asegura el cumplimiento de las normas en Seguridad y Salud Ocupacional por parte de los contratistas de obra. Prepara informes y evaluaciones de cierre de obras. Controla el correcto abastecimiento y uso de equipos y materiales en la obra.	120 60 60 80	2
Gerente de Explotación	Dirige y planifica, de acuerdo a las directrices de la Gerencia General, las políticas y estrategias de la operación del sistema eléctrico para: - asegurar la calidad y continuidad de servicio eléctrico; - la planificación de la red de acuerdo a la demanda y - la mantención de las redes y atención de las emergencias.	 60 50 50	1
Secretaria de Gerencia (Explotación)	Coordina la programación de la agenda de trabajo, reuniones y actividades del Gerente. Ejecuta actividades administrativas de apoyo; resolviendo requerimientos de la Gerencia, ya sea de materiales, transporte o documentación. Efectúa la recepción y evacuación de la correspondencia de la Gerencia.	40 60 60	1
Subgerente de Operación Técnica	Coordina las actividades vinculadas a la operación y explotación del sistema eléctrico. Asegura los estándares de calidad de suministro y la explotación económica del sistema Supervisa el cumplimiento de los procesos de las áreas que componen la Subgerencia.	60 60 40	1
Secretaria de Subgerencia de Operación Técnica	Coordina la programación de la agenda de trabajo, reuniones y actividades del SubGerente. Ejecuta actividades administrativas de apoyo; resolviendo requerimientos de la SubGerencia, ya sea de materiales, transporte o documentación. Efectúa la recepción y evacuación de la correspondencia de la SubGerencia.	40 60 60	1
Jefe del Área Programación y Control	Administra y define los procesos técnicos y operativos de la explotación del sistema eléctrico de Subtransmisión Asegura el uso de las instalaciones eléctricas en los niveles de calidad y continuidad, conforme a la normativa legal vigente. Dirige los programas de operación respecto a movimiento de energía e intervenciones en el sistema eléctrico. Planifica acciones asociadas al control de demanda de potencia del sistema.	40 40 40 40	1
Secretaria de Área de Programación y Control	Ejecuta actividades administrativas de apoyo, resolviendo requerimientos del área. Atiende a los requerimientos de clientes internos y externos y los deriva con la persona del área requerida. Maneja y controla los procesos de facturación del área.	50 30 80	1

CARGO	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	Horas /mes	FTEs
Jefe del Departamento Centro de Control	Coordina la explotación de las instalaciones del sistema eléctrico de Subtransmisión, manteniendo un suministro de calidad, continuo y confiable. Define el estado operativo del sistema (normal, alerta, emergencia y recuperación) y las condiciones operativas de cada uno de ellos. Supervisa la operación del sistema eléctrico. Revisa y emite información de los eventos relevantes ocurridos en el sistema. Dirige el plan de recuperación del servicio en caso de falla acordando las maniobras requerida.	70 30 40 20	1
Despachador Principal	Organiza el equipo de turno, supervisa y controla la operación de las instalaciones del sistema de subtransmisión Mantiene las variables del sistema eléctrico en los rangos adecuados para asegurar la continuidad y calidad del suministro eléctrico. Coordina y apoya la labor de los despachadores del sistema. Entrena a despachadores del sistema. Coordina ejecución de planes de emergencia y de recuperación del servicio	240 240 240 120 120	6
Despachador de Sistema	Monitorea y ejecuta la operación de las instalaciones del sistema de subtransmisión Controla en tiempo real y mantiene las variables del sistema eléctrico en los rangos adecuados para asegurar la continuidad y calidad del suministro. Analiza y ejecuta operaciones, programadas o forzadas, mediante telemandos u operadores en terreno. Implementa planes de emergencia y de recuperación del servicio	480 720 480 240	12
Jefe del Departamento Programación de la Operación	Coordina y controla la programación de operaciones y explotación económica del sistema eléctrico de Subtransmisión. Controla los subprocesos de intervenciones en sistemas eléctricos, atención de anormalidades y programación. Define el programa diario de operación acorde a las condiciones de la red Programa a corto plazo, las operaciones y maniobras en el sistema, en coordinación con el CDEC.	40 40 40 40	1
Analista de Programación de la Operación	Realiza la programación a corto plazo de la operación del sistema. Estudia y supervisa el proceso de solicitudes de desconexiones programadas del sistema de acuerdo con los procedimientos y normativas establecidas. Coordina con el CDEC las maniobras programadas.	160 80 80	2
Jefe del Área Operaciones en Terreno	Dirige y programa las operaciones programadas o forzadas en las instalaciones mediante telecomando u operación de contratistas en terreno. Establece los programas de supervisión, inspección y operaciones en terreno Dirige los sistemas para la atención de fallas, eventos y restitución del servicio.	60 40 60	1

CARGO	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	Horas /mes	FTEs
Analista Operaciones en Terreno	Programa las operaciones programadas o forzadas en las instalaciones mediante telecomando u operación de contratistas en terreno. Cumple con los programas de supervisión e inspección de operaciones en terreno. Evalúa la eficacia y rendimientos de los contratistas. Lleva el control de frecuencias, extensión y costo de las labores de operación en terreno.	120 120 80	2
Subgerente de Mantenimiento	Dirige la implementación de políticas y gestión técnica-económica del mantenimiento preventivo y correctivo del Sistema de Subtransmisión. Elabora y dirige el Plan de Mantenimiento de las redes de subtransmisión. Dirige los trabajos tendientes a mantener los distintos Sistemas Normativos de Gestión (ISO 9001 y 14001; y OHSAS 18001)	80 60 20	1
Secretaria de Subgerencia de Mantenimiento	Coordina la programación de la agenda de trabajo, reuniones y actividades del SubGerente. Ejecuta actividades administrativas de apoyo; resolviendo requerimientos de la SubGerencia, ya sea de materiales, transporte o documentación. Efectúa la recepción y evacuación de la correspondencia de la SubGerencia.	40 60 60	1
Jefe del Área Mantenimiento Líneas	Coordina y controla el mantenimiento preventivo y correctivo de Líneas de Alta Tensión. Coordina acciones correctivas ante situaciones de emergencia en las Líneas de Alta Tensión. Organiza inspecciones a labores de contratistas de mantenimiento de las instalaciones de Alta Tensión de la empresa	80 40 40	1
Analista de Mantenimiento Líneas	Programa y coordina las actividades operativas de mantenimiento de líneas. Controla las frecuencias, extensión y costo de las actividades de mantenimiento efectuadas por contratistas. Evalúa las tasas de falla, modos de falla, disponibilidad y vida útil con el fin de definir la mejor estrategia de mantenimiento.	240 120 120	3
Supervisor de Mantenimiento Líneas	Inspeccionar las labores de contratistas relacionadas con los Planes de Mantenimiento preventivos y correctivos en Líneas de Alta Tensión Analiza la información técnica de los contratistas para garantizar el cumplimiento de la normativa de calidad, seguridad e impacto ambiental. Inspecciona la puesta en servicio de líneas en mantenimiento.	240 150 90	3
Jefe del Área Mantenimiento Protecciones y Sistemas de Medida	Programa y conduce el mantenimiento preventivo y correctivo de protecciones y sistemas de medida. Coordina acciones correctivas ante situaciones de emergencia en protecciones y sistemas de medida. Organiza inspecciones a labores de contratistas de mantenimiento de las instalaciones de protecciones y sistemas de medida.	80 40 40	1
Analista de Mantenimiento Protecciones	Coordina y realiza las actividades operativas de mantenimiento de protecciones. Controla las frecuencias, extensión y costo de las actividades de mantenimiento efectuadas por contratistas. Evalúa las tasas de falla, modos de falla, disponibilidad y vida útil con el fin de definir la mejor estrategia de mantenimiento.	160 80 80	2

CARGO	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	Horas /mes	FTEs
Analista de Mantenimiento Sistemas de Medida	Programa y coordina las actividades operativas de mantenimiento de sistemas de medida. Controla las frecuencias, extensión y costo de las actividades de mantenimiento efectuadas por contratistas. Evalúa las tasas de falla, modos de falla, disponibilidad y vida útil con el fin de definir la mejor estrategia de mantenimiento.	80 40 40	1
Supervisor de Mantenimiento Protecciones	Inspecciona las labores de contratistas relacionadas con los Planes de Mantenimiento preventivos y correctivos en protecciones. Analiza la información técnica de los contratistas para garantizar el cumplimiento de las normativas de calidad, seguridad e impacto ambiental. Inspecciona la reconexión de equipos de protección en mantenimiento.	160 100 60	2
Supervisor de Mantenimiento Sistemas de Medida	Inspecciona las labores de contratistas relacionadas con los Planes de Mantenimiento preventivos y correctivos en equipos de medida. Analiza la información técnica enviada por los contratistas para garantizar el cumplimiento de las normativas de calidad, seguridad e impacto ambiental. Inspecciona la reconexión de equipos de medida en mantenimiento.	80 50 30	1
Jefe del Área Mantenimiento Subestaciones	Coordina y controla el mantenimiento preventivo y correctivo de Subestaciones. Coordina acciones correctivas ante situaciones de emergencia en Subestaciones. Organiza inspecciones a labores de contratistas de mantenimiento de las instalaciones de Subestaciones.	80 40 40	1
Analista Mantenimiento Subestaciones	Programa y coordina las actividades operativas de mantenimiento de subestaciones. Controla las frecuencias, extensión y costo de las actividades de mantenimiento efectuadas por contratistas. Evalúa las tasas de falla, modos de falla, disponibilidad y vida útil con el fin de definir la mejor estrategia de mantenimiento.	240 120 120	3
Supervisor Mantenimiento Subestaciones	Inspecciona las labores de contratistas relacionadas con los Planes de Mantenimiento preventivos y correctivos en subestaciones Analiza la información técnica enviada por los contratistas para garantizar el cumplimiento de las normativas de calidad, seguridad e impacto ambiental. Inspeccionar la reconexión de equipos de subestaciones en mantenimiento.	240 150 90	3
Jefe de Laboratorio	Desarrolla los estudios de laboratorio requeridos por la empresa y/o encarga y supervisa los estudios contratados por la empresa. Realiza estudios de aceite y aislación. Realiza pruebas de nuevos equipamientos a ser homologados y adquiridos en el futuro.	60 80 20	1

CARGO	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	Horas /mes	FTEs
Subgerente de Estudios y Calidad	Gestiona la realización de estudios en el corto y mediano plazo en el sistema de subtransmisión con el fin de optimizar la operación del sistema. Organiza y coordina con la autoridad la entrega de información de interrupciones de suministro presentadas a la autoridad. Organiza planes de diagnóstico y estudios sobre la calidad del producto. Representa a la empresa frente a la autoridad ante eventos relacionados con la calidad de suministro.	70 30 30 30	1
Secretaria de Subgerencia Estudios y Calidad	Coordina la programación de la agenda de trabajo, reuniones y actividades del SubGerente. Ejecuta actividades administrativas de apoyo; resolviendo requerimientos de la SubGerencia, ya sea de materiales, transporte o documentación. Efectúa la recepción y evacuación de la correspondencia de la SubGerencia.	40 60 60	1
Jefe del Área Análisis y Estudios de la Operación	Dirige y propone estudios en el corto y mediano plazo en el sistema de subtransmisión. Estudia la optimización y seguridad eléctrica para definir las condiciones operativas, restricciones y estrategias de operación. Organiza e implementa estudios estacionales del sistema eléctrico de subtransmisión con el fin de optimizar el uso de las redes.	60 60 40	1
Ingeniero de Estudios de Explotación	Organiza e implementa estudios de corto plazo y estacionales del sistema eléctrico de subtransmisión en distintas condiciones de operación Prepara antecedentes e información de utilidad en la toma de decisiones de operación segura y eficiente del sistema, en el mediano plazo. Supervisa y estudia las diferentes condiciones de operación que afectan a los componentes eléctricos.	120 80 120	2
Ingeniero de Análisis de la Operación	Realiza estudios del sistema eléctrico de subtransmisión en distintas condiciones de operación, basado en información de operación histórica Prepara información de utilidad en la toma de decisiones de operación segura del sistema eléctrico en el corto plazo. Realiza análisis históricos de las distintas variables eléctricas del sistema con el fin de mejorar y optimizar la operación.	60 40 60	1
Jefe del Área Calidad de Suministro	Organiza y coordina la obtención de las estadísticas oficiales de las interrupciones de suministro y de la calidad del producto del sistema. Organiza planes de diagnóstico y estudios sobre la calidad del producto. Propone normas o procedimientos de uso al interior de la empresa, que inciden en la continuidad del servicio y/o calidad del producto eléctrico. Selecciona interrupciones de suministro a presentar como fuerza mayor a la Autoridad.	80 30 20 30	1
Analista de Calidad de Suministro	Evalúa y organiza los parámetros de la calidad de suministro eléctrico. Prepara y ordena la información de continuidad del suministro eléctrico. Determina las causas y orígenes de las pérdidas de continuidad de suministro y perturbaciones eléctricas dentro del sistema eléctrico.	120 120 80	2

CARGO	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	Horas /mes	FTEs
Gerente Comercial y de Regulación	Define y desarrolla las estrategias comerciales de la empresa asegurando el cumplimiento de los objetivos comerciales de acuerdo con las directrices de la Gerencia General. Gestiona la Regulación del Sector y representa a la compañía ante autoridades reguladoras y fiscalizadoras sectoriales.	80 80	1
Secretaria de Gerencia (Regulación)	Coordina la programación de la agenda de trabajo, reuniones y actividades del Gerente. Ejecuta actividades administrativas de apoyo; resolviendo requerimientos de la Gerencia, ya sea de materiales, transporte o documentación. Efectúa la recepción y evacuación de la correspondencia de la Gerencia.	40 60 60	1
Subgerente de Operaciones Comerciales	Dirige e implementa las estrategias y líneas de acción para los procesos de medición, facturación, recaudación y atención a clientes de acuerdo a las directrices de la Gerencia Comercial. Propone al Gerente estrategias de mejoramiento de la gestión comercial de la compañía.	100 60	1
Secretaria de Subgerencia de Operaciones Comerciales	Coordina la programación de la agenda de trabajo, reuniones y actividades del SubGerente. Ejecuta actividades administrativas de apoyo; resolviendo requerimientos de la SubGerencia, ya sea de materiales, transporte o documentación. Efectúa la recepción y evacuación de la correspondencia de la SubGerencia.	40 60 60	1
Jefe del Área Facturación y Recaudación	Coordina y supervisa directamente el desarrollo de los procesos de facturación y lectura de medidores Coordina la elaboración de información de energía para el control de gestión, estudios tarifarios y técnicos y ante requerimientos de autoridades. Coordina y supervisa la elaboración de información estadística sobre demandas de energía del sistema y de mediciones comerciales en subestaciones primarias y fronteras comerciales.	60 60 40	1
Analista de Facturación y Recaudación	Calcula y contrasta con Regulación la tarifa con que se factura a cada cliente. Aprueba la expedición de facturas mensuales y responsable en primera instancia de atender reclamos sobre las mismas. Responde a los requerimientos de información referentes a facturación de otras áreas de la empresa o de las autoridades sectoriales. Vigila la recaudación de las facturas y elabora información estadística que se requiera	20 60 20 40	1
Analista de Lectura Medidores	Analiza y realiza directamente la lectura de los medidores y entrega al encargado los valores a facturar. Actúa como contacto entre la empresa y el CDEC para datos de medición. Chequea que los medidores funcionen correctamente y avisa a mantenimiento en caso de fallas en la lectura. Mantiene el inventario de medidores.	60 20 60 20	1

CARGO	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	Horas /mes	FTEs
Administrativo de Facturación	Prepara las facturas mensualmente. Realiza seguimiento de los estados de pagos de las facturas. Mantiene base de datos de facturación.	60 60 40	1
Jefe del Área Atención a Clientes	Dirige y controla las acciones y procesos asociados a la gestión comercial relacionada a la atención de clientes. Responsable de programas de servicio a los clientes. Encargado de conformar una estructura para la gestación de proyectos para clientes de la empresa. Estudia y aprueba en coordinación con Explotación las solicitudes de conexión y desconexión de clientes.	80 20 20 40	1
Ejecutivo de Clientes	Gestiona comercial y técnicamente la atención a clientes, generando acciones que permitan mantener una relación de largo plazo con ellos. Estructura las solicitudes de los clientes, notificando a las áreas involucradas, negociando plazos y estándares de servicio y controlando su cumplimiento. Identifica permanentemente oportunidades y necesidades del ámbito energético de sus actuales y potenciales clientes.	80 60 20	1
Subgerente de Regulación	Gestiona y efectúa seguimiento de los procesos de fijación de tarifas de subtransmisión para optimizar la rentabilidad de la empresa. Identifica e incide en los cambios emitidos por las entidades regulatorias y vela por su correcta aplicación y cumplimiento al interior de la empresa. Dirige el desarrollo e implementa políticas, estrategias y planes para la empresa en materia regulatoria y tarifaria. Por delegación del Gerente, representa a la empresa ante diversas autoridades e instituciones externas: Congreso, Ministerios, CNE, SEC, Panel de Expertos, etc. ante requerimientos de regulación sectorial.	40 40 40 40	1
Secretaria de Subgerencia de Regulación	Coordina la programación de la agenda de trabajo, reuniones y actividades del SubGerente. Ejecuta actividades administrativas de apoyo; resolviendo requerimientos de la SubGerencia, ya sea de materiales, transporte o documentación. Efectúa la recepción y evacuación de la correspondencia de la SubGerencia.	40 60 60	1
Ingeniero de Regulación	Contribuye al desarrollo de estudios tarifarios y regulatorios. Prepara información para enviar a la autoridad regulatoria Coordina con consultores y dentro de la empresa la realización de informes regulatorios y tarifarios. Participa en nombre de la empresa en reuniones con entidades externas como SEC, CNE, Empresas Eléctricas A.G., Panel de Expertos, etc. Asesora internamente a otras áreas de la empresa en diversos aspectos regulatorios.	100 120 100 80 80	3

Anexo 6: Homologación de Cargos de Trabajo

En la siguiente tabla se presenta la homologación realizada entre los cargos definidos para la empresa de subtransmisión y los cargos de la encuesta de compensaciones de la firma PricewaterhouseCoopers (PwC), para efectos de establecer la remuneración del personal propio de la empresa.

Tabla A6.1: Homologación de Cargos

CARGO EMPRESA	CARGO ENCUESTA PWC GENERAL
Gerente General	Gerente General
Secretaria de Gerencia General	Secretaria Bilingüe Gerencia General
Chofer Profesional	Chofer de Gerencia
Subgerente Relaciones Institucionales	Gerente Relaciones Públicas
Secretaria de Subgerencia	Secretaria SubGerencia
Jefe Área Relaciones Institucionales	Jefe de Relaciones Públicas
Jefe Área Responsabilidad Social Empresarial	Jefe de Relaciones Públicas
Analista Responsabilidad Social Empresarial	Relacionador Público I
Jefe Área Gestión Ambiental y Calidad	Jefe Aseguramiento de Calidad
Analista Sistemas de Gestión Ambiental	Jefe Inspección Calidad
Analista Control de Calidad	Jefe Inspección Calidad
Fiscal	Fiscal
Secretaria de Gerencia	Secretaria Gerencia de Área
Abogado Experto	Abogado I
Gerente de Gestión Económica, Finanzas y Tributaria	Gerente de Planificación Estratégica
Subgerente Finanzas y Tributaria	Subgerente de Finanzas
Jefe Tesorería	Contador General
Tesorero	Tesorero
Jefe Área Contabilidad y Tributaria	Contador General
Analista Contabilidad	Supervisor Contable
Analista Tributaria	Supervisor Contable
Jefe Área Gestión Financiera	Jefe Departamento Control de Gestión
Analista Gestión Financiera y Activo Fijo	Analista Control de Gestión I
Subgerente de Control y Riesgos	Subgerente de Control de Gestión
Jefe Área Control Interno y Gestión Riesgos	Jefe Departamento Control de Gestión
Analista Gestión de Riesgos	Analista Control de Gestión I
Analista Control Interno	Analista Control de Gestión I
Subgerente de Planificación	Subgerente de Planificación Estratégica
Jefe Área Gestión Económica y Estudios	Jefe Estudios Económicos y Financieros

CARGO EMPRESA	CARGO ENCUESTA PWC GENERAL
Económicos	
Analista Gestión Económica	Analista Control de Gestión I
Analista Área Estudios Económicos	Analista de Estudios Financieros I
Gerente Administración y Recursos Humanos	Gerente de Recursos Humanos
Jefe Área Tecnologías de Información	Jefe de Informática
Administrativo de Sistemas	Técnico de Soporte I
Analista Tecnologías de Información	Analista de Sistemas I
Subgerente de Administración	Subgerente de Abastecimiento
Jefe Área Aprovisionamiento	Jefe de Abastecimiento
Secretaria de Area	Secretaria de Departamento
Administrativo Aprovisionamiento	Asistente de Abastecimiento
Analista de Compras y Control de Suministros	Coordinador de Abastecimiento
Jefe Área Servicios Generales	Jefe de Abastecimiento
Supervisor Servicios Generales	Jefe de Servicios Generales
Supervisor de Seguridad	Jefe de Seguridad
Subgerente de Recursos Humanos	Subgerente de Recursos Humanos
Jefe Área Compensaciones y Beneficios	Jefe de Recursos Humanos
Analista Compensaciones y Beneficios	Experto en Compensaciones y Beneficios
Liquidador de Remuneraciones	Liquidador de Remuneraciones
Jefe Área Desarrollo Organizacional y Capacitación	Jefe Desarrollo Organizacional
Analista Desarrollo Organizacional, Selección y Capacitación	Analista Recursos Humanos I
Jefe Área Relaciones Laborales	Jefe Departamento de Bienestar
Asistente Social	Asistente Social I
Médico Contralor	Jefe Departamento de Bienestar
Jefe Área Prevención de Riesgos	Jefe Prevención Riesgos
Analista Prevención de Riesgos	Experto en Prevención Riesgos
Gerente de Ingeniería	Gerente de Ingeniería
Subgerente de Planificación Técnica	Subgerente de Ingeniería
Ingeniero Planificación Técnica	Ingeniero I
Ingeniero Estudios Nuevas Tecnologías	Ingeniero I
Subgerente de Ingeniería	Subgerente de Ingeniería
Jefe Estudios Ingeniería	Ingeniero I
Analista Estudios Ingeniería	Ingeniero I
Subgerente de Obras	Subgerente de Ingeniería
Analista Control de Obras	Ingeniero I
Gerente de Explotación	Gerente de Operaciones

CARGO EMPRESA	CARGO ENCUESTA PWC GENERAL
Subgerente de Operación Técnica	Subgerente de Operaciones
Jefe Área Programación y Control	Jefe Departamento Redes
Jefe Departamento Centro de Control	Jefe de Operaciones
Despachador del Sistema	Despachador de Media Tensión
Despachador Principal	Despachador de Media Tensión
Jefe Departamento Programación de la Operación	Jefe de Operaciones
Analista Programación de la Operación	Ingeniero II
Jefe Área Operaciones en Terreno	Jefe de Mantención
Analista Operaciones en Terreno	Ingeniero II
Subgerente de Mantenimiento	Subgerente de Mantención de Equipos / Planta
Jefe Área Mantenimiento Líneas	Jefe de Mantención
Analista Mantenimiento Líneas	Ingeniero II
Supervisor Mantenimiento Líneas	Supervisor de Mantención
Jefe Área Mantenimiento Protecciones y Sistemas de Medida	Jefe de Mantención
Analista Mantenimiento Protecciones	Ingeniero II
Analista Mantenimiento Sistemas de Medida	Ingeniero II
Supervisor Mantenimiento Protecciones	Supervisor de Mantención
Supervisor Mantenimiento Sistemas de Medida	Supervisor de Mantención
Jefe Área Mantenimiento Subestaciones	Jefe de Mantención
Analista Mantenimiento Subestaciones	Ingeniero II
Supervisor Mantenimiento Subestaciones	Supervisor de Mantención
Jefe de Laboratorio	Jefe de Laboratorio
Subgerente de Estudios y Calidad	Subgerente Proyectos de Procesos Técnicos
Jefe Área Análisis y Estudios de la Operación	Jefe de Proyectos Procesos Técnicos
Ingeniero Estudios de Explotación	Ingeniero Procesos Técnicos I
Ingeniero Análisis de la Operación	Ingeniero Procesos Técnicos I
Jefe Área Calidad de Suministro	Jefe Aseguramiento de Calidad
Analista Calidad de Suministro	Ingeniero II
Gerente Comercial y de Regulación	Gerente Comercial
Subgerente Operaciones Comerciales	Subgerente Comercial
Jefe Área Facturación y Recaudación	Jefe de Facturación
Analista Facturación y Recaudación	Supervisor de Facturación
Analista Lectura Medidores	Supervisor de Facturación
Administrativo Facturación	Asistente de Facturación I
Jefe Área Atención a Clientes	Especialista de Soporte Ventas I
Ejecutivo Clientes	Especialista de Soporte Ventas II

CARGO EMPRESA	CARGO ENCUESTA PWC GENERAL
Subgerente de Regulación	Subgerente Comercial
Ingeniero Regulación	Ingeniero I

Anexo 7: Operación y Mantenimiento en Terreno

En este anexo se presenta la información detallada de las principales consideraciones utilizadas respecto a la organización y recursos empleados en el desarrollo del modelo y la determinación de costos de las actividades de operación y mantenimiento en terreno del SIC-3.

1. Actividades de Operación en Terreno

- *Personal de cuadrillas de operación, homologación de cargos PwC y remuneración anual*

Tabla A7-1: Personal de Cuadrillas de Operación

Contrato	Cargo	Homologación PwC	Estadígrafo	Remuneración Anual PwC $	Bono Turno $	Remuneración Anual USD
Operación	Jefe Cuadrilla	Electricista I	50	8.484.700	254.541	17.428
Operación	Ayudante Cuadrilla	Electricista II	50	5.901.447	177.043	12.122
Operación	Guardia SS/EE	Electricista II	50	5.901.447	177.043	12.122

- *Equipamiento de las cuadrillas de operación*

Tabla A7-2: Equipamiento de las Cuadrillas de Operación

Tipo Cuadrilla	Descripción	Precio Unit $	Período o V.Util	Cantidad por Cuadrilla	Costo Anual por Cuadrilla $	Costo Anual por Cuadrilla USD
Operación	Linternas Lite - Box	127.131	1	1	127.131	253,5
Operación	Binocular	33.475	1	1	33.475	66,8
Operación	Radio Portátil	220.000	1	1	220.000	438,7
Operación	Multitester	180.000	1	2	360.000	717,9
Operación	Escala telescópica 5 metros	458.766	1	1	458.766	914,9
Operación	Maquina fotográfica	163.918	3	1	54.639	109,0
Operación	Caja de dados	43.753	1	1	43.753	87,3
Operación	Set de herramientas	630.000	1	1	66.830	133,3
Operación	Probador de Pértigas	1.263.100	15	1	166.065	331,2
Operación	Pértiga	96.000	15	2	25.243	50,3
Operación	Cámara Infrarroja	22.000.000	15	1/5	578.485	1.153,6

- *Equipos de seguridad de las cuadrillas de operación*

Tabla A7-3: Equipos de Seguridad de las Cuadrillas de Operación

Tipo Cuadrilla	Descripción	Precio Unit $	Período o V.Util	Cantidad por Persona	Costo Anual por Persona $	Costo Anual por Persona USD
Todas	Parka	12.478	1	1	12.478	24,9
Todas	Camisa	4.600	1	5	23.000	45,9
Todas	Chaqueta	6.300	1	1	6.300	12,6
Todas	Toallas	5.990	1	1	5.990	11,9
Todas	Pantalón mezclilla	6.644	1	2	13.288	26,5
Todas	Zapatos Seguridad para trabajos con electricidad	22.040	1	1	22.040	44,0
Todas	Casco de Seguridad dieléctrico con nuquero	1.634	1	1	1.634	3,3
Todas	Guantes de cuero	2.337	1	2	4.674	9,3
Todas	Protector Solar 1 Lt Factor 30	17.730	1	1	17.730	35,4
Todas	Lentes de Seguridad	10.490	1	1	10.490	20,9

- *Costo anual de los vehículos de operación*

Tabla A7-4: Costo de Vehículos de Operación

Costos

Vehículo	Costo Compra	Valor Anual	Comubustible $/año	Mantenciones $/año	Seguro $/año	Total $/año	Total USD/año
Camioneta D/C	9.705.882	1.579.588	1.584.559	700.000	753.944	4.618.090	9.209

Parámetros

Vehículo	Rendimiento km/lt	Utilización km/año	Combustible $/lt	Mantenciones	$/Mantención	Seguro UF/año
Camioneta D/C	8	35.000	$ 362	4	$ 200.000	36

- *Horas disponibles para operación*

Tabla A7-5: Horas Disponibles para Operación

Horas Turno Disponibles Personal	
Personas	15
Turnos	3
Horas Año	8760
Horas Disponibles/año	**1752**

Horas Vehículos	
Horas al día	12
Días a la semana	6
Semanas al año disponibles	45
Horas Disponibles/año	**3240**

2. Actividades de Mantenimiento en Terreno

- *Lista de actividades de mantenimiento, tiempos de ejecución y frecuencias*

Tabla A7-6: Actividades de Mantenimiento, Tiempos de Ejecución y Frecuencias

Tipo de Instalación	Tipo Mantenimiento	Nombre Tarea	Unidad de Costo	Descripción de la tarea o labor realizada	Frecuencia anual de Ejecución	Tiempo Ejecución (hrs)
SSEE	Preventivo	MANT PREV INTERRUPTOR AT	$/unidad	Comprende una intervención con desconexión del equipo, para realizar el mantenimiento preventivo en interruptor de AT de cualquier tecnología. Entre las tareas están: Limpieza, verificación y ensayos de los componentes del interruptor, como bushings, polos, alarmas, etc.	1/4	4,0
SSEE	Preventivo	MANT PREV INTERRUP DE MT INTEMPERIE O CELDAS	$/unidad	Comprende efectuar durante una desconexión programada, el mantenimiento de todos los equipos de poder asociados a una posición alimentador, tanto en intemperie como en celdas, en lo que se destacan: Limpieza, verificación y ensayos de los componentes del interruptor, como bushings, polos, alarmas, etc.	1/3	4,0
SSEE	Preventivo	MANT PREV REV MEC OP GIS	$/unidad	Comprende una desconexión programada y las maniobras necesarias para efectuar el mantenimiento de uno o más componentes del mecanismo de operación de los equipos GIS, entre los cuales destacan posición interruptor, desconectador, tramo de barra, TT/PP o TT/CC.	1/4	4,0
SSEE	Preventivo	MANT PREV DESC AT	$/unidad	Comprende una intervención con desconexión del equipo, para realizar el mantenimiento preventivo en Desconectadores AT, entre las tareas están: Limpieza, verificación y ensayos de los componentes del desconectador, como bushings, polos, alarmas, etc.	1/4	4,0
SSEE	Preventivo	MANT PREV DESC MT	$/unidad	Comprende efectuar durante una desconexión programada, el mantenimiento de todos los desconectadores de poder asociados a una posición alimentador, en intemperie, en lo que se destacan: Limpieza, verificación y ensayos de los componentes del desconectador, como bushings, polos, alarmas, etc.	1/3	4,0
SSEE	Preventivo	MANT PREV BARRA MT INTEMPERIE	$/unidad	Comprende una intervención programada con desconexión del equipo, para efectuar un mantenimiento preventivo completo a todos los desconectadores de MT entre los que destacan limpieza aislación aisladores soporte de barra y inspección de componentes.	1/3	4,0
SSEE	Preventivo	MANT PREV TT/CC O TT/PP AT O MT	$/unidad	Contempla una desconexión programada para efectuar limpieza general de aislación, medida de relación de transformación, resistencia de aislación parcial y total en terminales y prensa, aprietes, en un juego de TT/PP o un juego de TT/CC A.T. o M.T. Incluye la revisión y pruebas de continuidad de los fusibles, para el caso de equipos en Celdas.	1/3	4,0
SSEE	Preventivo	MANT PREV BCO COND AT	$/unidad	Comprende una intervención programada con desconexión del equipo, para efectuar un mantenimiento a todos los equipos asociados y que conforman el Bco.. de condensadores entre los cuales se encuentran Interruptor AT, desconectador AT Lado Banco, desconectador Puesta a Tierra, condensadores y equipos auxiliares (TT/CC - TT/PP).	1/6	7,0
SSEE	Preventivo	LAVADO AISLAC CN TENSION S/E COMPLETA	$/unidad	Comprende efectuar lavado de aislación con equipos energizados, a todos los aisladores y equipos existentes en patios de Subestaciones estándares intemperie.	1/2	4,0
SSEE	Preventivo	MANT PREV REV GENERAL BCO BATERIA	$/unidad	Comprende una intervención programada, para efectuar una revisión que contemple lo siguiente: limpieza de celdas y sala de baterías; medición de resistencia interna, resistencia de contacto, voltaje por celdas y densidad; verificación de medidas de Polo a Tierra; normalización de esquema y verificación de alarmas locales y remotas con el Despacho de sistema; y relleno de electrolitos.	1	4,0
SSEE	Preventivo	MANT PREV PRUEBA CAPACIDAD BCO BATERIA	$/unidad	Comprende una intervención programada, para efectuar una Prueba de Capacidad, que contemple lo siguiente: prueba efectiva de funcionamiento y verificación de alarmas locales y remotas con Despacho del Banco Batería Móvil; y medición de corriente de descarga, voltaje por celdas, resistencia interna y densidad.	1/4	4,0
SSEE	Preventivo	MANT PREV REV PARCIAL CARGADOR DE BATERIAS	$/unidad	Comprende una intervención programada, para efectuar una revisión que contemple las siguientes actividades: desenergización del equipo desde la CA y CC; limpieza general (electrónica y potencia); reaprete de conexiones; y verificación de etapas de señalizaciones.	1/2	4,0
SSEE	Preventivo	MANT PREV REV GENERAL CARGADOR DE BATERIAS	$/unidad	Comprende una intervención programada, para efectuar una revisión que contemple las siguientes actividades: verificación y medición de tiempos de etapas de alarmas del cargador; verificación de etapas de operación (carga de flote, automatismo y carga rápida manual); conexión del cargador, verificando la existencia de tensión alterna y continua en el equipo.	1/4	4,0
SSEE	Preventivo	MANT PREV REV GENERAL TRANSF SSAA	$/unidad	Comprende una intervención programada con desconexión del equipo, para efectuar un mantenimiento a transformadores de servicios auxiliares.	1/6	4,0
SSEE	Preventivo	MANT PREV REV GENERAL TDCA o TDCC	$/unidad	Comprende una intervención programada, para efectuar una revisión de todos los tableros de CA y CC de una Subestación, que contempla las siguientes actividades: medición de carga por circuitos; medición de carga total por fases; verificar puntos calientes inspeccionando posibles cables y conectores fundidos y/o sueltos; verificación de funcionamiento de termomagnéticos.	1/3	4,0
SSEE	Preventivo	INSPECCION VISUAL DE TRANSFORMADOR	$/unidad	Esta revisión se realiza con el transformador en servicio y comprende las siguientes actividades: Chequeo funcionamiento filtro CTBC; eliminar y limpiar manchas de aceite a nivel de piso de base y accesorios menores; Verificación funcionamiento de ventiladores y cambio de grupo líder; informar de inmediato en caso de anormalidad importante.	1	4,0
SSEE	Preventivo	TOMA DE MUESTRA DE ACEITE	$/unidad	Considera la toma de muestras de aceite a los transformadores de potencia y sus respectivos cambiadores de TAP.	1	4,0
SSEE	Preventivo	REVISION DE MONITORES DE TEMPERATURA	$/unidad	Considera gestionar la intervención en el Transformador, la revisión de un monitor de temperatura por transformador en la que se realiza una revisión a sus ajustes y al correcto funcionamiento de las distintas etapas, la verificación real de la elevación de temperatura y la verificación de los datos relacionados con los parámetros del transformador.	1	6,0

Tipo de Instalación	Tipo Mantenimiento	Nombre Tarea	Unidad de Costo	Descripción de la tarea o labor realizada	Frecuencia anual de Ejecución	Tiempo Ejecución (hrs)
SSEE	Preventivo	MEDICION DE CORRIENTE DE FUGA EN PARARRAYOS	$/unidad	Considera la medición de hasta tres pararrayos de 110 kV o 220 kV. La medición de la corriente de fuga se realizara con el pararrayos en servicio.	1/2	6,0
SSEE	Preventivo	REVISION COMPLETA DEL TRANSFORMADOR	$/unidad	Esta revisión consiste en gestionar la desconexión del Transformador y efectuar las siguientes actividades: Desconexión y Conexión de chicotes AT/MT del Transformador; Limpieza manual de Bushing AT/MT, Pararrayos AT/MT y otros aisladores; Ensayos eléctricos: Capacidades y factor de Disipación, Razón Transformación, Resistencia Óhmica, Resistencia Aislación y Corriente de Excitación; Medir corriente partida, corriente trabajo y resistencia aislación a los moto ventiladores y bombas; Chequeo funcionamiento filtro CTBC; Completar hoja de inspección; Eliminar y limpiar manchas de aceite; Lavado externo general.	1/6	6,0
SSEE	Preventivo	MANTENIMIENTO DEL CTBC	$/unidad	Considera: Retiro del aceite aislante; Retiro de la tapa del CTBC y la transmisión; Retiro del RUPTOR con grúa; Limpieza interna del estanque; Limpieza interna del Conservador; Limpieza de contactos móviles y fijos; Desarme y limpieza del Ruptor; Limpieza y lubricación de la transmisión del accionamiento; Revisión y limpieza de gabinete de control; Limpieza y lubricación de partes móviles del mecanismo dispuesto en gabinete de control; Medición de desgaste de contactos; Medición de las resistencias internas; Cerrar CTBC y llenado con aceite limpio; Medición de razón de transformación por tap intermedio; Revisión y re-engrasado de cajas de transmisión mecánica; Limpieza manual de Bushing AT/MT, Pararrayos AT/MT y otros aisladores; Verificar el estado de las lozas; Revisión prensas conectoras.	1/6	12,0
SSEE	Preventivo	ROTACION UNIDAD MONOF TRANSF AT	$/unidad	Considera las actividades necesarias para realizar un cambio de pierna en bancos de transformadores y autotransformadores.	1	4,0
SSEE	Preventivo	TERMOGRAFIA EN SUBESTACIONES	$/unidad	Consiste en la inspección Termográfica de la subestación completa. No considera cámaras de cables subterráneos ni Barras en celdas de Media Tensión. La inspección se debe efectuar sobre todos los equipos en Alta Tensión, Media Tensión y Servicios Auxiliares.	1	6,0
SSEE	Preventivo	INSPECCION GENERAL DE LA SUBESTACION	$/unidad	Comprende la inspección visual de la subestación completa, de todos sus componentes de potencia o auxiliares, para determinar la presencia de alguna anormalidad, tomar fotografías, y registrar datos de uno o todos los equipos.	1	6,0
SSEE	Preventivo	PRUEBAS EFECTIVAS ESQUEMA TOTAL ALIMENTADOR	$/unidad	Comprende: Pruebas completas al sistema de protecciones y control incluyendo las opciones de control local-remoto del interruptor asociado; Contrastación de la totalidad de los valores de ajuste entregados por el mandante; Emisión de informe en vía magnética de los valores encontrados y dejados; Establecimiento de trips efectivos desde las protecciones hacia el interruptor asociado; Reapriete de terminales en los equipos de tablero y de patio, como la limpieza de dispositivos de tablero como switches, y relés auxiliares de tablero; Verificación del total de las alarmas; Verificación de todas las opciones de teleasistencia de la posición y mantenimiento de los relés auxiliares de cierre y apertura.	1/3	6,0
SSEE	Preventivo	MANTENIMIENTO RELES AUXILIARES PARA TELECONTROL DE UNA POSICION EN GABINETE DE RELES DE INTERCONEXION	$/unidad	Comprende actividades de mantenimiento general y reapriete de conexiones en todos los componentes de control asociados a las opciones teleasistidas del servicio bajo mantenimiento (telecontrol, alarmas remotas, telemedida).	1/4	3,0
SSEE	Preventivo	MANTENIMIENTO GENERAL DE COMPONENTES DE TABLERO DE CONTROL DE CUALQUIER POSICION	$/unidad	Comprende el mantenimiento general de cualquier posición del tablero de control de cualquier componente.	1/4	3,0
SSEE	Preventivo	MEDICION DE RESISTENCIA DE MALLA DE TIERRA DE SUBESTACION	$/unidad	Considera la realización de medición en base al método Schlumberger, con sonda de referencia ubicada a 5 veces la diagonal de la malla. La prueba debe realizarse con instrumento inmune a las señales eléctricas presentes en el terreno.	1/4	3,0
SSEE	Preventivo	VERIFICACION DE SISTEMA ANUNCIADOR DE ALARMAS ELECTRONICO.	$/unidad	Comprende la verificación del sistema anunciador de alarmas, incluyendo la comprobación de comunicación remota y la emisión de señales de alarma hacia el Centro de Control.	1/4	3,0
SSEE	Preventivo	PRUEBAS EFECTIVAS Y VERIFICACION DE SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA DE 110 kV CUALQUIER TECNOLOGIA	$/unidad	Considera: Conexiones, reapriete de borneras en la llegada de cables de control; limpieza de contactos de borneras, contactos de relés detectores de voltaje y auxiliares; verificación de programa de plc; pruebas efectivas de transferencia, verificando los tiempos de retardo en la operación y los valores de voltajes mínimos de transferencia de acuerdo a valores preestablecidos.	1/4	3,0
SSEE	Preventivo	VERIFICACION DE OPERACION DE SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA DE SSAA	$/unidad	Comprende la realización de actividades de mantenimiento general y de conexiones de relés auxiliares, reapriete de borneras en circuitos de llegada y de salida, comprobar diferencia de voltaje por fase en circuitos de llegada, verificación visual del estado de circuitos impresos, electrónica de potencia, verificación de tiempos de retardo en la operación normalizados, de acuerdo a ajustes especificados.	1/4	3,0
SSEE	Preventivo	MEDICION DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO EN PUNTOS NOTABLES DE MALLA DE TIERRA	$/unidad	Considera la realización de mediciones de tensiones de paso y contacto en 60 puntos de una subestación de poder, en base a norma IEEE.	1/4	3,0
SSEE	Preventivo	VERIFICACION DE SISTEMAS DE PROTECCION DE RESPALDO EN AT (2 UNIDADES) Y NEUTRO DE MT, SISTEMA DE PROTECCION DIFERENCIAL Y DE RELE REGULADOR DE VOLTAJE CUALQUIER TECNOLOGIA	$/unidad	Comprende la verificación de sistemas de protección de respaldo en AT y neutro de MT , sistema de protección diferencial y de relé regulador de voltaje cualquier tecnología.	1/6	3,0
SSEE	Preventivo	PRUEBAS EFECTIVAS TRANSF Y CTBC 2 INTERRUP	$/unidad	Pruebas efectivas de control y protecciones, transformador con CTBC, con protección de respaldo AT/MT y protección diferencial de transformador de cualquier tecnología.	1/3	3,0
SSEE	Preventivo	VERIFICACION SOBRECORR. 3 FASES Y RESIDUAL	$/unidad	Comprende la verificación y calibración de los ajustes de corriente mínima de operación y tiempos de operación normalizados de las fases y residual del esquema en sus unidades de tiempo e instantánea, medición de los tiempos de reconexión del relé de reconexiones según los valores entregados por el mandante. dependiendo de la clase de tecnología, en el caso de relés electromecánicos deberán limpiarse y ajustarse descansos, disco, imanes.	1/3	3,0
SSEE	Preventivo	VERIFICACION PROTECCION DIFERENCIAL	$/unidad	Comprende la verificación de sistemas de protección diferencial de cualquier tecnología.	1/3	3,0
SSEE	Preventivo	MANT GRAL DESCONECTADOR MOTORIZADO	$/unidad	Comprende actividades de mantenimiento general en gabinete de control de un desconectador motorizado incluyendo reapriete de conexiones, verificación de circuito de control y circuito del motor, pruebas de operación efectiva de cierre y apertura en modo local, remoto y cos.	1/3	3,0
SSEE	Preventivo	PRUEBAS EFECTIVAS DE CONTROL Y PROTECCIONES, PARA ACOPLADOR DE MT	$/unidad	Considera las actividades de mantenimiento general, reapriete de conexiones, limpieza de contactos de switches auxiliares de control, habilitación y en general todos los accesorios asociados al servicio bajo mantenimiento.	1/3	3,0
SSEE	Preventivo	PRUEBAS EFECTIVAS LIN DE T. 2 PROTECCIONES	$/unidad	Considera la verificación y reapriete de la totalidad de las conexiones que entran y salen de los relés que constituyen el sistema primario y el sistema de respaldo, la realización de pruebas completas a los sistemas de protección y control asociados a la línea de transmisión incluyendo todas las opciones de control (local, remoto y cos) del interruptor y los desconectadores lado barra, línea y de tierra, entre otros.	1/4	3,0

Tipo de Instalación	Tipo Mantenimiento	Nombre Tarea	Unidad de Costo	Descripción de la tarea o labor realizada	Frecuencia anual de Ejecución	Tiempo Ejecución (hrs)
SSEE	Preventivo	VERIFICACION RESIDUAL DIRECCIONAL LINEA	$/unidad	Comprende la realización de actividades de mantenimiento general de conexiones de relés de sobrecorriente residual-direccional de cualquier tecnología ; además de la verificación y calibración de los ajustes de direccionalidad, de corriente mínima de operación y tiempos de operación normalizados de unidad de tiempo y unidad instantánea, de acuerdo a ajustes entregados por el mandante.	1/4	3,0
SSEE	Preventivo	VERIFICACION DE SISTEMA DE PROTECCION DE DISTANCIA DE LINEAS DE TRANSMISION, DE CUALQUIER TECNOLOGIA	$/unidad	Considera las pruebas efectivas de control y protecciones, para líneas de transmisión con esquema de protección de distancia de cualquier tecnología.	1/4	3,0
SSEE	Preventivo	VERIFICACION PROTECCIONES BANCO CONDENSADORES	$/unidad	Considera la verificación de todas las componentes de protección de bancos de condensadores, incluyendo el reapriete de la totalidad de las conexiones que entran y salen de los relés que constituyen el sistema primario y los sistemas de alarma y trip de la primera etapa.	1/3	3,0
SSEE	Preventivo	PRUEBAS EFECTIVAS DE CONTROL Y PROTECCIONES, PARA BANCOS DE CONDENSADORES CON PROTECCION DE FASE + RESIDUAL + PROTECCION DE ALARMA Y APERTURA	$/unidad	Considera la realización de pruebas completas a los sistemas de protección y control asociados al banco de condensadores incluyendo todas las opciones de control (local, remoto y cos) del interruptor principal y los interruptores de cada etapa.	1/3	3,0
SSEE	Preventivo	VERIFICACION LOCAL DE ESQUEMA DE MEDIDA DE CUALQUIER TECNOLOGIA DE TRANSFORMADOR O LINEA DE TRANSMISION	$/unidad	Considera la verificación local de esquema de medida de cualquier tecnología de transformador o línea de transmisión, incluyendo limpieza y ajustes, entre otros.	1/4	3,0
SSEE	Preventivo	ASEO RECINTOS DE SUBESTACIONES	$/unidad	Considera el aseo, limpieza, desodorización, encerado, limpieza de vidrios y otras actividades de aseo de subestaciones.	12	6,0
SSEE	Preventivo	CONTROL MALEZAS EN PATIOS	$/unidad	Consiste en el desmalezado y control de malezas de subestaciones.	6	6,0
SSEE	Preventivo	MANTENIMIENTO AREAS VERDES	$/unidad	Consiste en la mantención de áreas verdes con reposición de especies y césped en recintos de subestaciones.	6	6,0
SSEE	Preventivo	MANTENIMIENTO ALUMBRADO EN ALTURA	$/unidad	Consiste en la mantención de luminarias en altura incluyendo limpieza, reapriete y revisión general.	1/4	3,0
SSEE	Preventivo	MANTENIMIENTO MENOR SUBESTACIONES	$/unidad	Incluye otros servicios de mantenimiento menor no considerados en otras tareas, como instalación de banderas, organización y limpieza de bodegas, inspección y acompañamiento de visitas, entre otros.	12	6,0
Líneas	Preventivo	DESENGANCHE RAMAS CON RETIRADA A VERTEDERO	$/unidad	Consiste en la corta programada y autorizada, en altura de la totalidad de la parte superior del árbol que tiene proyección de caída sobre los conductores de una línea de transmisión, ubicadas en la franja de servidumbre o fuera de ella.	1 1/2	0,4
Líneas	Preventivo	INSPECCION DETALLADA TRAZADO CABLE METRO	$	Considera la inspección visual y el recorrido de todo el trazado del cable registrando perturbaciones o amenazas originadas en obras civiles de terceros que involucren excavaciones sobre o producidas por fenómenos naturales en las inmediaciones de los cables de poder, las que pudieran afectar la integridad de las instalaciones eléctricas.	diaria	0,1
Líneas	Preventivo	INSPECCION DETALLADA DE CAMARAS	$/unidad	Consiste en la determinación del estado actual de las cámaras, los equipos instalados en su interior, detectar fugas incipientes de aceite aislante y obtener registro de presión del fluido aislante.	2	0,5
Líneas	Preventivo	INSPECCION DETALLADA LINEA CON ESCALAMIENTO	$/unidad	Comprende la inspección de la línea, subiéndose a las estructuras. Se tomarán los datos del estado de los herrajes, conductores, estructura y demás componentes de la línea a través de los terminales portátiles.	1/30	0,5
Líneas	Preventivo	INSPECCION NORMAL LINEAS	$/km	Comprende la realización de la inspección ocular a pie del tramo asignado, recogiendo datos de los componentes de la instalación, los que se registrarán mediante terminales portátiles.	4	0,3
Líneas	Preventivo	INSPECCION TEMPERATURAS EN CONEXIONES CON TERMOCUPLA	$/unidad	Comprende el registro de temperaturas de conexiones en puentes y conductores de fase lado línea adyacente, en una estructura de anclaje o bushing de cable at. mediante equipo termo-visión desde la cruceta de cada fase. Se deberá portar también pértiga para instalación de la termocupla.	1/2	1,0
Líneas	Preventivo	LAVADO CADENA AISLADORES CON CHORRO AGUA DESMINERALIZADA	$/unidad	Comprende el retiro de la contaminación depositada en la superficie y en los laberintos de los aisladores, de cualquier nivel de tensión, mediante un chorro de agua desmineralizada a una presión comprendida entre 500 y 800 PSI.	2	0,1
Líneas	Preventivo	LIMPIEZA MANUAL DE BUSHINGS TERMINALES	$/unidad	Consiste en la gestión para la desconexión e intervención para el retiro del polvo, hollín, estiércol, residuos industriales y cualquier otro tipo de suciedad, impurezas o contaminación depositada en la superficie y laberintos de cada uno de los bushings, mediante limpieza manual a paño.	2	0,3
Líneas	Preventivo	LIMPIEZA MANUAL CADENA AISLADORES	$/unidad	Consiste en la gestión para la desconexión e intervención para el retiro del polvo, hollín, estiércol, residuos industriales y cualquier otro tipo de suciedad, impurezas o contaminación depositada en la superficie y laberintos de los aisladores, mediante limpieza manual a paño.	1/2	0,3
Líneas	Preventivo	MANTENCION FRANJA DE SERVIDUMBRE CON RETIRO DE VEGETACION A VERTEDERO	$/m2	Consiste en la eliminación y retiro de la vegetación existente en la franja de seguridad mediante el corte a ras del suelo de los arbustos y monte nativo, generalmente compuesto por litre, quillay, espino, romero, quilo, zarzamora, y pastizales con alturas que varían entre 0.8 y 2.0 m aproximadamente. El producto del roce debe ser trasladado a botaderos autorizados.	mensual	0,0
Líneas	Preventivo	MEDICION ALTURA DE CONDUCTORES POR HAZ ULTRASONICO O PERTIGA AISLANTE	$/km	Comprende la medición de la distancia mínima de un conductor al suelo, en un punto, mediante instrumento de haz ultrasónico o pértiga aislante, registrando el valor.	1/2	0,1
Líneas	Preventivo	MEDICION RESISTENCIA PUESTA A TIERRA ESTRUCTURA DESCONECTANDO CABLE GUARDIA	$/unidad	Efectuar medición de la resistencia de puesta a tierra en estructura, sin desconectar la toma de tierra de la malla, aislando el cable de guarda.	1/6	1,0
Líneas	Preventivo	PODA DE ARBOL LATERAL O BAJO CIRCUITO CON RETIRADA A VERTEDERO	$/km	Consiste en la corta programada y científica de las ramas, ganchos o renuevos de las especies ubicadas bajo el o los conductores inferiores de una línea at. Hasta llegar a las distancias de seguridad. Considera el retiro total de ganchos y ramas desde vía pública o recintos privados.	mensual	0,2
Líneas	Preventivo	PODA DE ARBOL LATERAL EN ALTURA CON RETIRADA A VERTEDERO	$/km	Consiste en la corta programada de las ramas, ganchos o renuevos de las especies ubicadas en forma lateral y en la zona comprendida entre el plano horizontal determinado por el o los conductores inferiores y una línea imaginaria con inclinación de treinta grados (30°) respecto de la vertical, de una línea at. hasta llegar a las condiciones de seguridad. El podador deberá efectuar la poda en altura con motosierra, mediante equipo mecanizado provisto de capacho. Considera el retiro total de ganchos y ramas desde vía publica o recintos privados.	1	0,2

Tipo de Instalación	Tipo Mantenimiento	Nombre Tarea	Unidad de Costo	Descripción de la tarea o labor realizada	Frecuencia anual de Ejecución	Tiempo Ejecución (hrs)
Líneas	Preventivo	RECORRIDO PARA INSPECCION Y/O MEDICION EN HELICOPTERO	$	Abarca la realización de un recorrido por toda la línea o tramo de línea que será indicado por distribuidora para inspeccionar el estado de la línea (inspección de rutina o por falla) y/o efectuar mediciones tales como: termografía, efecto corona, toma de fotografía.	2	1,0
Líneas	Preventivo	REPARACION DE SENDEROS DE PATRULLAJE	$/m2	Consiste en restituir las condiciones del sendero de patrullaje a las de uno recién construido.	100	0,01
Líneas	Preventivo	REPARACION DE HUELLA DE ACCESO VEHICULAR	$/m2	Consiste en restituir las condiciones del camino de acceso a las de uno recién construido.	200	0,01
Líneas	Preventivo	REPARACION DE CONDUCTOR DAÑADO	$/km	Comprende el desengrampe de el o los conductores en el caso de un haz, en las estructuras contiguas hasta que permita la realización de la o las uniones de compresión que sea necesario ejecutar en un vano, desde el suelo o bien mediante el empleo de un camión capacho si existe acceso adecuado.	1/10	3,0
Líneas	Preventivo	VERIFICACION MASIVA AISLADORES POR MEDIO DE RADIO FRECUENCIA O ULTRASONIDO	$/km	Considera la medición del voltaje de radiointerferencia emitido por los aisladores que conforman las cadenas, comparándolo con valores referenciales emitidos por unes limpias y en buen estado, o la medición del nivel de emisión de ondas ultrasónicas producidas en aislaciones defectuosas y compararlas con valores referenciales emitidos por unes limpias y en buen estado.	1	0,2
Líneas	Preventivo	VERIFICACION SELECTIVA DE AISLADORES POR MEDIO DE GRADIENTE DE POTENCIAL	$/unidad	Considera la medición de la distribución de potencial en cada uno de los discos que conforman la cadena y compararlos con valores referenciales conocidos.	1/5	0,5

- *Personal de cuadrillas de mantenimiento, homologación de cargos PwC y remuneración anual*

Tabla A7-7: Personal de Cuadrillas de Mantenimiento

Contrato	Cargo	Homologación PwC	Percentil	Remuneración Anual PwC $	Remuneración Anual PwC USD
Subestaciones	SS/EE Supervisor	Supervisor de Mantención	50	12.559.155	25.046
Subestaciones	SS/EE Capataz	Electricista I	50	8.484.700	16.920
Subestaciones	SS/EE Especialista	Electricista I	50	8.484.700	16.920
Subestaciones	SS/EE Tecnico Especialista Ensayos	Laboratorista I	50	10.070.560	20.083
Subestaciones	PROT Ingeniero	Ingeniero III	50	15.683.886	31.277
Subestaciones	PROT Tecnico	Electricista I	50	8.484.700	16.920
Subestaciones	PROT Ayudante Alambrador	Electricista II	50	5.901.447	11.769
Líneas	LL/TT Supervisor	Técnico Mantención Terreno I	50	9.258.654	18.464
Líneas	LL/TT Capataz	Técnico Mantención Terreno II	50	7.440.282	14.838
Líneas	LL/TT Especialista	Supervisor de Mantención	50	12.559.155	25.046
Líneas	LLTT Ayudante	Supervisor de Mantención	50	12.559.155	25.046
General	SS/GG Capataz	Electricista I	50	8.484.700	16.920
General	SS/GG Ayudante	Electricista I	50	8.484.700	16.920
General	SS/GG Supervisor	Electricista II	50	5.901.447	11.769

- *Equipamiento de las cuadrillas de mantenimiento*

Tabla A7-8: Equipamiento de Cuadrillas de Mantenimiento

Tipo Cuadrilla	Descripción	Precio Unit $	Período o V.Util	Cantidad por Cuadrilla	Costo Anual por Cuadrilla $	Costo Anual por Cuadrilla $
Todas	Linternas Lite - Box	127.131	1	1	127.131	253,5
Todas	Binocular	33.475	1	1	33.475	66,8
Todas	Radio Portátil	220.000	1	1	220.000	438,7
Todas	Multitester	180.000	1	2	360.000	717,9
Todas	Escala telescópica 5 metros	458.766	1	1	458.766	914,9
Todas	Maquina fotográfica	163.918	3	1	54.639	109,0
Todas	Caja de dados	43.753	1	1	43.753	87,3
Todas	Set de herramientas	630.000	1	1	66.830	133,3
Todas	Probador de Pértigas	1.263.100	15	1	166.065	331,2
Todas	Pértiga	96.000	15	2	25.243	50,3
Todas	Cámara Infrarroja	22.000.000	15	1/5	578.485	1.153,6
LLTT	Repeledor de perros	96.000	15	1	12.621	25,2
LLTT	Pastecas	137.000	15	1/5	3.602	7,2
LLTT	Pértiga para tierra de bloqueo	385.000	15	2	101.235	201,9
LLTT	Tecle 3000 kgs.	357.000	15	1/5	9.387	18,7
LLTT	Cortador de Conductores	227.000	15	1/5	5.969	11,9
LLTT	Cámara medición efecto corona	44.693.146	15	1/5	1.175.195	2.343,6
LLTT	Medidor de campos	344.000	15	1/5	9.045	18,0
LLTT	Comulón	440.000	15	1/5	11.570	23,1
SSEE	Medidor de resistencia de contacto (Ducter)	5.300.000	15	1/5	139.362	277,9
SSEE	Medidor de resistencia de aislación (Megger)	3.200.000	15	1/5	84.143	167,8
SSEE	Instrumento marca Megger, modelo Bite	15.500.000	15	1/5	407.569	812,8
SSEE	Analizador de Interruptores EGIL	10.500.000	15	1/5	276.095	550,6
SSEE	Puente de Capacidad Delta 2000	31.300.000	15	1/5	823.026	1.641,3
SSEE	TTR Trifasico Meger	14.100.000	15	1/5	370.756	739,4
SSEE	TTR Monofasico	3.600.000	15	1/5	94.661	188,8
SSEE	Medidor de Resistencia puesta tierra	3.200.000	15	1/5	84.143	167,8
SSEE	Medidor de Resistencia Ohmmica	7.300.000	15	1/5	191.952	382,8
SSEE	Equipo de AT.Tension Aplicada (100 KV C.A.)	8.500.000	15	1/5	223.505	445,7
SSEE	Camara Termografica Agema 570	33.000.000	15	1/5	867.727	1.730,4
SSEE	Camara Termografica Thermacam IR P25	20.300.000	15	1/5	533.784	1.064,5
SSEE	Monitor Corrientes de Fuga en Pararrayos	21.000.000	15	1/5	552.190	1.101,2

- *Equipos de seguridad de las cuadrillas de mantenimiento*

Tabla A7-9: Equipo de Seguridad de Cuadrillas de Mantenimiento

Tipo Cuadrilla	Descripción	Precio Unit $	Período o V.Util	Cantidad por Persona	Costo Anual por Persona $	Costo Anual por Persona USD
Todas	Parka	12.478	1	1	12.478	24,9
Todas	Camisa	4.600	1	5	23.000	45,9
Todas	Chaqueta	6.300	1	1	6.300	12,6
Todas	Toallas	5.990	1	1	5.990	11,9
Todas	Pantalón mezclilla	6.644	1	2	13.288	26,5
Todas	Zapatos Seguridad para trabajos con electricidad	22.040	1	1	22.040	44,0
Todas	Casco de Seguridad dieléctrico con nuquero	1.634	1	1	1.634	3,3
Todas	Guantes de cuero	2.337	1	2	4.674	9,3
Todas	Protector Solar 1 Lt Factor 30	17.730	1	1	17.730	35,4
Todas	Lentes de Seguridad	10.490	1	1	10.490	20,9

- *Costo horario de vehículos de mantenimiento propios*

Tabla A7-10: Costo de Vehículos de Mantenimiento Propios

Costos

Vehículo	Costo Compra	Valor Anual	Comubustible $/año	Mantenciones $/año	Seguro $/año	Total $/año	Total $/hora	Total USD/hora
Camión 3/4 D/C	9.590.000	1.560.728	1.810.924	750.000	753.944	4.875.596	1.505	**3,00**
Camioneta D/C	9.705.882	1.579.588	1.584.559	700.000	753.944	4.618.090	1.425	**2,84**
Camioneta D/C 4x4	12.165.000	1.979.798	1.584.559	700.000	753.944	5.018.300	1.549	**3,09**

Parámetros

Vehículo	Rendimiento km/lt	Utilización km/año	Combustible $/lt	Mantenciones	$/Mantención	Seguro UF/año	Horas Disponible
Camión 3/4 D/C	6	30.000	362	3	250.000	36	3.240
Camioneta D/C	8	35.000	362	4	200.000	36	3.240
Camioneta D/C 4x4	8	35.000	362	4	200.000	36	3.240

- *Costo horario de vehículos de mantenimiento arrendados*

Tabla A7-11: Costo de Vehículos de Mantenimiento Arrendados

Vehículo	$/hora horario hábil	$/hora horario no hábil	USD/hora horario hábil	USD/hora horario no hábil
Camión Pluma 5 TON	21.785	27.338	43,4	54,5
Camión Capacho	25.000	35.000	49,9	69,8
Camión Tolva	9.005	10.053	18,0	20,0
Bulldozer D6	35.812	39.791	71,4	79,4
Helicóptero	753.944	753.944	1.503,5	1.503,5

- *Costo de materiales de mantenimiento*

Tabla A7-12: Costo de Materiales de Mantenimiento

Tipo de Material	Total $/año	Total USD/año
Acopladores	4.562.350	9.098
Aisladores	4.286.310	8.548
Amarras	116.273	232
Borneras	335.600	669
Cables	679.612	1.355
Cinta sellante	483.426	964
Empaquetaduras	1.849.004	3.687
Fusibles	121.475	242
Golillas	26.542	53
Lámparas	88.122	176
Materiales Varios de Reparación	17.978.422	35.853
Otros	7.061.866	14.083
Pernos	44.766	89
Repuestos Equipos	7.686.371	15.328
Solventes	709.000	1.414

- *Horas disponibles para mantenimiento*

Tabla A7-13: Horas Disponibles para Mantenimiento

Horas Normales Disponibles Personal	
Días Anuales	365
Feriados	10,58
Sábados-Domingos	104,3
Contingencias	11,1
Vacaciones	15
Días Hábiles	224
Horas Día (45 semanales)	9
Factor de eficiencia	95%
Horas Disponibles/año	**1916**

Horas Turno Disponibles Personal	
Personas	15
Turnos	3
Horas Año	8760
Horas Disponibles/año	**1752**

Horas Vehículos	
Horas al día	12
Días a la semana	6
Semanas al año disponibles	45
Horas Disponibles/año	**3240**

Anexo 8: Sistemas de SCADA/EMS

Este anexo contiene las características de los sistemas SCADA/EMS y de las Unidades Terminales Remotas (UTR) asociadas que se requieren para operar las instalaciones del SIC-3. Estas especificaciones y el dimensionamiento asociado son utilizados para la valoración de las componentes de los sistemas SCADA/EMS y de sus costos de operación y mantenimiento.

1. Antecedentes

La operación de un sistema eléctrico es una actividad de misión crítica, enfocada a asegurar la confiabilidad y seguridad operativa de la red así como el despacho económico de los recursos del sistema. El riesgo de que se presenten interrupciones de las operaciones ha sido siempre un problema real para las empresas eléctricas, y más en la actualidad cuando las potenciales interrupciones y sus ramificaciones sociales y financieras tienen tan alta importancia.

Las empresas de energía están operando hoy en día bajo una demanda sin precedentes de datos de tiempo real de la mayor exactitud y alta frecuencia de actualización, con el fin de responder rápidamente a problemas de supervisión y control de la operación críticos, así como para cumplir con las exigencias de entes externo que requieren la entrega de información detallada, exacta y oportuna para diagnosticar la situación de la red.

En efecto, un sistema de subtransmisión dada la criticidad de sus prestaciones, debe poseer, para su correcta explotación, una herramienta de supervisión y control de acuerdo con los más altos estándares definidos por la industria. Para el dimensionamiento de dicho sistema, en este Estudio se ha considerado la incorporación de las mayores exigencias en cuanto a calidad de la tecnología, con todas sus implicaciones en términos de rendimiento, seguridad, disponibilidad, mantenibilidad, operatividad, expandibilidad y niveles de apertura de la plataforma tecnológica.

Para el diseño de los sistemas SCADA/EMS se han considerado las exigencias establecida en la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio en conjunto con las mejores prácticas y estándares de la industria a nivel mundial y la experiencia del Consultor en la adquisición y puesta en servicio de más de 500 de estos sistemas alrededor del mundo. Con base en ello definieron los dimensionamientos y características de los sistemas requeridos para el SIC-3. Para el propósito de este estudio se ha dividido este anexo en dos secciones principales, relacionadas con: (i) el sistema central de SCADA/EMS y (ii) las Unidades Terminales Remotas (UTRs).

2. Sistema Central de SCADA/EMS

Los sistemas SCADA/EMS y su ámbito de utilización relacionado con la explotación, control y optimización de los sistemas eléctricos, son de vital importancia para la operación eficiente, segura y económica de estos, en plena concordancia con las normas aplicables a tal efecto, cuyas exigencias son generalmente crecientes y para el caso del SIC-3 están establecidas en la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio.

Respecto a los componentes de los sistemas de SCADA/EMS, actualmente las empresas de energía las están considerando como activos de misión crítica de su núcleo de negocio que permiten monitorear y controlar apropiadamente la red del sistema eléctrico. También debe tenerse en cuenta que en los sistemas modernos es absolutamente necesario contar con las herramientas que no sólo permitan supervisar y actuar sobre los sistemas eléctricos, sino también modelar situaciones que les permitan anticiparse a amenazas presentes, problemas futuros y visualizar la evolución de las variables fundamentales para la prestación de sus servicios.

En términos de telecomunicaciones entre el centro de control de operaciones y las unidades de adquisición de datos en campo, los protocolos de comunicación juegan un rol fundamental. En este aspecto las empresas deben ser cuidadosas en que se implementen protocolos de acuerdo con normas internacionales que aseguren la plena interoperabilidad de todas las componentes del sistema SCADA. En este estudio se ha considerado la utilización, entre otros, de estándares tales como el IEC-870-5-101 para comunicaciones con las subestaciones del SIC-3 (UTR) y el IEC 60870-6/TASE.2 (ICCP) para las comunicaciones con el CDEC.

También es importante resaltar como el Centro de Control de Operaciones de la empresa con su infraestructura asociada es parte esencial de la operación del sistema. El Centro de Control debe funcionar con información plenamente accesible en una diversidad de formatos, y el personal del Centro de Control debe tener información abundante y actualizada al alcance de la mano para tomar decisiones adecuadas y oportunas.

En resumen, hoy por hoy los sistemas SCADA/EMS se han convertido en activos estratégicos indispensables en la operación de las redes eléctricas, siendo prácticamente imposible imaginar la operación de un sistema eléctrico de una cierta magnitud sin contar con estas herramientas.

2.1 Sistemas del Centro de Control

Para el sistema de subtransmisión se definen los siguientes sistemas del centro de control

- Sistema de Control Principal (MCS)
- Sistema de Desarrollo y Aseguramiento de Calidad (QADS)
- Sistema de Control de Respaldo (BCS)

A continuación se describen las características principales de cada uno de estos sistemas:

A. Sistema de Control Principal (MCS)

Este es el sistema primario para la operación de la red de subtransmisión y es por ello que ha sido considerado como un sistema que requiere una alta disponibilidad. Es por ello que este sistema se diseña de manera redundante. Las funciones del Sistema de Control Principal son las siguientes:

- Operación primaria de la red de subtransmisión.

- Monitoreo de la red de subtransmisión
- Almacenamiento y gestión de la información histórica de los datos de la red y de las operaciones
- Aplicaciones avanzadas de tiempo real
- Control de los equipos de campo
- Interfaz con el sistema de gestión de la empresa de subtransmisión del SIC-3
- Intercambio de información con el CDEC del SIC

B. Sistema de Desarrollo y Aseguramiento de Calidad (QADS)

El sistema para el desarrollo y aseguramiento de la calidad y la base de datos tiene las siguientes funciones principales:

- Desarrollo y/o pruebas de nuevas aplicaciones o de correcciones a las aplicaciones actuales
- Creación y pruebas de nuevas bases de datos del sistema
- Desarrollo de despliegues
- Pruebas de nuevas unidades terminales remotas a incorporar

C. Sistema de Control de Respaldo (BCS)

El sistema de respaldo está diseñado para poder operar la red de subtransmisión en caso de un evento de mayor envergadura en el centro de control principal. Este sistema se ha diseñado con las mismas funciones que el sistema primario pero no con las mismas características de disponibilidad por que el sistema de respaldo no es redundante.

2.2 Dimensionamiento de los Sistemas SCADA/EMS

Se definió el dimensionamiento de los sistemas SCADA/EMS en base de la cantidad y las características de las instalaciones del SIC-3 a ser supervisadas durante el periodo de planificación considerado. En función de esto, se determinaron las capacidades de los sistemas de control y de sus equipos asociados de campo. Los resultados de este dimensionamiento se encuentran detallados en esta sección.

A continuación se muestran los equipos y aplicaciones desagregados por sistemas de centro de control:

Tabla A8.1 – Dimensionamiento del Sistema de Control Principal

Sistema de Control Principal (MCS)	
Equipamiento	**Cantidad**
Equipamiento básico de SCADA/EMS	1
Interfaces con Unidades Terminales Remotas	80
Equipos de red interna SCADA/EMS (Network)	1
Interfaces con otros Centros de Control	2
Consolas de operador (3 monitores)	7
Consola de proyección	2
Servidores WEB	1
Firewall	2
Impresoras Láser (B &W)	2
Impresoras a Color	2
Reloj GPS	2
Equipo de Entrenamiento de Operadores	1
Aplicaciones Básicas de Adquisición de Datos	1
Sistema de Almacenamiento Histórico de Datos	1
Aplicaciones de Comunicaciones (ICCP)	1
Acceso Web	1
Licencias de terceros	1
Despliegues	1
Aplicaciones de red (Estimador de Estados, Flujo de Carga)	1
Entrenamiento de operadores (OTS)	1

Tabla A8.2 – Dimensionamiento del Sistema de Desarrollo y Aseguramiento de Calidad

Sistema de Desarrollo y Aseguramiento de Calidad (QADS)	
Equipamiento	**Cantidad**
Equipamiento básico de SCADA/EMS	1
Interfaces con Unidades Terminales Remotas	4
Equipos de red interna SCADA/EMS (Network)	1
Interfaces con otros Centros de Control	2
Consolas de operador (3 monitores)	2
Consola de proyección	1
Servidores WEB	1
Firewall	2
Impresoras Láser (B &W)	2
Impresoras a Color	2
Reloj GPS	2
Aplicaciones Básicas de Adquisición de Datos	1
Sistema de Almacenamiento Histórico de Datos	1
Aplicaciones de Comunicaciones (ICCP)	1
Acceso Web	1
Licencias de terceros	1
Despliegues	1
Aplicaciones de Red (Estimador de Estados, Flujo de Carga)	1
Entrenamiento de operadores (OTS)	1

Tabla A8.3 – Dimensionamiento del Sistema de Control de Respaldo

Sistema de Control de Respaldo (BCS)	
Equipamiento	**Cantidad**
Equipamiento básico de SCADA/EMS	1
Interfaces con Unidades Terminales Remotas	80
Equipos de red interna SCADA/EMS (Network)	1
Interfaces con otros Centros de Control	2
Consolas de operador (3 monitores)	3
Consola de proyección	1
Servidores WEB	1
Firewall	2
Impresoras a Color	1
Reloj GPS	2
Aplicaciones Básicas de Adquisición de Datos	1
Sistema de Almacenamiento Histórico de Datos	1
Aplicaciones de Comunicaciones (ICCP)	1
Acceso Web	1
Licencias de terceros	1
Despliegues	1
Aplicaciones de Red (Estimador de Estados, Flujo de Carga)	1

Con relación al dimensionamiento de la base de datos y de las aplicaciones del sistema, se considera el dimensionamiento propio para el número y tipo de instalaciones del SIC-3 más una reserva de un 50%, reserva típica utilizada para sistemas de esta magnitud que permite acomodar las necesidades de puntos de adquisición de datos adicionales (o de combinaciones de ellos) sin expandir el equipamiento del sistema. Igualmente se realizó una estimación del dimensionamiento de la red externa requerida para la obtener la observabilidad adecuada de la red del SIC-3 (de datos que provienen del CDEC a través del enlace de ICCP). A continuación se incluye la tabla con este dimensionamiento.

Tabla A8.4 – Dimensionamiento de la Base de Datos y Aplicaciones SCADA/EMS

Equipo del Sistema de Subtransmisión	Datos del Sistema Eléctrico
Subestaciones	180
Líneas de Interconexión	100
Áreas de Control	10
Empresas Externas	10
Barras (Aplicaciones)	2000
Líneas de Transmisión	500
Puntos digitales	60000
Puntos Analógicos	8500
Puntos de Control	8000
Unidades de Generación	40
Centrales de Generación	10

2.2 Valorización del Sistemas Central de SCADA/EMS

Una vez definidas las funcionalidades y el dimensionamiento para los sistemas centralizados de SCADA/EMS se realizó su valorización. El valor de dichos sistemas comprende el costo de adquisición, implementación, pruebas y de puesta en servicio del sistema, incluyendo en este rubro la capacitación de personal de la Empresa. Adicionalmente, con base a la experiencia del Consultor, el costo de operación y mantenimiento promedio anual de este tipo de sistemas corresponde al 7% del costo de la inversión inicial.

Finalmente se obtuvieron los siguientes valores de costo de los sistemas centrales de SCADA/EMS:

- Costo de Inversión:
  - Sistema de Control Principal: 1.802.500 USD
  - Sistema de Control de Respaldo: 968.750 USD
  - Sistema de Desarrollo y Calidad: 943.950 USD
  - Total: 3.715.200 USD
- Costo Anual de Operación y Mantenimiento: 278.640 USD

3. Unidades Terminales Remotas (UTR)

Las Unidades Terminales Remotas (UTR) tiene la función de recolectar la información de campo, es decir los datos de las subestaciones del sistema de subtransmisión, con el fin de adquirir las señales de monitoreo de la red y efectuar el control de los dispositivos de operación de la red.

3.1 Características de las UTR

Las UTR deben poseer una arquitectura que permita un diseño distribuido y capacidad modular de expansión, esto último mediante racks estándar dispuestos a tal efecto para acomodar futuras ampliaciones del número de señales. Además del diseño modular para expansión, las UTR deben contar con facilidades para mejoras (upgrades) de los módulos hardware y software del equipo.

Las UTR y su software asociado deben ceñirse a las normas correspondientes de los estándares internacionales aplicables a estos equipos, entre ellos los aplicables de las normas de IEEE, IEC, NEMA, ANSI, ASME, AWS, ISA y UL, entre otros, tomando además como referencia los requerimientos de servicios exigidos por la NTCyCS.

Las UTR deben estar compuestas de elementos de última tecnología y adaptadas para asegurar su funcionamiento dentro de rangos de temperatura y condiciones ambientales de las subestaciones eléctricas de transmisión. La conexión y remplazo entre tarjetas electrónicas, señales de I/O y analógicos se debe realizar mediante conectores de fácil remoción y, en principio, sin afectar la operación del resto del equipo. La configuración de hardware debe ser flexible y que permita una arquitectura centralizada ó distribuida.

Las UTR deben tener la capacidad de funcionar como concentrador de datos de otras UTR o dispositivos inteligentes, estando en capacidad de responder a 2 o más unidades maestras. Se requiere que el software de configuración funcione bajo la plataforma Windows y esté estructurado mediante tablas de acuerdo a los módulos que conformen las UTR. Las UTR deben tener capacidad para programación de automatismos.

La memoria interna debe permitir el almacenamiento de 1000 eventos con registro cronológico y alta resolución de tiempo, en cumplimiento de las exigencias de la NTSyCS (5 ms.). Para lo anterior las UTR requieren contar con capacidad de conectar un receptor satelital GPS como señal de sincronización horaria.

La UTR deberá recuperar su funcionamiento normal en forma automática después de una perdida de alimentación o de comunicaciones, sin afectar su operación. Se requiere que el acceso a la puerta de mantenimiento se realice mediante puerta serial y/o Ethernet, para su conexión local o remota.

La UTR debe incorporar, para facilitar el mantenimiento del sistema, las siguientes funcionalidades: autodiagnóstico inicial y permanente (chequeos de RAM, conversor A/D, acceso a las tarjetas de

puntos) y actualizaciones de firmware. El software y la documentación que se requieren para el funcionamiento de las UTRs deben formar parte del suministro.

El procesador de comunicaciones deberá tener una arquitectura interna de software multiprotocolo que permita la comunicación con diferentes sistemas de acuerdo con, al mínimo, los siguientes protocolos:

- IEC 870-5-101
- IEC 870-5-104
- DNP 3.0 (serial)

Las UTR deben incorporar módulos de entradas y salidas digitales, entradas analógicas y entradas para acumuladores (por pulsos), deben tener la capacidad para conectar equipos de interfaz hombre maquina (HMI).

3.2 Dimensionamiento y Valorización de las UTR

La valoración de las Unidades Terminales Remotas comprende los siguientes ítems:

- El equipamiento de la UTR: módulos y gabinetes
- El cableado, la configuración y pruebas de las unidades
- Capacitación del personal de la empresa

En la siguiente tabla se muestra las unidades remotas asociadas al SIC-3, con su respectivo dimensionamiento y valorización:

Tabla A8.5 – Dimensionamiento y Costo de las UTR

#	Unidad Terminal Remota (S/E)	Puntos Analógicos	Estados Dobles	Estados Simples	Controles	Costo Total (USD)
1	Alonso de Cordova	125	118	972	169	60.300
2	Altamirano	44	23	316	49	20.000
3	Alto Jahuel	79	59	619	108	39.400
4	Andes	60	2	158	39	15.100
5	Apoquindo	77	19	891	146	48.200
6	Batuco	66	69	468	92	33.300
7	Brasil	77	101	552	154	44.400
8	Buin	37	68	144	24	14.500
9	Carrascal	29	10	147	34	13.100
10	Cerro Navia	79	59	619	108	39.400
11	Cerro Navia Chilectra	69	75	336	75	27.900
12	Chacabuco	70	42	425	81	28.900
13	Chena	109	102	1149	126	58.400

#	Unidad Terminal Remota (S/E)	Puntos Analógicos	Estados Dobles	Estados Simples	Controles	Costo Total (USD)
14	Club Hipico	103	65	696	116	43.700
15	Costanera	79	59	619	108	39.400
16	Curacavi	79	59	619	108	39.400
17	El Manzano	37	10	164	40	14.100
18	El Salto	104	93	939	130	52.800
19	Florida	41	20	210	44	17.600
20	La Cisterna	52	17	256	63	20.400
21	La Dehesa	37	14	179	50	15.900
22	La Pintana	52	12	168	40	15.000
23	La Reina	127	24	1182	181	63.900
24	Las Acacias	46	43	263	60	22.000
25	Lo Aguirre	79	59	619	108	39.400
26	Lo Boza	142	30	1119	157	60.200
27	Lo Espejo	79	59	619	108	39.400
28	Lo Prado	16	6	38	15	6.200
29	Lo Valledor	86	17	675	104	37.600
30	Lord Cochrane	53	17	321	50	20.000
31	Los Almendros	33	110	179	41	19.700
32	Los Dominicos	55	19	540	75	28.600
33	Macul	84	20	804	149	46.800
34	Maipu	42	6	204	45	16.000
35	Malloco	25	0	147	26	11.300
36	Metro	79	59	619	108	39.400
37	Movil	79	59	619	108	39.400
38	Ochagavia	47	14	206	42	15.800
39	Pajaritos	103	60	593	132	43.300
40	Panamericana	31	16	206	50	15.900
41	Polpaico	79	59	619	108	39.400
42	Polpaico Chilectra	22	6	22	9	5.200
43	Pudahuel	79	59	619	108	39.400
44	Puente Alto	79	59	619	108	39.400
45	Punta de Peuco	79	59	619	108	39.400
46	Queltehues	79	59	619	108	39.400
47	Quilicura	84	57	604	122	40.400
48	Recoleta	75	20	632	105	36.800
49	Renca	40	18	157	27	13.000
50	San Bernardo	55	12	259	55	19.400
51	San Cristobal	85	54	493	89	32.400
52	San Joaquin	116	55	729	121	44.600
53	San Jose	39	12	218	55	17.700

#	Unidad Terminal Remota (S/E)	Puntos Analógicos	Estados Dobles	Estados Simples	Controles	Costo Total (USD)
54	San Pablo	134	67	1031	150	57.500
55	Santa Elena	114	21	924	156	52.800
56	Santa Marta	52	30	424	88	28.200
57	Santa Raquel	52	53	379	87	28.200
58	Santa Rosa Sur	52	11	226	61	19.600
59	Vitacura	116	35	1215	206	66.800

Al costo anterior de las Unidades Terminales Remotas debe añadirse el costo de capacitación del personal de mantenimiento de estos equipos. Igualmente se considera que el costo anual de operación y mantenimiento de estos equipos corresponde al 7% del costo de instalación de las UTR.

Los costos finalmente obtenidos para las UTR fueron los siguientes:

- Costo de Equipos e Instalación: 1.925.700 USD
- Costo de Capacitación: 16.000 USD
- Costo Anual de Operación y Mantenimiento: 134.799 USD

Anexo 9: Sistemas de Comunicaciones

Este anexo presenta las características y dimensionamiento de los sistemas de telecomunicaciones necesarios para la operación y control de la red de subtransmisión del SIC-3. Con base en lo anterior se realiza el cálculo de los costos de adquisición e instalación de los equipos de dichos sistemas, así como los costos de operación y mantenimiento de los mismos, incluyendo los gastos por conceptos de servicios prestados por terceros.

El diseño de los sistemas de telecomunicaciones y sus características tecnológicas, cuyas especificaciones técnicas y costos están contenidos en este anexo, se sustentan en el cumplimiento de los criterios de calidad de servicio especificados en el capítulo 4 de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio. Adicionalmente, se ha considerado para efectos del dimensionamiento, los requerimientos específicos de comunicaciones de la empresa de subtransmisión encargada de operar, mantener y administrar la red de subtransmisión eléctrica del SIC-3.

1. Introducción

La red de subtransmisión eléctrica del SIC-3 está formada principalmente por líneas de alta tensión de 220 kV y 110 kV, que actualmente conectan a 59 subestaciones ubicadas en la Región Metropolitana. Las subestaciones corresponden a estaciones de conexión y transformación que interconectan las redes de la empresa de subtransmisión, y a éstas con redes del sistema de transmisión troncal, otros sistemas de subtransmisión, instalaciones de transmisión adicional, redes de empresas concesionarias de distribución y clientes libres conectados directamente a subtransmisión.

La operación de la red de subtransmisión se centraliza en un Centro de Control en permanente comunicación y coordinación con el Centro de Despacho y Control del CDEC y con los Centros de Control de otras empresas de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica que operan en el SIC. La operación de las instalaciones del SIC-3 debe ceñirse a lo establecido en la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio (NTSyCS). En particular, el capítulo 4 de esta norma regula las características y calidad de los datos operacionales, de los medios de transmisión de éstos y de las comunicaciones para la coordinación de la operación de las instalaciones eléctricas y de las actividades necesarias para este objetivo.

Por consiguiente, la empresa de transmisión diseñada para gestionar las instalaciones del SIC-3 debe contar con sistemas de telecomunicaciones apropiados y conforme a lo estándares establecidos en la NTSyCS, que le permitan ejercer las acciones de supervisión y control a distancia que las actividades de operación requieren y transportar la información operacional hasta y desde el Centro de Control. Como parte de la identificación de costos asociados a la operación de la red de subtransmisión eléctrica, para el SIC-3 se requiere determinar los costos de inversión, operación y mantenimiento que demandan tales sistemas de telecomunicaciones.

2. Descripción de los Sistemas de Telecomunicaciones

2.1 Descripción Funcional de los Servicios de Telecomunicaciones

Los servicios que deben prestar los sistemas de telecomunicaciones, de acuerdo con lo establecido en el capítulo 4 de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, son los siguientes:

- Canales de datos dedicados y exclusivos para la transmisión de datos en tiempo real para el Sistema de Información en Tiempo Real, también conocido como SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Estos datos se recaban a través de URT (Unidades Remotas Terminales) y son transmitidos al Centro de Control.
- Canales de voz telefónicos, dedicados y exclusivos entre el Centro de Control y cada una de las subestaciones de la red de subtransmisión eléctrica, para la coordinación de la operación de los equipos de esas instalaciones eléctricas.
- Canales de voz telefónicos, dedicados y exclusivos entre el Centro de Control y el CDC, para la coordinación de la operación de la red de subtransmisión eléctrica del SIC-3.
- Canales de datos dedicados y exclusivos para el monitoreo y extracción de datos de los registradores de falla y eventos.

Adicionalmente, para el propio funcionamiento de la red de subtransmisión eléctrica, dentro de los estándares fijados por la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio y para las actividades de gestión y apoyo a la operación de ésta, se requieren otros servicios de telecomunicaciones, que se resumen a continuación:

- Canales de datos dedicados y exclusivos para la transmisión de señales de teleprotección, asociadas a los esquemas de protección de las líneas y equipos de alta tensión.
- Canales de datos para el monitoreo y telecontrol de equipos de la red de subtransmisión eléctrica instalados fuera de las subestaciones.
- Canales de datos para el monitoreo de medidores de energía eléctrica, instalados en diversos puntos de la red de subtransmisión eléctrica.
- Canales de datos para la transmisión de datos de video vigilancia de las subestaciones hasta el Centro de Control y otros centros de seguridad.
- Comunicaciones de radio para la coordinación del Centro de Control con las brigadas de mantenimiento que se encuentran en distintos lugares de la red de subtransmisión.
- Comunicaciones telefónicas para la coordinación interna y externa de las personas que laboran en el SIC-3.
- Canales de datos para la transmisión de aplicaciones de apoyo a la gestión de la operación de la red de subtransmisión eléctrica del SIC-3.

2.2 Clasificación de los Sistemas de Telecomunicaciones

Sobre la base de la descripción funcional de los servicios de telecomunicaciones, efectuada precedentemente y las características tecnológicas demandadas por estos servicios, se efectúa a continuación una clasificación genérica de los sistemas de telecomunicaciones requeridos:

A. Sistema de Transmisión de Telecomunicaciones

Corresponde a la red de telecomunicaciones, constituida por enlaces y equipos de canalización, destinada a establecer y otorgar los distintos canales de voz y datos requeridos entre las distintas instalaciones que constituyen la red de subtransmisión eléctrica del SIC-3. El sistema de transmisión de telecomunicaciones, según sus características de capacidad de transmisión, disponibilidad de servicio y arquitectura, se compone de tres redes, a saber:

Red Troncal de Telecomunicaciones

Es la red principal, cuyo propósito es concentrar las comunicaciones provenientes desde las otras dos redes que se describen a continuación y encaminarlas hasta los centros de procesamientos de información principales.

Red de Accesos de Telecomunicaciones

Es la red que conecta a las subestaciones con la red troncal de telecomunicaciones y, a través de éstas, se establecen las canalizaciones para voz y datos explicitadas anteriormente.

Red de Gestión de Telecomunicaciones

Es la red a través de cual se establece de manera remota las labores de supervisión, operación y mantenimiento de los elementos activos de las redes troncal y de accesos de telecomunicaciones.

B. Sistema de Telefonía

Corresponde a un sistema privado de telefonía, constituido por plantas telefónicas, troncales y anexos telefónicos, destinado a otorgar comunicaciones de voz a las personas que realizan actividades de operación y de gestión para el SIC-3. Según las características de la comunicación telefónica y su compromiso con la operación, las comunicaciones de telefonía se clasifican en:

Telefonía Operacional:
Proporciona un medio físico para las comunicaciones de voz telefónicas entre el Centro de Control y las subestaciones y entre el Centro de Control y el CDC. Estas comunicaciones deben establecerse para todo evento entre los sitios indicados, por lo que deben ser del tipo punto a punto (*hot line*) por medio de canales dedicados.

Telefonía de Gestión:
Otorga comunicaciones de voz telefónicas entre las distintas personas que trabajan para el SIC-3 y entre éstas y otras personas externas a la organización.

C. Sistema de Radiocomunicaciones Móviles VHF

Corresponde a un sistema de comunicaciones de voz privado vía radio frecuencia, utilizado principalmente como respaldo del sistema de telefonía y para comunicación con móviles.

Es una red compuesta por un conjunto de equipos de radio que operan en la banda de frecuencias VHF, del tipo: bases, repetidores, móviles y portátiles, que pueden comunicarse vía radiofrecuencia, en la modalidad de todos con todos si se encuentran sintonizados en la misma frecuencia.

C. Sistema de Comunicación Satelital

Corresponde a cinco teléfonos satelitales los cuales por sus características de independencia de los otros medios de comunicaciones se podrían utilizar para garantizar las comunicaciones casos de emergencia, eventos naturales e indisponibilidad de los otros medios de comunicaciones.

3. Sistema de Transmisión de Telecomunicaciones

El sistema de transmisión, constituye el soporte de los servicios de telecomunicaciones operacionales y de gestión del SIC-3. La disponibilidad de red impuesta por la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio es muy exigente y excede los rangos que normalmente cumplen las redes de telecomunicaciones de servicio público. Por esta razón, el diseño de la red debe considerar una arquitectura robusta, redundante e inteligente.

3.1 Criterios de Diseño de la Red

El modelo de red más adelante considerado, satisface en la mejor forma posible los requerimientos externos para el servicio de subtransmisión impuestos por la autoridad a través de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio y los requerimientos de servicios internos de la empresas de subtransmisión.

El diseño del modelo de red ha considerado los factores geográficos en que se encuentran los emplazamientos de interés, los requerimientos de los diferentes servicios de telecomunicaciones, el máximo aprovechamiento de la infraestructura de telecomunicaciones y la optimización de los costos, tanto de inversión como operacionales.

Entre los indicadores de calidad exigidos en la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, uno de ellos requiere especial atención en la formulación del modelo de la red de telecomunicaciones a proponer, se trata de la disponibilidad del dato que debe corresponder a 99,5%, medido en la ventana de tiempo de un año. Este indicador de disponibilidad, involucra a todos los componentes de la cadena del dato, desde que se captura en la subestación hasta que es captado en el CDEC. Por esto, el proceso de diseño del modelo de red de telecomunicaciones, impone como condición esencial de diseño, un nivel de disponibilidad de red de telecomunicaciones superior a 99,5%, partiendo de la base que los demás componentes de la cadena del dato otorgan una disponibilidad inferior al 100%.

Asumiendo que los demás componentes de la cadena del dato, que no corresponden a la red de telecomunicaciones, pueden alcanzar una disponibilidad anual de 99,75%, se establece como objetivo de diseño para la red de telecomunicaciones este mismo indicador de disponibilidad mínima, esto es: 99,75% anual. De esta forma, con el aporte de esta disponibilidad para la componente de telecomunicaciones de la cadena del dato y el mismo valor de aporte para los componentes que no corresponden a telecomunicaciones, se cumple con la disponibilidad del dato de 99,5% anual exigida por la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio.

Para lograr una disponibilidad de red de telecomunicaciones de 99,75% anual, se establecen los siguientes criterios de diseño:

- Enlaces punto a punto entre dos nodos contiguos de la red, con disponibilidad mínima de 99,5% anual.
- Redundancia física de los enlaces que permitan que cada nodo de la red, tenga salida por enlaces en por lo menos dos direcciones distintas.
- Configuración lógica de la red que permita establecer automáticamente, a lo menos dos rutas distintas entre dos nodos de la red.
- Herramientas de gestión de la red de telecomunicaciones, que detecten de manera temprana cualquier incidencia o problema que suceda en la red.

3.2 Arquitectura de la Red

Se plantea una arquitectura segmentada en dos tipos de red de telecomunicaciones, una denominada Red Troncal y la otra Red de Accesos. Esta segmentación queda definida por la capacidad de transporte de cada red, por la tecnología de los equipos que las componen, por la configuración lógica y por la topología de red de las mismas.

La red troncal de telecomunicaciones tendrá la función de manejar los volúmenes más altos de tráfico definidos en la red, con elevados grados de confiabilidad para atender el transporte de las señales provenientes de la red de accesos hasta los centros de procesamientos de datos.

Por su parte, la red de accesos de telecomunicaciones tendrá la función de transportar los datos capturados en las subestaciones, hasta los nodos que componen la red troncal.

3.3 Red Troncal de Comunicaciones

La red troncal de telecomunicaciones se compone de Nodos y Enlaces Internodales. En lo esencial, los equipos que conforman los nodos tienen dos funciones operativas principales:

- Conectar los datos hacia o desde la red troncal con la red de acceso.
- Establecer los mapas de interconexión previstos para enrutar los datos hacia los destinos definidos.

A su vez, los enlaces internodales corresponden a los medios físicos de transmisión (fibra óptica, radio microondas, etc.) dispuestos entre dos nodos contiguos.

Como primera etapa de diseño, se seleccionaron los nodos de la red troncal. L a ubicación física de los nodos es un dato de entrada, ya que están ubicados en las subestaciones, en los CPDs (Centros de Procesamientos de Datos) y en las oficinas de la empresa de subtransmisión. Para seleccionar los nodos de la red troncal se consideró la localización óptima de éstos, conforme a los emplazamientos, la importancia estratégica y las demandas de tráfico entre sitios. De esta forma, los nodos considerados para establecer la red troncal fueron los siguientes:

- CPD Santa Rosa 76
- CPD Panamericana
- Subestación Cerro Navia
- Subestación Chena
- Subestación Ochagavía
- Subestación La Florida
- Subestación Los Almendros
- Subestación El Salto

Una vez definidos los Nodos, se determinó que la topología en anillos es la mejor alternativa para enlazar los nodos entre sí y encaminar los flujos de tráfico dentro de este conjunto de nodos enlazados. Así también, se determinó que la fibra óptica es el soporte de transmisión óptimo para establecer los enlaces internodales, aprovechando la infraestructura de líneas y canalizaciones subterráneas que posee el SIC-3.

La topología considerada para la red troncal de telecomunicaciones, es la que se muestra en la figura A9.1. La topología de red indicada representa a dos anillos físicos de transmisión y ocho nodos, a través de los cuales pueden configurarse hasta tres anillos lógicos. El funcionamiento de esta topología determina que el tráfico de datos entre dos nodos de la red, se establece utilizando uno de los anillos lógicos programados, por medio de la circulación en un sentido del anillo. En la eventualidad de que uno de los enlaces internodales se interrumpa, se establece una nueva ruta para los datos, los que circularán en sentido inverso por el mismo anillo.

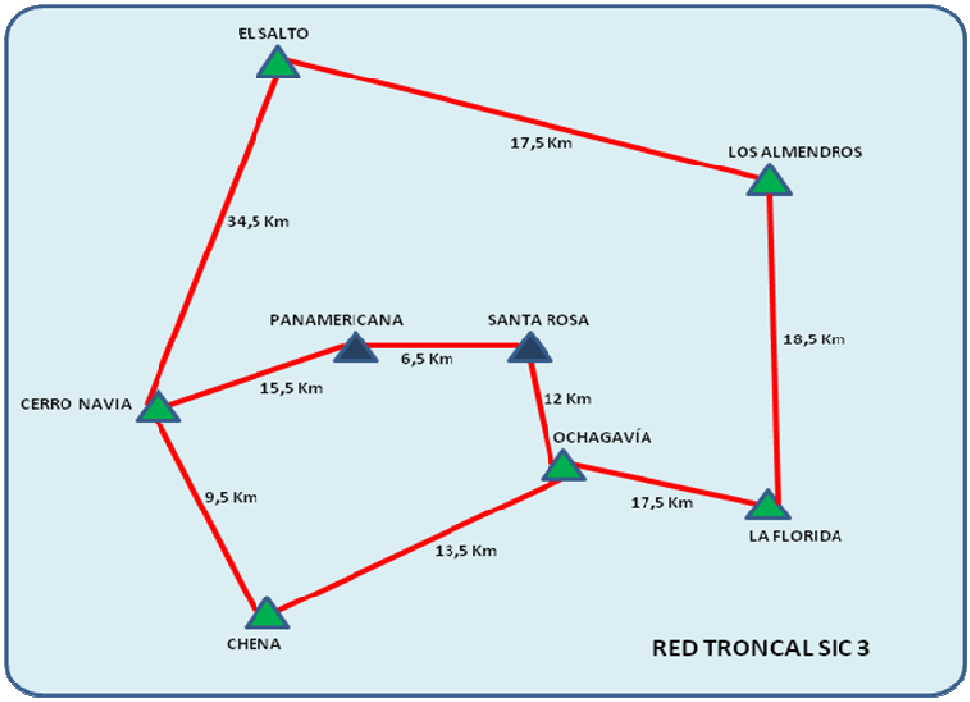


Figura A9.1: Red Troncal de Telecomunicaciones del SIC-3

Los enlaces internodales de fibra óptica y sus respectivas distancias entre nodos, son los que se indican en la siguiente tabla:

Tabla A9. 1 – Enlaces Internodales Troncales

	ENLACE	DISTANCIA (km)
1	CPD Panamericana – CPD Santa Rosa	6,5
2	CPD Santa Rosa – Subestación Ochagavía	12,0
3	Subestación Ochagavía – Subestación Chena	13,5
4	Subestación Chena – Subestación Cerro Navia	9,5
5	Subestación Cerro Navia – CPD Panamericana	15,5
6	Subestación Cerro Navia – Subestación El Salto	34,5
7	Subestación El Salto – Subestación Los Almendros	17,5
8	Subestación Los Almendros – Subestación La Florida	18,5
9	Subestación La Florida – Subestación Ochagavía	17,5
	TOTAL en km	**145,0**

Considerando los volúmenes de tráfico que cursará la red troncal de telecomunicaciones, se ha previsto que sus nodos estarán basados en tecnología SDH (Jerarquía Digital Síncrona), que trabajarán a una velocidad de 1xSTM-1, es decir, a 155Mbps. Por consiguiente, cada nodo de la red troncal está dotado de un multiplexor SDH 1xSTM-1.

La inteligencia de la red de telecomunicaciones está delegada principalmente a nodos cross-conectores que forman parte de los nodos de la red troncal. Estos elementos de red, son en definitiva los que se encargan del flujo e interconexión del tráfico existente en la red, además de cumplir con la misión de autocorrección de enrutamientos ante fallas de los enlaces internodales y de los enlaces de la red de accesos.

3.3 Red de Accesos de Telecomunicaciones

La red de accesos de telecomunicaciones es la red que transporta los datos capturados en cada subestación, hasta los nodos de accesos de la red troncal de telecomunicaciones y por medio de ésta hasta los centros de procesamientos de datos (CPD).

La topología de la red de accesos considera que cada nodo de esta red tiene dos salidas físicas por enlaces enrutados a direcciones distintas, y la configuración lógica de la red establece que cada nodo de la red de accesos se conecta a dos nodos distintos de la red troncal de telecomunicaciones.

En la siguiente figura, se muestra la topología de la red de accesos. Para establecer los enlaces de telecomunicaciones que conforman la red de accesos, se ha privilegiado la utilización de fibras ópticas utilizando como soporte las propias líneas de subtransmisión del SIC-3. Se ha utilizado también enlaces de radio microondas de respaldo, para aquellas subestaciones que tienen fibra óptica en una única dirección.

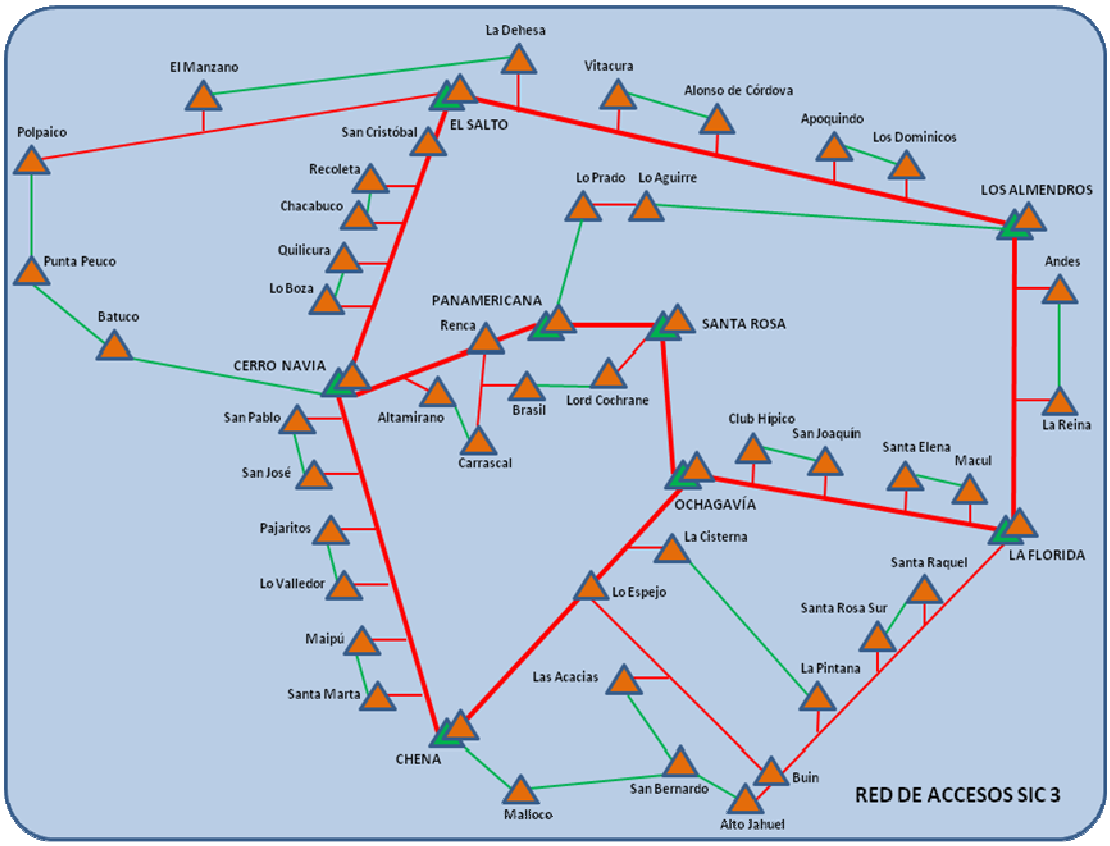


Figura A9.2: Red de Accesos de Telecomunicaciones del SIC-3

Considerando los volúmenes de tráfico que cursará la red de accesos de telecomunicaciones, se ha previsto que sus nodos estarán basados en tecnología PDH (Jerarquía Digital Plesiócrona), que trabajarán a una velocidad de nxE1, es decir, a nx2Mbps. Por consiguiente, cada nodo de la red troncal está dotado de un multiplexor PDH nx2Mbps, donde n dependerá de la cantidad de tráfico que cursará cada nodo de la red.

Los enlaces internodales de fibra óptica y sus respectivas distancias entre nodos, son los que se indican en la siguiente tabla:

Tabla A9.2- Enlaces Internodales Accesos

	ENLACE	DISTANCIA (km)
1	Subestación Polpaico – Subestación El Salto	50,0
2	Subestación Renca – Subestación Carrascal	4,0
3	CPD Santa Rosa – Subestación Lord Cochrane	1,5
4	Subestación La Florida – Subestación Buin	24,0
5	Subestación Buin – Subestación Lo Espejo	21,0
6	Subestación Lo Aguirre – Subestación Lo Prado	2,0
	TOTAL en km	**102,5**

Las derivaciones de fibra óptica hasta las subestaciones, a partir de tramos intermedios de los enlaces internodales de fibra óptica, tanto de la red troncal de telecomunicaciones como de la red de accesos, son los que se indican en la siguiente tabla:

Tabla A9.3 – Derivaciones en Fibra Óptica

	ENLACE	DERIVACIÓN	DISTANCIA (km)
1	Subestación Ochagavía – Subestación Chena	Subestación La Cisterna	1,840
2	Subestación Chena – Subestación Cerro Navia	Subestación San Pablo	3,940
3	Subestación Chena – Subestación Cerro Navia	Subestación San José	2,120
4	Subestación Chena – Subestación Cerro Navia	Subestación Pajaritos	2,200
5	Subestación Chena – Subestación Cerro Navia	Subestación Lo Valledor	4,100
6	Subestación Chena – Subestación Cerro Navia	Subestación Maipú	0,035
7	Subestación Chena – Subestación Cerro Navia	Subestación Santa Marta	3,900
8	Subestación Cerro Navia – CPD Panamericana	Subestación Altamirano	0,690
9	Subestación Cerro Navia – CPD Panamericana	Subestación Renca	0,000
10	Subestación Cerro Navia – Subestación El Salto	Subestación San Cristóbal	0,000
11	Subestación Cerro Navia – Subestación El Salto	Subestación Recoleta	0,200
12	Subestación Cerro Navia – Subestación El Salto	Subestación Chacabuco	4,200
13	Subestación Cerro Navia – Subestación El Salto	Subestación Quilicura	0,400
14	Subestación Cerro Navia – Subestación El Salto	Subestación Lo Boza	2,700
15	Subestación El Salto – Subestación Los Almendros	Subestación La Dehesa	4,720
16	Subestación El Salto – Subestación Los Almendros	Subestación Vitacura	1,530
17	Subestación El Salto – Subestación Los Almendros	Subestación A. de Córdova	0,035
18	Subestación El Salto – Subestación Los Almendros	Subestación Apoquindo	0,017
19	Subestación El Salto – Subestación Los Almendros	Subestación Los Dominicos	4,780
20	Subestación Los Almendros – Subestación La Florida	Subestación Andes	0,040
21	Subestación Los Almendros – Subestación La Florida	Subestación La Reina	5,200
22	Subestación La Florida – Subestación Ochagavía	Subestación Club Hípico	0,330
23	Subestación La Florida – Subestación Ochagavía	Subestación San Joaquín	0,020
24	Subestación La Florida – Subestación Ochagavía	Subestación Santa Elena	1,900
25	Subestación La Florida – Subestación Ochagavía	Subestación Macul	0,500
26	Subestación Polpaico – Subestación El Salto	Subestación El Manzano	0,03
27	Subestación Renca – Subestación Carrascal	Subestación Brasil	2,900
28	Subestación La Florida – Subestación Buin	Subestación Santa Raquel	2,870
29	Subestación La Florida – Subestación Buin	Subestación Sta. Rosa Sur	0,200
30	Subestación La Florida – Subestación Buin	Subestación La Pintana	0,060
31	Subestación Buin – Subestación Lo Espejo	Subestación Las Acacias	0,030
		TOTAL en Km	**51,487**

Los enlaces internodales de radio microondas, son los que se indican en la siguiente tabla:

Tabla A9.4 – Enlaces Intermodales de Microondas

	ENLACE		ENLACE
1	Subestación El Manzano – Subestación La Dehesa	14	Subestación Los Almendros – Subestación Lo Aguirre
2	Subestación Vitacura – Subestación A. de Córdova	15	Subestación Lo Prado – CPD Panamericana
3	Subestación Apoquindo – Subestación Los Dominicos	16	Subestación Club Hípico – Subestación San Joaquín
4	Subestación Polpaico – Subestación Punta Peuco	17	Subestación Santa Elena – Subestación Macul
5	Subestación Punta Peuco – Subestación Batuco	18	Subestación Sta. Raquel – Subestación Sta. Rosa Sur
6	Subestación Batuco – Subestación Cerro Navia	19	Subestación La Cisterna – Subestación La Pintana
7	Subestación Recoleta – Subestación Chacabuco	20	Subestación Las Acacias – Subestación Sn Bernardo
8	Subestación Quilicura – Subestación Lo Boza	21	Subestación San Bernardo – Subestación Malloco
9	Subestación Andes – Subestación La Reina	22	Subestación Malloco – Subestación Chena
10	Subestación Altamirano – Subestación Carrascal	23	Subestación San Pablo – Subestación San José
11	Subestación Brasil – Subestación Lord Cochrane	24	Subestación Pajaritos – Subestación Lo Valledor
12	Subestación Los Almendros – Subestación Lampa	25	Subestación Maipú – Subestación Santa Marta
13	Subestación Lampa – CPD Panamericana		

3.4 Red de Gestión de Telecomunicaciones

La red de gestión de telecomunicaciones (RGT) es una herramienta física y lógica, cuyo propósito es facilitar la operación, explotación y mantenimiento de los elementos de la red de telecomunicaciones. El protocolo de comunicación con que se comunica la RGT con los elementos activos de la red de telecomunicaciones es SNMP (Simple Network Management Protocol), que corresponde a un protocolo abierto que opera en la capa de aplicación del modelo OSI (Open System Interconnection), de forma que la RGT se puede comunicar con equipos de diversas tecnologías.

La RGT debe estar diseñada con una arquitectura funcional, conforme con la recomendación M.3010 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Esta recomendación define conceptos de las arquitecturas de la red de gestión de telecomunicaciones (RGT), arquitectura funcional de la RGT, arquitectura de información de la RGT y arquitectura física de la RGT y sus elementos fundamentales. Describe también, la relación entre las tres arquitecturas y proporciona un marco para derivar los requisitos para la especificación de arquitecturas físicas de la RGT desde el punto de vista de las arquitecturas funcional y de información de la RGT.

La recomendación M.3010 enuncia la RGT debe estar organizada incluyendo las siguientes capas lógicas:

- Capa de Gestión de Red: Que en general proporciona al operador una visión completa de la red instalada, visión que se apoya en los elementos de red, en los enlaces que los unen y en los circuitos que soportan.
- Capa de Gestión de Elemento: Que gestiona los elementos de red (equipos activos) como recursos individuales de la red, manteniendo sus datos de configuración y de estado. Así También, proporciona una abstracción de los datos de los elementos de red hacia la capa superior, la capa de gestión de red.

La RGT proporciona una integración de las actividades de gestión, posibilitando de manera eficiente la correlación y/o cooperación entre ambos niveles antes descritos. De esta forma, la RGT tiene gestión sobre las siguientes áreas funcionales de la red de telecomunicaciones:

- Calidad de funcionamiento de la red de telecomunicaciones.
- Incidencias y problemas de la red de telecomunicaciones y de sus elementos.
- Configuración de la red de telecomunicaciones y de sus elementos.
- Control de inventarios de la red de telecomunicaciones.
- Seguridad de la red de telecomunicaciones.

4. Sistema de Telefonía

El sistema de telefonía tiene por propósito satisfacer las necesidades de telefonía operacional y de gestión del SIC-3. Este sistema está constituido por todas las plantas telefónicas distribuidas en los centros operacionales y centros administrativos, sus entronques y sus aparatos telefónicos. Las plantas telefónicas del sistema son en total tres y corresponden a dos plantas telefónicas operacionales y una planta telefónica de gestión.

4.1 Telefonía Operacional

El objetivo de la telefonía operacional es proporcionar un medio confiable, en todo evento, para las comunicaciones de voz del Centro de Despacho del SIC-3 con el CDEC y con las subestaciones del sistema. Estas comunicaciones, si bien son de bajo tráfico, son críticas, y deben tener alta disponibilidad ya que la coordinación de la operación del sistema eléctrico debe llevarse a cabo en tiempo real.

El diseño del sistema de telefonía operacional considera plantas telefónicas redundantes ubicadas en sitios distintos, desde donde se establecen circuitos dedicados redundantes, punto a punto, del tipo "hot-line", desde los centros de despacho (principal y respaldo), hasta el CDEC y las subestaciones del SIC-3.

Las plantas telefónicas del sistema de telefonía operacional, son de tecnología IP. Los anexos telefónicos desplazados hasta las subestaciones del SIC-3 son también IP y se conectan por medio

de canales Ethernet redundantes provistos por la red de transmisión de telecomunicaciones. La comunicación con la planta telefónica del CDEC, se establece por medio de troncales análogas del tipo *Tie Line* redundantes.

Así también, ante el colapso de la planta telefónica principal, el sistema de telefonía operacional considera dos consolas telefónicas desplazadas desde la planta telefónica redundante hasta el Despacho Principal.

El sistema de telefonía operacional, además, se interconecta con el sistema de telefonía de gestión (oficinas) del SIC-3 por medio de una troncal E1 y con la telefonía pública por medio de troncales públicas análogas. En la figura A9.3, se visualiza el sistema de telefonía operacional y sus conexiones con los demás sistemas.

4.2 Telefonía de Gestión

La telefonía de gestión está destinada a atender la demanda corporativa y administrativa de la empresa de subtransmisión del SIC-3 y que no tiene relación directa con el funcionamiento, operación y control de la red eléctrica. Es por esta razón, que frente a eventos de falla en la red de telecomunicaciones o en las vías de comunicación, estos servicios se vuelven prescindibles, delegando la prioridad a los servicios operacionales.

La telefonía de gestión del SIC-3 está sustentada sobre una plataforma IP, orientada a la creación de una red totalmente integrada y privada. La planta telefónica IP otorga extensiones telefónicas IP (teléfonos IP) y permite también extensiones analógicas.

El sistema proporciona encaminamiento automático y dinámico de las llamadas, y se interconecta con las plantas telefónicas operacionales del SIC-3 y con el sistema de telefonía pública, de la forma que se muestra en la siguiente figura:

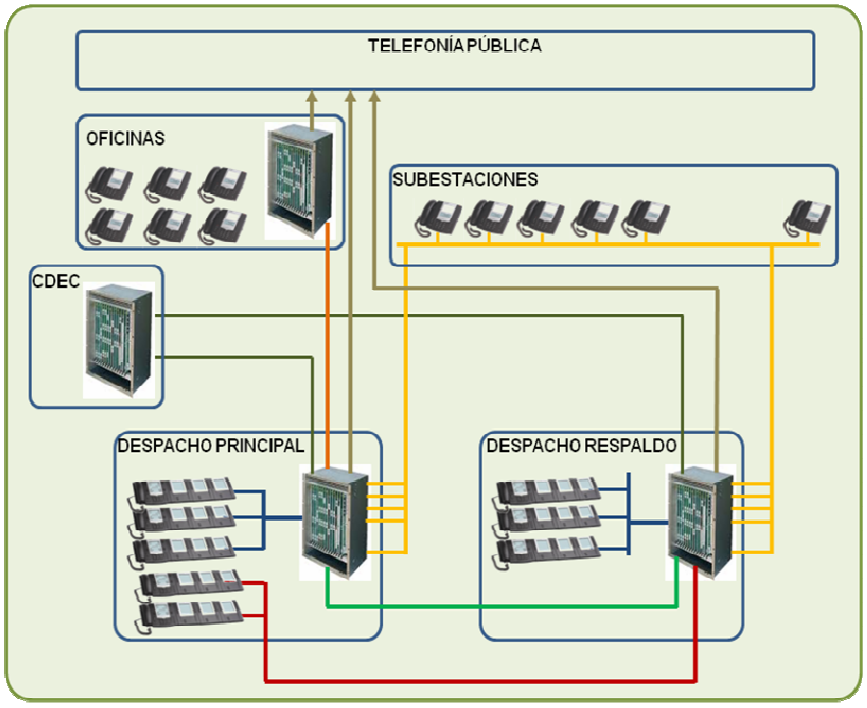


Figura A9.3: Sistema de Telefonía Principal y de Gestión

5. Sistema de Teleprotecciones

El sistema de teleprotecciones es una solución para el envío a distancia de órdenes de aceleración de protecciones y desenganche directo de equipos involucrados en el proceso de transmisión de energía eléctrica.

Por su compromiso directo con el proceso productivo, los sistemas de teleprotecciones deben estar siempre disponibles y operar inequívocamente, distinguiéndose en ellos los siguientes parámetros de calidad:

- Confiabilidad
- Seguridad
- Disponibilidad

La información que cursa el sistema de teleprotecciones, es transmitida por medio de canales de comunicación dedicados y redundantes, utilizando la red de telecomunicaciones, debiendo esta red aportar con los mismos niveles de calidad exigidos al sistema de teleprotecciones que la utiliza.

Los esquemas de teleprotecciones punto a punto considerados para el SIC-3, son los que se indican en la siguiente tabla:

Tabla A9.5 - Esquemas de Teleprotecciones

	ENLACE
1	Subestación Los Almendros – Subestación La Florida
2	Subestación La Florida – Subestación Ochagavía
3	Subestación Ochagavía – Subestación Renca
4	Subestación Renca – Subestación Cerro Navia
5	Subestación La Florida – Subestación Buin
6	Subestación Buin – Subestación Chena
7	Subestación Chena – Subestación Cerro Navia
8	Subestación Cerro Navia – Subestación San Cristóbal
9	Subestación San Cristóbal – Subestación El Salto
10	Subestación El Salto – Subestación Polpaico
11	Subestación El Salto – Subestación Los Almendros

6. Sistema de Radiocomunicaciones Móviles VHF

El sistema de radiocomunicaciones móviles VHF es un sistema de radio cuyo propósito es establecer comunicaciones de voz entre los distintos sitios que pertenecen al SIC-3 y sus alrededores. Estos enlaces de comunicación son del tipo de todos con todos y se proveen mediante estaciones repetidoras, bases, móviles y portátiles.

El sistema de radiocomunicaciones VHF previsto, considera tres repetidores dispuestos en los sitios: Edificio Santa Rosa 76, Subestación Los Almendros y Subestación Lo Boza. Estos tres sitios de repetición otorgan cobertura a toda la zona de operación del SIC-3. Se ha considerado también, dotar a estos repetidores de un sistema voting, cuyo propósito es otorgar inteligencia al proceso de repetición. Esto es, que cada vez que una estación base, móvil o portátil transmite, repite por el repetidor que tiene mejor señal y se silencian los otros dos repetidores.

Aparte de los repetidores, el sistema de radiocomunicaciones móviles considera estaciones base VHF en los Centros de Operación (Principal y Respaldo) y en las subestaciones, estaciones móviles y portátiles para las cuadrillas que se desplazan en terreno.

En la siguiente figura, se visualiza el modelo del sistema de radiocomunicaciones VHF del SIC-3.

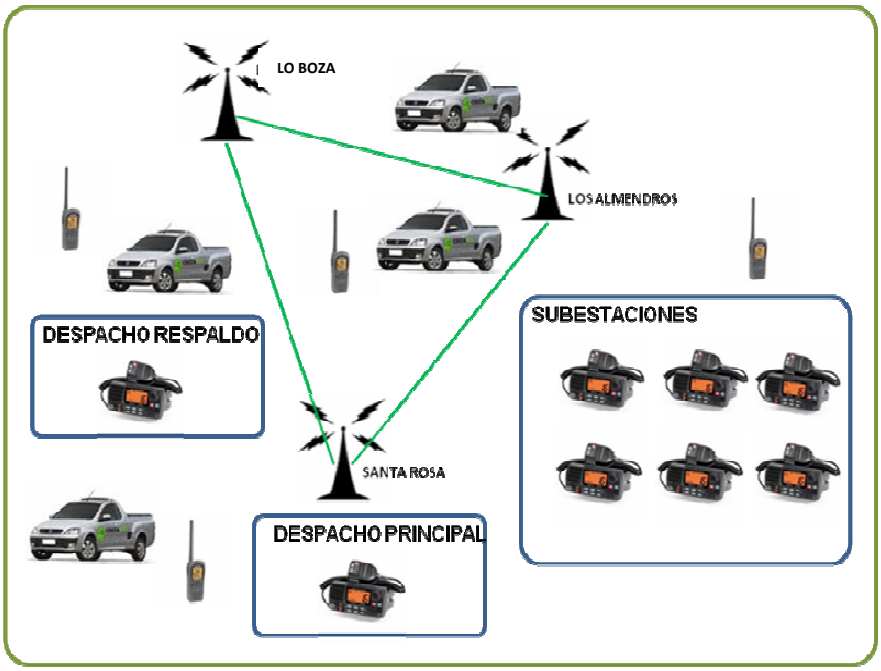


Figura A9.4: Sistema de Radiocomunicaciones VHF

7. Valorización de los Sistemas de Comunicaciones

7.1 Costo de Inversión

Sobre la base del diseño conceptual del sistema de telecomunicaciones para el SIC-3, explicitado en los puntos precedentes, se efectuó el cálculo de los requerimientos de inversión por cada uno de los sistemas considerados. Los valores desglosados según el detalle por cada uno de los sistemas de comunicaciones se muestran en los cuadros siguientes.

Tabla A9.6 – Inversiones del Sistema de Comunicaciones

SISTEMA DE TRANSMISIÓN				
RED TRONCAL				
	Descripción	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Precio Total**
	Ingeniería	1	108.400	108.400
	Multiplexor SDH 1xSTM1 óptico	8	7.000	56.000
	Cross conector PDH	8	8.000	64.000
	Instalación y puesta en servicio	8	5.000	40.000
	Armarios y accesorios de instalación	8	3.000	24.000
	Alimentación 48Vcc	6	5.000	30.000
	Cable de fibra óptica	145	6.000	870.000
			US$	**1.192.400**
RED DE ACCESOS				
	Descripción	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Precio Total**
	Ingeniería	1	269.600	269.600
	Multiplexor PDH	59	4.000	236.000
	Instalación y puesta en servicio	59	2.000	118.000
	Armarios y accesorios de instalación	51	3.000	153.000
	Alimentación 48Vcc	51	5.000	255.000
	Cable de fibra óptica	154	6.000	924.000
	Enlace de radio microondas	25	15.000	375.000
	Instalación y puesta en servicio MMOO	25	3.000	75.000
	Torre de telecomunicaciones	40	16.000	640.000
	Instalación torre	40	12.000	480.000
			US$	**3.533.600**
RED DE GESTIÓN DE TELECOMUNICACIONES				
	Descripción	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Precio Total**
	Ingeniería	1	9.400	9.400
	Software de gestión	1	60.000	60.000
	Estaciones de trabajo	3	3.000	9.000
	Configuración sistema	1	25.000	25.000
			US$	**103.400**
	TOTAL SISTEMA DE TRANSMISIÓN		**US$**	**4.829.400**

SISTEMA DE TELEFONÍA				
TELEFONÍA OPERACIONAL				
	Descripción	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Precio Total**
	Ingeniería	1	17.870	17.870
	Planta telefónica	2	15.000	30.000
	Grabadora Telefónica	2	10.000	20.000

	Teléfonos en subestaciones	57	600	34.200
	Teléfonos en Despachos	20	2.500	50.000
	Instalación y puesta en servicio plantas	2	3.000	6.000
	Instalación y puesta en servicio teléfonos	77	500	38.500
			US$	**196.570**

TELEFONÍA DE GESTIÓN				
	Descripción	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Precio Total**
	Ingeniería	1	13.300	13.300
	Planta telefónica	1	20.000	20.000
	Teléfonos en oficinas	100	600	60.000
	Instalación y puesta en servicio plantas	1	3.000	3.000
	Instalación y puesta en servicio teléfonos	100	500	50.000
			US$	**146.300**
	TOTAL SISTEMA DE TELEFONÍA		**US$**	**342.870**

SISTEMA DE TELEPROTECCIONES				
	Descripción	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Precio Total**
	Ingeniería	1	24.200	24.200
	Equipo de teleprotección	22	7.000	154.000
	Materiales de instalación	22	1.000	22.000
	Instalación y puesta en servicio	22	3.000	66.000
	TOTAL SISTEMA DE TELEPROTECCIONES		**US$**	**266.200**

SISTEMA DE RADIO VHF				
	Descripción	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Precio Total**
	Ingeniería	1	38.100	38.100
	Repetidores VHF	3	6.000	18.000
	Instalación y puesta en servicio repet.	3	3.000	9.000
	Estaciones base VHF	60	2.000	120.000
	Instalación y puesta en servicio bases	60	1.000	60.000
	Estaciones móviles VHF	30	1.500	45.000
	Instalación y puesta en servicio móviles	30	500	15.000
	Estaciones portátiles VHF	30	1.000	30.000
	Torre de telecomunicaciones	3	16.000	48.000
	Instalación torre	3	12.000	36.000
	TOTAL SISTEMA DE RADIO VHF		**US$**	**419.100**

SISTEMA DE TELEFONIA SATELITAL				
	Descripción	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Precio Total**
	Equipos base satelitales	5	3.567	17.835

	Instalación de equipos	5	400	2.000
	Activación servicio	5	35	175
	TOTAL SISTEMA SATELITAL		**US$**	**20.010**

En resumen, el monto total del costo de inversión calculado es igual a USD 5.877.580, desagregado de la siguiente manera:

- Sistema de Transmisión de Comunicaciones: 4.829.400 USD
- Sistema de Telefonía Operativa y de Gestión: 342.870 USD
- Sistema de Teleprotecciones: 266.200 USD
- Sistema de Radio VHF: 419.100 USD
- Sistema de Telefonía Satelital: 20.010 USD

7.2 Costos de Operación y de Expansión

Teniendo en cuenta los requerimientos de servicio de los sistemas de comunicaciones, se estima que en promedio el costo anual de operación y mantenimiento de dichos sistemas corresponde al 10% del costo de inversión.

Para el caso particular del sistema de telefonía satelital se incurre adicionalmente en un gasto mensual por los pagos efectuados al proveedor del servicio, correspondiente a 35 USD de cargo fijo mensual y de 11 USD de trafico estimado mensual (promedio de 15 minutos/mes). Para los 5 teléfonos satelitales se obtiene un gasto anual de operación de 2.760 USD.

En cuanto a los requerimientos de expansión del sistema de subtransmisión, las plataformas de comunicaciones han sido dimensionadas para acomodar el crecimiento de la demanda de servicios de comunicaciones para el horizonte de planificación, considerando igual cantidad de subestaciones.

Si producto del proceso de adaptación del sistema de subtransmisión se incorpora una nueva subestación al sistema durante el período de tarificación, ésta requerirá disponer de un enlace adicional de comunicaciones. Se ha calculado que el costo adicional de proporcionar un nuevo enlace de comunicaciones para una subestación, asumiendo que no se realizan cambios en el sistema troncal, es igual a USD 49.033 para un enlace de fibra óptica de 5 km y de USD 65.033 para un enlace de microondas.

Anexo 10: Equipo y Materiales en Inventario y de Laboratorio

En este anexo se presenta el detalle de los costos de equipos en inventario de bodega de la empresa y los equipos de laboratorio, destinados a la operación y mantenimiento de las instalaciones de subtransmisión.

Tabla A10.1 – Inventario en Bodega de la Empresa

Descripción	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor Total USD
TRANSF. PODER, 3F, 110/13,2 KV, 25 MVA, C/CDBC, OA/FA1/FA2	1	600.000	600.000
TRANSF. PODER, 3F, 110/13,2 KV, 50 MVA, C/CDBC, OA/FA1/FA2	1	943.500	943.500
TRANSF. CORRIENTE, 15 KV, 110 KV BIL, 1NM Y 2NP, 600/5 A, 25 kA	6	2.074	12.444
TRANSF. CORRIENTE, 25 KV, 150 KV BIL, 1NM Y 2NP, 600/5 A, 25 kA	2	2.251	4.502
TRANSF. CORRIENTE, 145 KV, 550 KV BIL, 1NM Y 2NP, 1200/5 A, 40 kA	3	8.658	25.974
TRANSF. CORRIENTE, 245 KV, 1050 KV BIL, 1NM Y 2NP, 1200/5 A, 40 kA	1	16.240	16.240
TRANSF. POTENCIAL, 15 KV, 110 KV BIL, 100 VA, 25 kA	6	4.640	27.840
TRANSF. POTENCIAL, 25 KV, 150 KV BIL, 100 VA, 25 kA	2	5.413,33	10.827
TRANSF. POTENCIAL, 145 KV, 550 KV BIL, 100 VA, 40 kA	3	8.268	24.804
TRANSF. POTENCIAL, 245 KV, 1050 KV BIL, 100 VA, 40 kA	1	13.875	13.875
INTERRUPTOR SF6, 3 P, 123 KV, 3150 A, 40 kA	15	27.541	413.115
INTERRUPTOR SF6, 3 P, 245 KV, 3150 A, 1050 KV BIL, 40 kA, RECONEXIÓN TRIPOLAR	3	68,459	205,377
INTERRUPTOR 3F TIPO DOGHOUSE, 15 KV, 95 KV BIL, 800 A, 31,5 KA	12	21.847,31	262.168
INTERRUPTOR 3F TIPO DOGHOUSE, 23 KV, 95 KV BIL, 800 A, 31,5 KA	3	25.472,20	76.417
DESCONECTADOR 1F, 15 kV, MANUAL, 630 A, S/CPT, 31,5 kA	18	630,50	11.349
DESCONECTADOR 1F, 110 kV, MOTORIZADO, 3150 A, S/CPT, 40 kA	15	8.277,67	124.165
DESCONECTADOR 1F, 220 kV, MOTORIZADO, 3150 A, S/CPT, 40 kA	6	13.122,82	78.737
DESCONECTADOR 3F, 245 kV, MOTORIZADO, C/CPT, 3150 A, 40 kA	2	20.144,26	40.289
PARARRAYO, 13,2 KV, CLASE 4, 10 kA	6	947	5.682

Descripción	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor Total USD
PARARRAYO, 23 KV, CLASE 4, 10 kA	3	966	2.898
PARARRAYO, 110 KV, CLASE 4, 10 kA	6	3.553,11	21.319
PARARRAYO, 220 KV, CLASE 4, 10 kA	3	5.141	15.423
PROTECCION DE SOBRECORRIENTE NUMÉRICO, TRIFASICO + N	5	2.716	13.580
AAAC - 630 MM2	1.000	5,317	5.317
AASC - 400 MM2	1.000	3,352	3.352
CONDUCTOR DE ALUMINIO DE ALTA TEMPERATURA LINNET	1.000	12,123	12.123
AISLADOR CERÁMICO DISCO	600	23,649	14.189
TRANSFORMADOR SSAA 13.2 KV 50 KVA	1	3.211,47	3.211
INTERRUPTOR MT EN CELDA	10	22.523	225.230
Total			**3.213.945**

Tabla A10.2 – Dotación de Equipo de Laboratorio

Equipo	Cantidad	Precio (USD)	Valor (USD)
Cromatógrafo de Gases	2	71.500	143.000
Medidor de Humedad Karfisher	1	15.400	15.400
Tensiómetro	1	9.900	9.900
Medidor dieléctrico en aceite	1	7.700	7.700
Monitor de corriente de fuga	1	13.200	13.200
Total Equipo Laboratorio			**189.200**

Anexo 11: Organización y Puesta en Marcha de la Empresa

En este anexo se presenta el cálculo de los costos de creación y puesta en marcha de la empresa de subtransmisión que representan bienes intangibles de la misma. Según establecen las Bases del Estudio, la valorización de estos bienes reconocen los costos de contratación inicial del personal, gastos de puesta en marcha y estudios previos. En ningún caso pueden imputarse gastos adicionales como costos de la sociedad precursora o de captación comercial.

1. Fases de Creación de la Empresa

En línea con lo establecido en las Bases, el proceso de organización y puesta en marcha de la empresa se considera dividido en tres fases.

- Fase I: En esta primera fase se realizan los estudios previos de orden técnico, legal, económico y financieros que se requieren para que la empresa inicie actividades. Adicionalmente comprende las gestiones para la constitución formal de la sociedad. Se considera que esta fase dura 6 meses y se caracteriza por la contratación de asesorías para desarrollar los estudios correspondientes.

- Fase II: Esta segunda fase consiste en el período previo al inicio de operaciones, caracterizado por las actividades de selección y contratación inicial de personal y la adquisición de una dotación mínima en preparación para el inicio de las operaciones de la empresa. Esta fase tiene una duración máxima de dos meses.

- Fase III: Fase de puesta en marcha, consistente en el inicio de operaciones en período de prueba. En esta fase se considera la capacitación y entrenamiento de la planta de personal y el desarrollo de las actividades previstas de operación y mantenimiento de la infraestructura por un período no superior a mes.

Considerando un desarrollo secuencial de las fases señaladas, los trabajos de organización y puesta en marcha de la empresa aquí considerados se extienden por un período no superior a 9 meses. De acuerdo con lo anterior, para efectos de la valorización de bienes intangibles, no se incluye la etapa de prefactibilidad y no se consideran gastos asociados con la sociedad precursora.

2. Costos de la Fase I de Estudios Previos

Durante esta fase inicial de estudios previos deben contratarse las siguientes asesorías:

Estudio de Factibilidad Económica

El estudio de factibilidad analiza la viabilidad y factores críticos de éxito de las operaciones de la empresa. Incluye el estudio del marco jurídico y entorno regulatorio de las actividades de la empresa, un estudio de tarifas y de mercado para determinar la viabilidad comercial, análisis económico-financiero de la rentabilidad y financiación de las operaciones previstas, estudios para

definir los principales requerimientos de recursos y aprovisionamientos de la empresa. Este estudio se encarga a una empresa que integra y coordina los diferentes aspectos del mismo.

Estudios Técnicos

Como parte de la preparación previa deben contratarse estudios técnicos para definir los principales aspectos de la planificación, diseño y operación de las redes de subtransmisión. El Estudio debe definir criterios y estándares técnicos, políticas y organización para la operación de las instalaciones, criterios para la operación y mantenimiento de las instalaciones, esquemas de protección, análisis de seguridad operativa, planes de emergencia y acciones preventivas. Así mismo debe estudiar y recomendar las características de los equipos y la configuración de la red para asegurar el cumplimiento de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio.

Estudios Regulatorios

Estos estudios sirven para definir y caracterizar el entorno reglamentario en que la empresa se desenvolverá, ayudando a identificar y analizar la regulación aplicable y las "reglas del negocio" para las actividades a desarrollar. Igualmente debe generar recomendaciones sobre la organización y procesos requeridos para prestar el servicio de subtransmisión, de manera de ajustase y aprovechar de la mejor manera la normativa existente para estas actividades. Igualmente debe contemplarse un análisis tarifario detallado para comprender su determinación, maximizar los ingresos a percibir y determinar los ingresos esperados.

Estudio de Organización

Este estudio de tipo gerencial y administrativo ayuda a delinear la estrategia de la empresa, determina la estructura organizacional y dotación de personal de la empresa, recomienda políticas y sistemas para la gestión y control de los procesos. También define los requerimientos logísticos y políticas de aprovisionamiento para la organización y detalla el equipamiento requerido para el inicio de operaciones.

Además de los estudios arriba señalados, en esta etapa se debe realizar las gestiones para la constitución legal de la sociedad y para obtener el decreto de concesión para prestar el servicio de subtransmisión. Para tal fin debe contratarse asesoría legal y completar los trámites correspondientes tales como: Escritura Pública, Extracto de Escritura Social, Inscripción en el Registro de Comercio (Conservador de Bienes Raíces), Publicación en el Diario Oficial, Registro de Accionistas, Actas de Directorio, Confección de Poderes, etc. La gestión de la constitución de la sociedad y del decreto de concesión se realiza con la asesoría externa especializada que apoya el trabajo de los profesionales de la organización inicial.

En la siguiente tabla se presentan los valores calculados de los costos de los estudios previos y asesorías de esta etapa. No se incluyen otro tipo de estudios y gestiones como las de acciones de financiamiento y de gestión comercial.

Tabla A11.1 – Costos de la Fase de Estudios Previos

Concepto	Valor Asesoría (UF)	Costo Asesoria (USD)
Estudio de factibilidad económica	5.500	229.708
Estudios técnicos	4.000	167.058
Estudios regulatorios	3.000	125.294
Estudios de organización	4.000	167.058
Asesoría legal y constitución de la sociedad	2.000	83.529
Total	**18.000**	**776.247**

2. Costos de la Fase II de la Organización Inicial

Se asume que dos meses previos al inicio de operaciones se constituye una organización inicial, más pequeña que la definitiva, encargada de diseñar y preparar los procesos, actividades y herramientas para el giro normal de labores, y de adelantar los procesos de adquisición e implementación de los sistemas y equipos requeridos para la operación continua de las instalaciones de subtransmisión.

En la constitución de esta organización se incurre en los siguientes gastos:

- Selección y contratación de personal: labores realizadas por firmas especializadas
- Capacitación: de la planta inicial de personal
- Costos de remuneración: hasta por dos meses
- Espacio de oficina y gastos generales: acorde con el número inicial de empleados.

Para el dimensionamiento de los costos anteriores se establece la siguiente organización inicial conformada por 55 personas:

Tabla A11.2: Tamaño de la Organización Inicial

Ejecutivos	Profesionales	Técnicos	Administrativos
5	20	15	15

Para establecer los costos anteriormente relacionados de la organización inicial se utilizan los mismos criterios empleados en la valoración de gastos de la empresa de subtransmisión. No se considera valor de bienes muebles e inmuebles, excepto el arriendo de oficinas, ya que estos harán parte de la dotación definitiva de la empresa y ya han sido contabilizados.

Selección y Contratación de Personal

El costo de esta labor es de 1,5 sueldos mensuales promedio por proceso de selección y contratación. Para la planta inicial de 55 personas se tiene el siguiente gasto por este ítem utilizando el sueldo promedio como base de cálculo:

- Gastos de selección y contratación: 1,5 x $2,164,574 x 55 = USD 356.122

Capacitación del Personal

Se asume que se contratan personas con una experiencia amplia en sus áreas de trabajo, por lo que no se prevé una capacitación extensa sino más bien una inducción al sistema y las operaciones de subtransmisión por parte de los asesores de la Fase 1.

Se calculan 30 horas de capacitación por empleado a un costo de 1 UF/hora.

- Gastos de capacitación: 30 x 1 UF x 55 = USD 68.912

Remuneración del Personal

Se toman los sueldos mensuales promedio de la empresa de subtransmisión tomados del Estudio de Remuneraciones, obteniendo el siguiente costo mensual de remuneración del personal

Tabla A11.3: Remuneración Mensual de la Organización Inicial

Personal	Número	Sueldo Mes ($)	Costo Mensual (USD)
Ejecutivos	5	6.528.604	65.097
Profesionales	20	2.370.772	94.557
Técnicos	15	1.597.091	47.774
Administrativos	15	790.425	23.644
Total	**55**		**231.092**

Para el período de 2 meses el gasto de remuneración es de USD 462.184

Arriendo y Gastos de Oficina

El espacio requerido de oficinas es igual a 15m^2/p x 55 = 825 m^2. El costo promedio de arriendo es 0,5 UF/m^2-mes.

- Gasto de arriendo: 825 m^2 x 0,5 UF/m^2-mes x 2 meses = 825 UF = USD 34.456

De microinformática no se considera costo de inversión pero si costos de servicio y mantenimiento de 5UF/persona-mes.

- Servicios de microinformática: 3 UF/p-m x 55 p. x 2m = 330 UF = USD 13.782

Se asume la adquisición de un vehículo de producción del cual se cuentan los gastos de mantenimiento:

- Gasto mantenimiento vehículo: USD 500/vehículo-mes x 1v. x 2m = USD 1.000

Para el equipamiento de oficina se toma un costo promedio de 4,45 UF/m^2 y un gasto asociado de 7% anual.

- Gasto equipamiento oficina: 825 m^2 x 4,45 UF/m^2-mes x 7% x 2/12 = 42.83 UF = USD 1.789

Los gastos mensuales de aseo, mantención y vigilancia de oficinas equivalen a 0,25 UF/m^2.

- Gasto de oficinas: 825 m^2 x 0,25 UF/m^2-mes x 2m. = 412,5 UF = USD 17.228.

Por último se contabilizan gastos de dotación de oficina y varios a razón de $200.00/persona-mes.

- Gastos varios: 55p x $200.000/p-m x 2m = USD 43.872

El total de gastos por arriendo, dotación y uso de oficinas durante los dos meses de esta fase es igual a USD 112.127.

En la siguiente tabla se reúnen los costos de esta fase correspondientes a la organización inicial:

Tabla A11.4 – Costos de la Fase de Organización Inicial

Concepto	Costo (USD)
Selección y contratación del personal	356.122
Capacitación del personal	68.912
Remuneración del personal	231.092
Arriendo y gastos de oficina	112.127
Total	**768.253**

2. Costos de la Fase III de la Puesta en Marcha

La tercera fase o de puesta en marcha comprende el inicio de operaciones con el personal completo y equipamiento básico de la empresa de subtransmisión, en un período de prueba de un mes para ajustar los procesos y la organización de las actividades, antes de entrar a la fase de operación normal en la que se comienza a prestar el servicio de subtransmisión a los clientes y se perciben ingresos por el mismo.

Los costos asociados a esta fase son básicamente los mismos costos de la operación, mantenimiento y administración (COMA) de la empresa de subtransmisión, incurridos durante un mes. A esto debe añadirse el costo de selección y contratación del personal restante y de la capacitación y entrenamiento inicial del mismo. A continuación se detalla el cálculo de dichos costos, utilizando los mismos criterios de valoración empleados para la Fase II.

Costo de Selección y Contratación del Personal

Adicional a los 55 integrantes de la organización inicial, debe contabilizarse la selección y contratación de 102 personas más para completar la dotación definitiva de personal.

- Gastos de selección y contratación: 1,5 x $2,164,574 x 102 = USD 660.444

Capacitación y Entrenamiento del Personal

Durante el mes de puesta en marcha se asume una capacitación y entrenamiento intensivo del personal entrante. Parte de esta capacitación será impartida por el personal de la organización inicial y se da entrenamiento en el mismo desarrollo del trabajo, sin embargo deben considerarse los costos de capacitación y entrenamiento dado por personal especializado. Se estima un promedio de 50 horas de capacitación por empleado a un costo de 0,5 UF/hora (igual al utilizado en el cálculo de los gastos de la empresa), obteniéndose los siguientes valores:

- Gastos de capacitación: 50 h/p x 102 p. x 0,5 UF = UF 2.550 = USD 106,500

Costos de Operación, Mantenimiento y Administración

Estos costos son sustancialmente los mismos en que incurre la empresa de subtransmisión en su marcha normal, por tanto se contabiliza un valor igual a una doceava parte del COMA calculado para la empresa.

- COMA = USD 22.540.034 / 12 = USD 1.878.336.

Los costos totales de la fase III de operación en marcha son: USD 2.645.277.

En la siguiente tabla se reúnen los costos de esta fase correspondientes a la puesta en marcha:

Tabla A11.5 – Costos de la Fase de Puesta en Marcha

Concepto	Costo (USD)
Selección y contratación del personal	660.444
Capacitación del personal	106.500
Costos de Operación, Mantenimiento y Administración	1.878.336
Total	**2.645.280**

Anexo 12: Metodologías de Cálculo Adicionales

KEMA utilizó el modelo de simulación OSE2000 para calcular los flujos de potencia del SIC-3 y generar condiciones de operación esperada del Sistema Interconectado Central. Dicho software es ampliamente utilizado tanto en estudios técnicos como económicos, la CNE lo utiliza para determinar los precios de nudo de energía y potencia del SIC.

El modelo OSE2000 tiene la característica de modelar el SIC de forma multinodal y multiembalse, considerando las restricciones y las pérdidas de los sistemas de transmisión. Integra el sistema hidráulico del SIC a través de la operación óptima de los embalses, determinando un despacho económico para las centrales del sistema para dos bloques de demanda mensual y un número de situaciones hidrológicas históricas definidas, considerando las restricciones de capacidad y pérdidas del sistema de transmisión.

A continuación se describen metodologías de cálculo adicionales utilizadas en desarrollo del Estudio.

1. Metodología para el Cálculo de Flujos de Potencia

El cálculo de flujos de potencia utilizado en la modelación del SIC-3 corresponde a flujos de potencia activa (DC), dicho cálculo se realiza con el software OSE2000.

El flujo de potencia en continua o flujo de potencia DC trabaja sobre una función lineal entre la potencia y el ángulo del voltaje, lo cual permite eliminar la complejidad no lineal entre las potencia activa y reactiva, y las variables de voltaje (módulo y ángulo). Este modelo se obtiene mediante la realización de tres simplificaciones básicas en el sistema, las cuales son:

- Voltaje Vj = 1 [p.u] para todos los nodos del sistema.
- Pequeñas diferencias angulares entre dos barras contiguas.
- Pequeño valor resistivo de las líneas comparativamente con el valor reactivo, es decir, rij << xij.

Si bien, estas simplificaciones son bastante representativas para los sistemas de alta tensión permitiendo un adecuado desarrollo del estudio de optimización y adaptación de la red del SIC-3, éstas no permiten el análisis necesario para el estudio de instalaciones de compensación reactiva. Por ello, la metodología empleada para el estudio contempla el análisis en flujo AC de un conjunto reducido de las soluciones más económicas.

2. Metodología para la determinación de Pérdidas de Energía y Potencia en el SIC-3

Los cálculos de pérdidas en el SIC-3 se efectúan con el objetivo de realizar los procedimientos necesarios para el adecuado desarrollo del proceso de optimización y determinación del sistema final. El cálculo de las pérdidas a nivel de sistema se realiza mediante la metodología desarrollada en las siguientes secciones.

2.1. Metodología de Cálculo de las Pérdidas

Tanto las pérdidas de potencia como las de energía en conductores se calculan directamente a partir de las curvas de duración determinadas en la etapa de simulación estática de la operación del sistema. Esto se hace a partir de los 2 bloques (punta y fuera de punta o valle) informados para cada mes, además de la duración de cada bloque.

Las pérdidas variables de tramos de líneas a nivel de todo el sistema se obtienen mediante simulaciones de la operación del SIC con el modelo OSE2000, el cual estima las pérdidas en transmisión mediante una aproximación lineal de una función cuadrática del flujo de potencia activa (DC) que circula por un tramo. La ecuación general que representa las pérdidas de potencia activa entre los nodos l y k (PL_{l-k}), para un flujo de potencia DC está dada por:

$$PL_{l-k} = \frac{R_{l-k} \cdot F^{*\,2}_{l-k}}{V_l \cdot V_k}$$

Donde:

PL_{l-k} = Pérdidas en la línea l-k
R_{l-k} = Resistencia de la línea l-k
F^*_{l-k} = Flujo de potencia en la línea l-k
V_l = Tensión barra l
V_k = Tensión barra k

Cabe señalar que dicha formulación de pérdidas de potencia activa no considera el flujo de reactivos por los tramos de líneas del sistema.

La aproximación de la función cuadrática consiste en una linealización del tipo *"piecewise"* mediante secantes, este tipo de técnicas es altamente utilizado en implementación de algoritmos computacionales. La siguiente expresión matemática muestra la aproximación realizada.

$$P_T = A_i \cdot (f - f_i) + B_i \qquad \begin{cases} f_i \le f \le f_{i+1} \\ 1 < i \le N_T \end{cases}$$

Siendo:

$$A_i = \frac{R}{V^2} \cdot \frac{(2 \cdot i - 1)}{N_T} \cdot \hat{f}$$

$$B_i = \frac{R}{V^2} \cdot f_i^2$$

$$f_i = \frac{i \cdot \hat{f}}{N_T}$$

Donde:

$\hat{f}$: Flujo máximo [MW]
R: Resistencia [ohm]
NT: Número de tramos

Para el Sistema Nº 3 se utilizan 5 tramos para la linealización de la función cuadrática, con el objetivo de tener una mejor aproximación de las pérdidas activas de dicho sistema. En los demás sistemas de subtransmisión y transmisión modelados se utilizan tres tramos de linealización.

2.2 Determinación de las Pérdidas

Las pérdidas de potencia activa del SIC-3 se calculan sobre el bloque de demanda de punta del sistema para cada año del periodo de planificación del estudio.

Las pérdidas de energía se calculan sobre los dos bloques de demanda del sistema (punta y valle) y para cada año del periodo de planificación del estudio.

Adicionalmente, las pérdidas en un transformador corresponden a la suma de las pérdidas fijas (en el fierro) y pérdidas variables (en el cobre). Estas últimas dependen del nivel de la demanda del equipo. De forma general, las pérdidas en un transformador se pueden expresar como se presenta en la siguiente ecuación.

$$Pérdidas_de_Potencia_i = Pfijas + P variables \cdot \left(\frac{MVA_i}{MVA_n} \right)^2$$

Donde:

i: Hora dentro del año
MVAi: MVA demandado por el transformador a la hora i
MVAn: MVA nominales del transformador.

Así, la pérdida de la energía será la suma de los 8760 valores de la pérdida en el año.

Por su parte, las pérdidas nominales en el fierro de transformadores se calculan según las siguientes expresiones para potencia y energía respectivamente:

$$PPf = (Pnf)$$
$$PEf = (Pnf) \cdot 8760$$

Donde:

Pnf: Pérdidas nominales de potencia en el fierro (kW) según los parámetros de cada transformador.

Se han considerado pérdidas de potencia y energía en subestaciones por concepto de servicios auxiliares (SS/AA) de 1,32 MW y 5,38 GWh respectivamente por año.

Se corrigieron las pérdidas de energía y potencia del sistema por efectos de corrientes parásitas y armónicas de corrientes en tramos de líneas y transformadores según la metodología presentada a continuación:

Líneas A.T.

- Pérdidas Óhmicas

Las pérdidas armónicas en líneas de transmisión se deben a efectos del aumento del I^2R (pérdidas ohmicas por armónicas). En la literatura se estipula que estas pérdidas óhmicas se pueden expresar como:

$$Ph = Pn \times (1 + THD_i^2)$$

Donde:

Ph: pérdida considerando armónicas
Pn: pérdida a frecuencia fundamental
THDi: factor de distorsión total armónica de corriente

Se ha considerado el THDi máximo permitido por la NTSyCS para líneas de 110 y 220 kV, considerando que la razón entre la corriente de cortocircuito y corriente de carga se encuentra en el rango 50-100 para líneas de 110 kV y de 20-50 para líneas de 220 kV. Dichos rangos son los que se presentan habitualmente en las redes del SIC-3. En forma conservadora, se ha utilizado para líneas de 44 kV el mismo límite que en 110 kV.

En la Tabla A12-1 siguiente se indican los factores de corrección de pérdidas por armónicas (efecto óhmico) utilizado para cada nivel de tensión:

Tabla A12-1: Factor de corrección por armónicas en líneas de transmisión

Nivel de Tensión de la Línea	THDi	Factor de Corrección
220	4%	1,0016
110	6%	1,0036
44	6%	1,0036

• Pérdidas por Efectos Skin y Proximidad entre Conductores

Adicionalmente, las armónicas provocan un aumento del efecto skin, debido a que el flujo de altas frecuencias obliga a las corrientes parásitas a fluir concentrándose cerca de la superficie externa de los conductores, provocando mayores pérdidas óhmicas por el incremento en la densidad de la corriente. Otro factor corresponde a proximidad, debido a corrientes parásitas inducidas entre cables instalados próximos entre sí. Estos efectos son más importantes cuando más altas son las frecuencias involucradas. Estos factores no han sido cuantificados en estos cálculos.

Es necesario destacar que el presente cálculo es de carácter conservador, ya que existen muchas líneas del SIC-3 en que la razón de corrientes es más elevada, por lo que el THDi a considerar sería mayor. A modo de ejemplo, y de acuerdo a evaluación realizada para cuantificar el impacto en las armónicas en el SIC-3 frente a la operación de la línea 4 de Metro, se obtuvo en Renca y Ochagavía razones de corriente que determinaban un límite legal de 6% en el THDi, aunque las mediciones en estos puntos arrojaron valores de THDi alrededor de 15%.

• Pérdidas por Armónicas de Tensión

A efectos de este Estudio, se han despreciado las pérdidas por armónicas de tensión en líneas de transmisión.

<u>Transformadores de Poder</u>

• Pérdidas Óhmicas

En este caso debe aplicarse el mismo factor anterior en cuanto a las pérdidas óhmicas (I^2R) para las pérdidas en el cobre.

• Pérdidas por Corrientes Parásitas

Adicionalmente, en el transformador bajo carga aparecen efectos adicionales por corrientes parásitas armónicas (corrientes parásitas adicionales generadas por las armónicas).

Estas corrientes parásitas armónicas se clasifican típicamente en la literatura en dos tipos:

a) Corrientes parásitas armónicas en los devanados del transformador (causan pérdidas adicionales a las consideradas como I^2R anteriores)

Este factor de corrección se calcula como:

$$Factorcorrección = \frac{\sum \left(\frac{I_h}{I_1} \right)^2 \cdot h^2}{\sum \left(\frac{I_h}{I_1} \right)^2}$$

Donde:

I1 es la corriente RMS fundamental
Ih es la corriente RMS correspondiente a la armónica de orden h (con h de 2 a 50).

Este factor de corrección no se aplica a todas las pérdidas del transformador, sino solamente a las pérdidas por corrientes parásitas en el devanado, calculadas sin considerar la presencia de armónicas.

b) Corrientes parásitas armónicas en el fierro del transformador (núcleo, cuba, etc.). Este factor de corrección se calcula como:

$$Factorcorrección = \frac{\sum \left(\frac{I_h}{I_1} \right)^2 \cdot h^{0,8}}{\sum \left(\frac{I_h}{I_1} \right)^2}$$

Donde:

I1 es la corriente RMS fundamental
Ih es la corriente RMS correspondiente a la armónica de orden h (con h de 2 a 50).

Este factor de corrección no se aplica a todas las pérdidas del transformador, sino solamente a las pérdidas por corrientes parásitas en el fierro, calculadas sin considerar la presencia de armónicas.

- Pérdidas por Histéresis en el Núcleo

Existen pérdidas adicionales por histéresis del núcleo en presencia de armónicas no consideradas en estos cálculos.

- Pérdidas por Armónicas de Tensión

A efectos de este Estudio, se han despreciado las pérdidas por armónicas de tensión en transformadores de poder.

Alternativamente, y con el fin de obtener una cuantificación del efecto completo de las pérdidas por armónicas de corriente en forma simplificada, se ha considerado un método comúnmente utilizado, que consiste en estimar cuánto debe desclasificarse un transformador estándar de modo que las

pérdidas totales frente a componentes armónicas no superen las pérdidas a la frecuencia fundamental para la cual se ha diseñado el transformador. Esta magnitud es lo que se conoce como "factor K" y se calcula por la fórmula:

$$K = \left[1 + \frac{e}{1+e} \left(\frac{I_1}{I} \right)^2 \sum_{h+2}^{hmáx} \left(h^q \left(\frac{I_h}{I_1} \right)^2 \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

e: cociente de las pérdidas por corrientes parásitas divididas por las pérdidas óhmicas, ambas a la temperatura de referencia. Valor típico es de 0,1
h: orden de la componente armónica
I: valor eficaz de la corriente sinusoidal conteniendo todas las armónicas
Ih: valor de la corriente de la h-ésima armónica
I1: valor de la corriente fundamental
q: constante exponencial que depende del tipo de enrollamiento y de la frecuencia. Valor típico es de 1,7

En virtud de lo anterior, la capacidad de los transformadores de poder se debe desclasificar dividiendo su capacidad nominal por dicho factor K y las pérdidas por efectos de armónicas y corrientes parásitas se deben corregir por un factor igual al cuadrado del factor K que corresponda. A efectos de este Estudio y en forma conservadora, no se ha desclasificado la capacidad de los transformadores de poder y sólo se ha determinado el factor de corrección para las pérdidas.

Considerando los límites de distorsión armónica total e individual de cada componente armónica establecidos en la NTSyCS, los factores de corrección de pérdidas resultantes son los que se indican en la Tabla A12-2 a continuación:

Tabla A12-2: Factor de corrección por armónicas en transformadores de poder

Tipo Transformador	Factor K	Factor de Correción
Transformador 220/110 kV	1,00843	1,01693
Transformador 220/23 kV	1,01465	1,02952
Transformador 110/44 kV	1,01465	1,02952
Transformador 110/23 kV	1,01465	1,02952
Transformador 110/12 kV	1,01465	1,02952
Transformador 44/12 kV	1,01465	1,02952

Nótese que para el caso de transformadores 110/44 y 44/12 kV se ha considerado en forma conservadora el mismo factor a utilizar en transformadores 110/12 kV.

Pérdidas por Desequilibrios

Por otra parte se determinó un factor de corrección de pérdidas de energía y potencia por desequilibrios en el sistema. Para determinar la variación de las pérdidas, entre la condición desequilibrada y la condición equilibrada de los circuitos de líneas del anillo, se realizó lo que se indica a continuación.

Caso Desequilibrado:

- Se tomó un caso DIgSILENT con la distribución de cargas.
- Se ajustan los ingresos equivalentes del anillo de subtransmisón en condición desequilibrada (anillo incluyendo líneas 220 kV Jahuel-Almendros y Polpaico - El Salto).

Caso Equilibrado:

- Se calcula la demanda total de cada una de las subestaciones de poder 110/23-12 kV en el lado de 110 kV del caso desequilibrado.
- Se divide la demanda de cada subestación por la mitad y se crea una carga equivalente en cada barra de 110 kV de las subestaciones de poder (una por cada circuito). Con esta asignación, se equilibra la demanda de cada uno de los circuitos de las líneas del anillo.

Para comparar los resultados:

- En cada caso (equilibrado y desequilibrado) se calcula la carga total equivalente en 110 kV de la subestación y los ingresos en totales (110 kV y 220 kV) del anillo de subtransmisión.
- Se calculan las pérdidas y se comparan los datos.
- Se obtienen los siguientes resultados:
  - Delta Perdidas Desequilibrio/Equilibrio: 0,67
  - Incremento de Pérdidas por Desequilibrio: 4,0%

2.3 Valorización de las Pérdidas

Acorde a lo señalado en el punto 4.8 del Capítulo II de las Bases, los precios utilizados para valorizar las pérdidas del sistema corresponden a los fijados según el Decreto de Precios de Nudo N° 281, de fecha 30 de octubre de 2009, expresados en dólares americanos de diciembre de 2009. Estos precios se muestran en la tabla siguiente:

Tabla A12-3:- Precios de Nudo en dólares americanos

Subestación Troncal	PNE (US$/MWh)	PNP (US$/kW-mes)
(1) S/E Polpaico 220	80,054	9,697
(2) S/E Alto Jahuel 220	83,225	10,219
(3) S/E Chena 220	84,641	10,388
(4) S/E Cerro Navia 220	85,217	10,500

Para determinar un valor promedio de energía y potencia en el sistema, se han determinado unos factores ponderadores Ni para cada punto troncal que aporta energía al SIC3. Estos factores se han construido, tal como lo señalan las Bases, asociando las cantidades físicas de energía que se retiran en cada punto a su respectivo punto troncal, mediante el criterio de mínima distancia eléctrica establecido en el Decreto N° 320 de 2008. Los factores obtenidos se muestran en la tabla siguiente:

Tabla A12-4: Factores ponderadores de precio Ni

Subestación Troncal	Ni
(1) S/E Polpaico 220	1,5%
(2) S/E Alto Jahuel 220	27,8%
(3) S/E Chena 220	29,9%
(4) S/E Cerro Navia 220	40,8%

Con los precios y factores anteriormente señalados, se obtiene el precio de energía y potencia del SIC 3 que corresponde al precio utilizado para valorizar las pérdidas obtenidas en cada simulación. Dichos precios se muestran en la siguiente tabla:

Tabla A12- 5 - Precios de energía y potencia equivalente SIC 3

Pe (US$/MWh)	Pp (US$/kW/mes)
84,405	10,376

3. Modelación de las Centrales Generadoras OSE2000

Para obtener las condiciones de operación esperadas del SIC, se hace necesario modelar las centrales generadoras que participan en el despacho del sistema, incluyendo todas las centrales térmicas operadas con gas natural, carbón, diesel, biomasa, entre otros combustibles derivados del petróleo y del carbón. Además, se modelan las principales centrales hidráulicas (no se incluyen minicentrales hidráulicas presentes generalmente en el sur del país cuyo aporte al sistema es despreciable) diferenciadas entre centrales de embalse, en serie hidráulica y de pasada.

Las centrales térmicas se representan principalmente por su potencia y el costo variable asociado el cual puede variar mensualmente a lo largo del horizonte. A continuación se presenta la estructura de dicho costo variable el cual depende del costo de combustible de la planta, su rendimiento térmico y los costos variables no combustibles.

$$CVar = \mu \cdot CVarCom + CVarNoCom$$

Donde:

CVar:	Costo variable central térmica.
μ:	Rendimiento térmico de la turbina.
CVarCom:	Costo variable combustible.
CVarNoCom:	Costo variable no combustible

Por otra parte, las centrales térmicas incluyen una tasa de indisponibilidad forzada que reduce su potencia disponible y además, se detalla su programa de mantenimiento anual.

La modelación del sistema de centrales hidráulicas se realiza mediante la conectividad de las centrales de embalse, de serie hidráulica y de pasada. El modelo permite representar la correlación temporal de los caudales afluentes mediante un esquema de independencia o dependencia hidrológica a través de la regulación temporal de embalses. Asimismo, la correlación espacial es mantenida mediante la utilización de las mismas hidrologías para cada afluente definido. Se incluye la representación de los convenios de riego tanto de la cuenca del Maule en la Séptima Región, como del Laja en la Octava Región.

Las centrales de embalse son modeladas considerando el balance entre el caudal afluente y el caudal generado más las evaporaciones, filtraciones y vertimientos de los respectivos embalses. Por su parte, las centrales en serie hidráulica consideran el balance entre el caudal afluente y el caudal generado más los vertimientos. Finalmente, la representación interna de las centrales de pasada se realiza mediante una central térmica equivalente, donde el caudal generable, es el mínimo entre el afluente y el caudal máximo generable.

Anexo 13: Módulos de Valorización y Líneas Auxiliares

Para los procesos de optimización y adaptación del sistema de subtransmisión se utilizaron módulos de valorización, tanto para tramos de línea como para subestaciones, que permitieran sistematizar las rutinas de cálculo, en particular para la determinación del Valor Presente de los valores de aVI y de COMA correspondientes a las múltiples configuraciones de red consideradas.

Los módulos de valorización incluyeron todos los costos y recargos de las instalaciones, calculados de acuerdo con lo especificado en las Bases del Estudio, los cuales fueron ajustados para corresponder a diferentes tamaños estándar de conductores en el caso de tramos de línea y a diferentes capacidades estándar de transformadores en el caso de las subestaciones. Para la optimización de la red sólo se consideró el valor de remplazo a nuevo de las instalaciones, mientras que para la adaptación del sistema se consideró también el costo de desmontaje de las instalaciones existentes y los costos adicionales de montaje de las nuevas. Para esto último, además de los recargos de montaje de nuevos elementos de la red, se consideró la utilización de líneas auxiliares durante la realización de las obras de refuerzo de tramos de línea existentes.

En este anexo se presenta el detalle de la definición de los módulos de valorización de líneas y de subestaciones y del costo de líneas auxiliares.

1. Módulos de Valorización

Para llevar a cabo los procesos conducentes a la adaptación económica del sistema de subtransmisión, considerando que existía una enorme cantidad de alternativas de configuración de la red, fue necesario contar con una herramienta que permitiera evaluar rápidamente y de manera simple, las distintas alternativas de optimización y adaptabilidad. Para tal fin se elaboraron módulos para calcular el valor de inversión y de COMA de líneas y subestaciones considerando diferentes capacidades de las instalaciones.

Para la utilización de los módulos se tuvo en cuenta que, de acuerdo con lo establecido en las Bases, las instalaciones optimizadas no están sujetas a plazos de construcción ni consideran costos de habilitación, desmantelamientos, o reemplazos distintos a los costos de inversión, operación, mantención y administración de las instalaciones puestas en terreno. Igualmente, para la optimización de instalaciones y la adaptación de los sistemas de subtransmisión se debe considerar la utilización de tecnologías de última generación, aplicando una política de minimización de la función del valor presente indicada en el punto 6.1 del cuerpo principal de este informe.

Es importante señalar que una vez decididas las alternativas seleccionadas, ya sea para optimización y/o adaptación del sistema, se desarrollaron con un mayor nivel de detalle los proyectos que entregaron la valorización real de cada uno de ellos.

1.1 Desarrollo de Módulos de Líneas

En el desarrollo de esta herramienta se consideró como principal fuente de información el inventario real de instalaciones, en donde se especifican las inversiones y elementos asociados a cada línea perteneciente al SIC 3. Luego, con la información obtenida del inventario, se procedió a agrupar las inversiones en los principales elementos que componen cada línea, de la siguiente manera:

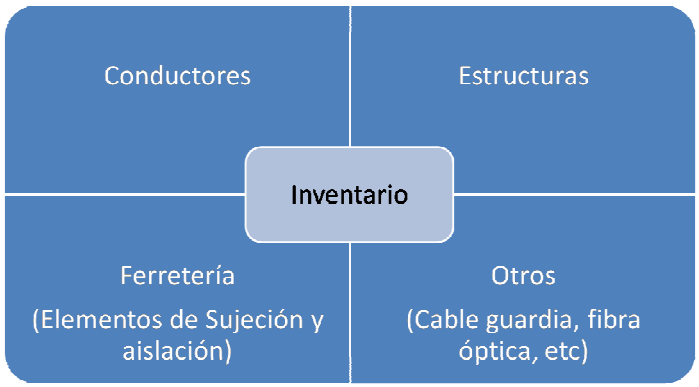


Figura A13.1: Elementos de Inversión en Líneas

Para aquellas inversiones cuyos elementos no se ven sensiblemente afectados al momento de modificar las líneas, se consideraron constantes dichos montos, situación reflejada tanto en el caso de la Ferretería como en Otros elementos.

Al contrario, en aquellos elementos que se ven afectados por la modificación de las líneas, como son los Conductores y Estructuras, se procedió a desarrollar una aplicación que permitiese estimar rápidamente las inversiones asociadas a cada una de las alternativas.

En el desarrollo de la aplicación se identificaron las principales variables que influyen en el valor de inversión en líneas y que se muestran a continuación:

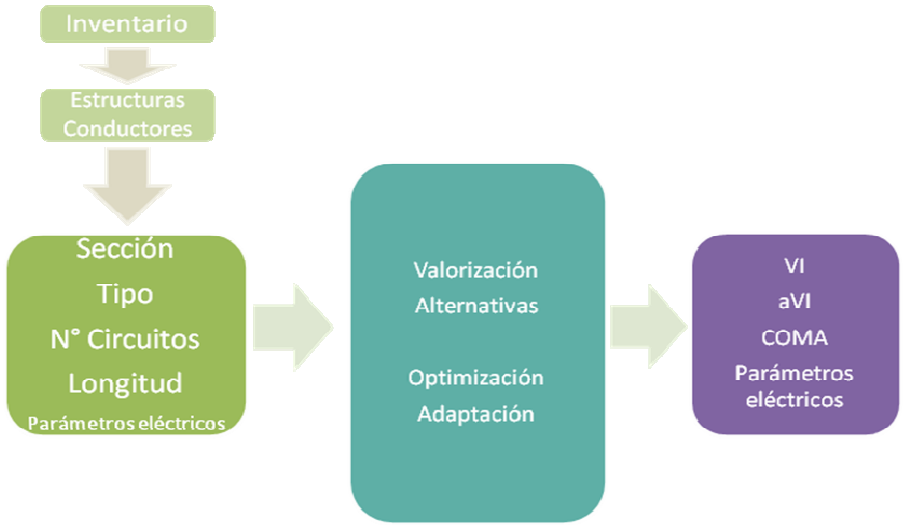


Figura A13.2: Variables de Valorización de Módulos de Líneas

Para los cálculos asociados a la optimización y adaptación de líneas no se consideraron los valores de servidumbres, esto dado que el valor de ellas se encuentra determinado por el trazado de la línea y nivel de tensión, y no se consideraron alternativas de modificaciones de trazados o modificaciones en los niveles de tensión.

En los cálculos asociados al aVI de las líneas, se utilizan las vidas útiles para cada agrupación, es decir 20 años para conductores y ferretería y 40 años para estructuras, junto con la aplicación de la tasa anual de descuento de 10%, determinando los factores de recuperación del capital de cada agrupación y procediendo luego a integrar los resultados.

Para los cálculos asociados al COMA de las líneas se consideró como fuente la razón obtenida entre el aVI y el COMA del proceso de subtransmisión precedente, correspondiendo dicho valor al 17,11% del aVI de las redes.

1.2 Estimación de Inversión en Conductores

A través del inventario, se identificaron las inversiones asociadas sólo a conductores para el total de tramos de líneas pertenecientes al SIC 3.

Una vez identificadas las inversiones en conductores asociadas a cada tramo, se procedió a estimar un valor unitario por kilometro de red, considerando cantidad de circuitos, conductores por fase y sus respectivas longitudes. Posteriormente se agruparon los valores obtenidos según las características de cada conductor. Las agrupaciones correspondieron a Conductores de Aluminio, Conductores de Cobre y Conductores de Alta Capacidad.

Finalmente, una vez obtenidos los valores unitarios para cada conductor según su familia, se efectuaron regresiones lineales para cada una de ellas, estimando con ello valores promedio para cada sección y tipo de conductor.

A continuación se visualizan las curvas resultantes de las regresiones lineales de cada familia de conductores.

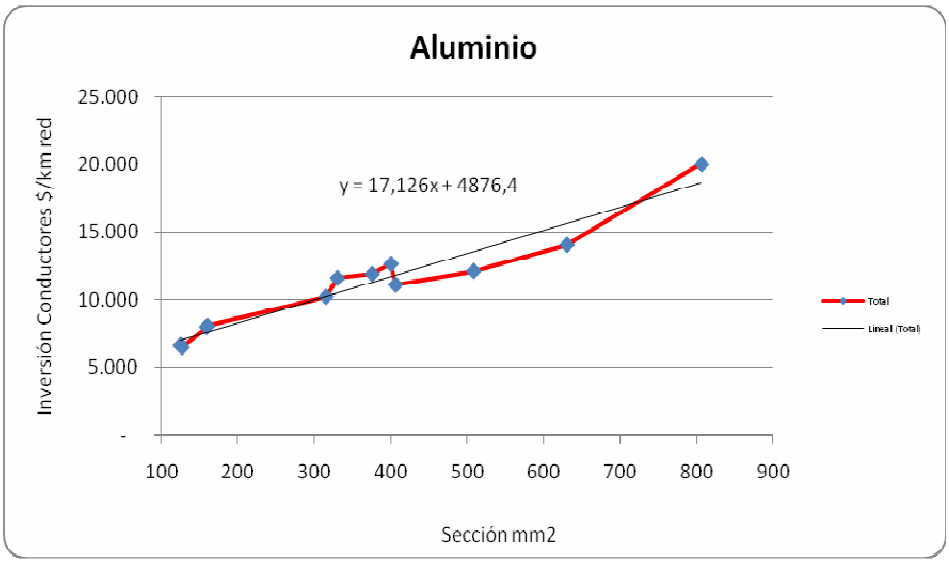


Figura A13.3: Inversión en Conductores de Aluminio

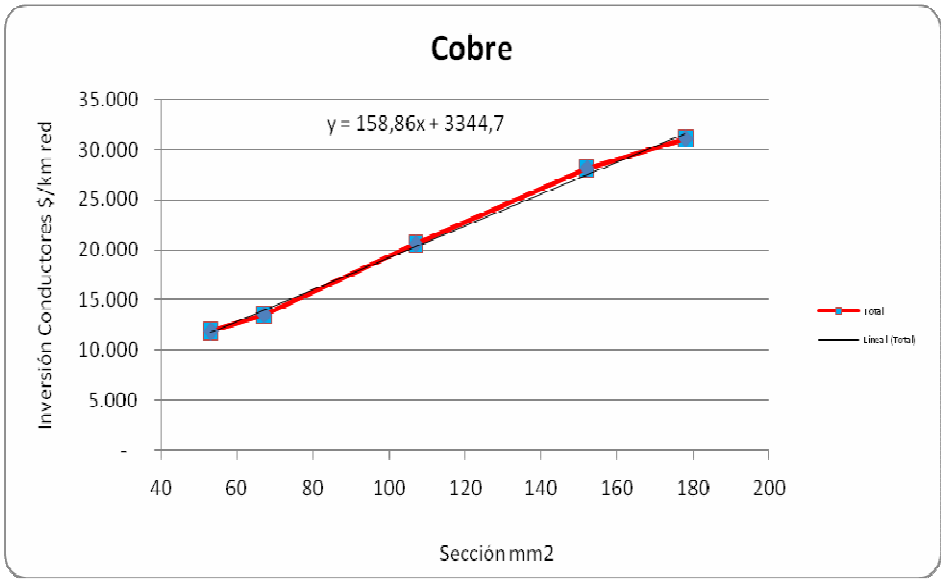


Figura A13.4: Inversión en Conductores de Cobre

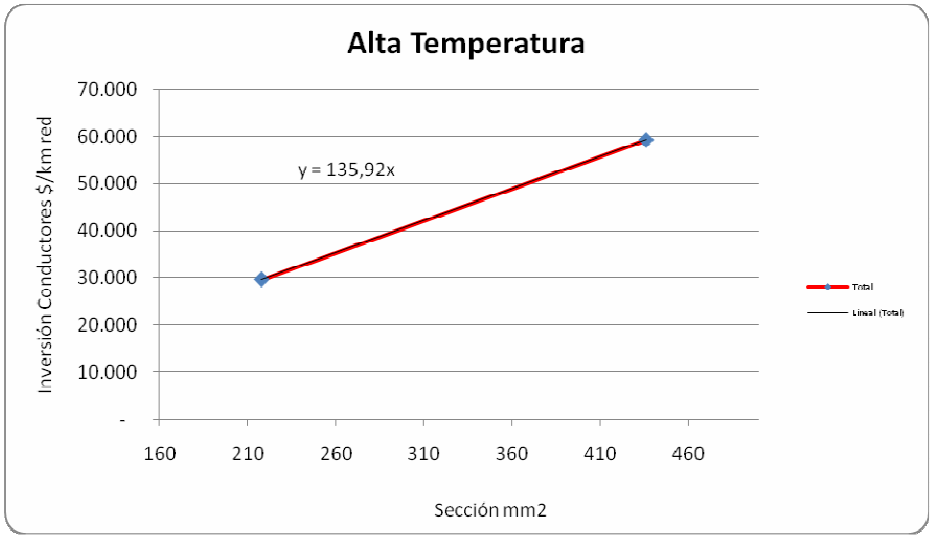


Figura A13.5: Inversión en Conductores de Alta Temperatura

1.3 Estimación de Inversión en Estructuras

Las líneas utilizan tanto estructuras del tipo reticulada como postes de acero tubular en su trazado, razón por la cual se hace necesario construir estimaciones independientes para cada una de ellas.

El dimensionamiento de las estructuras, depende directamente del peso que ellas deben soportar, por lo tanto para determinar la variación de inversiones se considera como variable de entrada el peso de los conductores. El peso que deben soportar las estructuras, quedará determinado por la sección de los conductores, material, cantidad de circuitos y longitud de estos.

A continuación se muestran las curvas resultantes para líneas con torres reticuladas y tubulares, considerando como variable de entrada el peso que soportan.

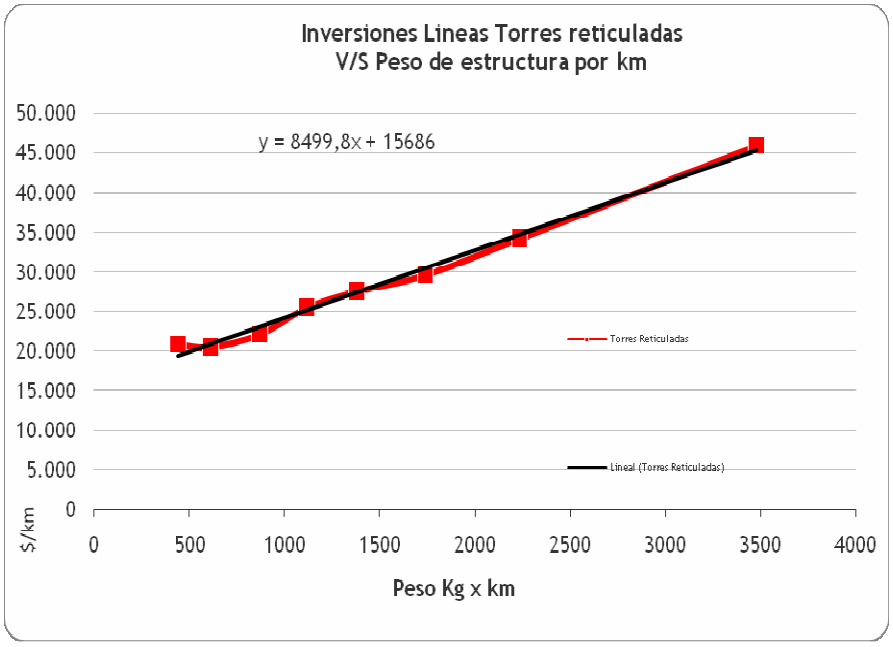


Figura A13.6: Inversión en Estructuras Reticuladas

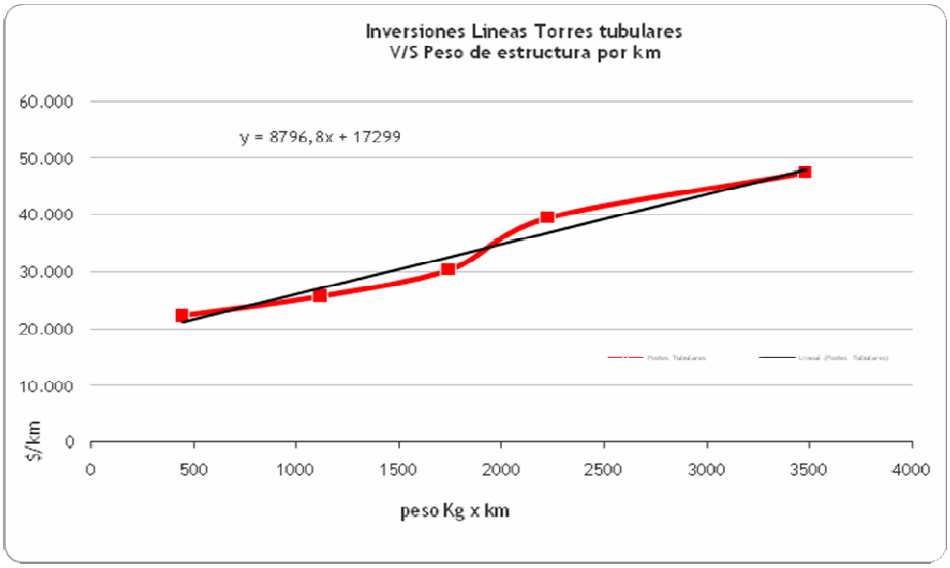


Figura A13.7: Inversión en Estructuras Tubulares

Una vez determinada la curva característica de cada tipo de línea, para obtener una curva representativa para todo el SIC-3 se procedió a ponderar cada curva con el porcentaje de torres reticuladas y postes tubulares.

Finalmente, para determinar las inversiones asociadas a las estructuras de cada tramo de línea, se determinó a través del gráfico el valor unitario de inversión de cada una de ellas a través de su peso asociado. Si un tramo de línea se debe optimizar o adaptar, se debe aplicar la misma variación porcentual que sufre el valor unitario de inversión, dada por la variación del peso por kilometro al que quedó sujeto dicho tramo de línea.

1.4 Estimación de Valores Residuales y de Desmontaje de Estructuras y Conductores

Para estimar las inversiones para el proceso de Adaptación, se debe considerar adicionalmente los montos asociados a valores residuales de conductores y de estructuras y el costo de desmontaje de estos mismos, los cuales no aplican para el proceso de optimización.

El valor residual consiste en el valor de recuperación de las instalaciones existentes, en el momento que deben ser reemplazadas. En él se considera sólo el material que se logra recuperar en la etapa de desmontaje (i.e. el acero de fundaciones no se recupera).

El valor de desmontaje, consiste en el valor de mano de obra asociada al retiro de los materiales instalados (originales), al momento de efectuar un refuerzo. Al respecto, se consideró el valor de mano de obra de retiro de conductores y del retiro del acero de las estructuras.

Valores Residuales de Estructuras

Utilizando la información del inventario del SIC-3, se identificó el total de las inversiones asociadas a estructuras y se determinó qué porcentaje de este corresponde al acero utilizado en las fundaciones. Este porcentaje se aplicó sobre el total de estructuras de cada tramo de línea y luego se ajustó en función de la razón entre el precio del acero residual y el acero manufacturado. De esta forma se determina el valor residual de estructura por cada tramo de línea.

Valor Desmontaje de Estructuras

Para cada tramo de línea, al total de estructuras se le descuentan las que se utilizan en las fundaciones y de esta forma se determina la cantidad de estructuras sujetas a desmontaje. El valor de inversión de las estructuras sujetas a desmontaje se divide por el valor del acero manufacturado y así se determinan los kilos de estructura asociados al desmontaje. El costo de desmontaje de dichos kilos de estructura se valoriza a partir del costo de mano de obra baremado de desmontaje por kilo de estructura.

Valor Residuales Conductores

A través de los pesos específicos de cada conductor ponderado por su longitud, cantidad de conductores por fase y número de circuitos, se obtiene el peso específico de cada tramo. Luego se aplica el valor residual de material (cobre o aluminio) y se obtiene el valor residual de cada tramo de línea por concepto de conductor.

Valor Desmontaje Conductores

El desmontaje de conductores se valorizó a partir de costos baremados de desmontaje que están establecidos según sección y número de circuitos.

1.5 Desarrollo de Módulos de Subestaciones

De manera análoga a los módulos de líneas, para el desarrollo de esta herramienta se consideró como principal fuente de información el inventario real de instalaciones, en donde se especifican las inversiones y elementos asociados a cada subestación perteneciente al SIC-3. De la información obtenida del inventario, se procedió a agrupar las inversiones en los principales elementos que componen cada subestación.

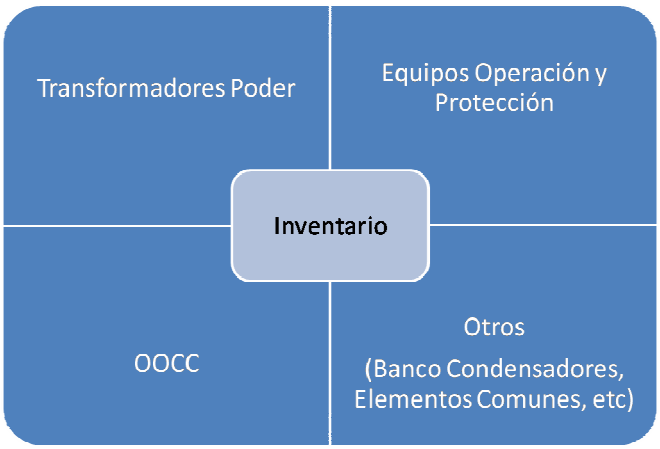


Figura A13.8: Elementos de Inversión en Subestaciones

Para aquellas inversiones, cuyos elementos no se ven sensiblemente afectados al momento de modificar las subestaciones, se consideraron constantes dichos montos, situación reflejada en el caso de Otros elementos.

Al contrario, en aquellos elementos que se ven afectados por la modificación de las subestaciones, como son los transformadores de poder, equipos de operación y protección y obras civiles (OO CC), se procedió a utilizar los precios a los que se refieren los Anexos 1 y 2 de este informe, a fin de estimar rápidamente las inversiones asociadas a cada una de las alternativas.

En el desarrollo de la aplicación se identificaron las principales variables que influyen en el valor de inversión en subestaciones y que se muestran a continuación

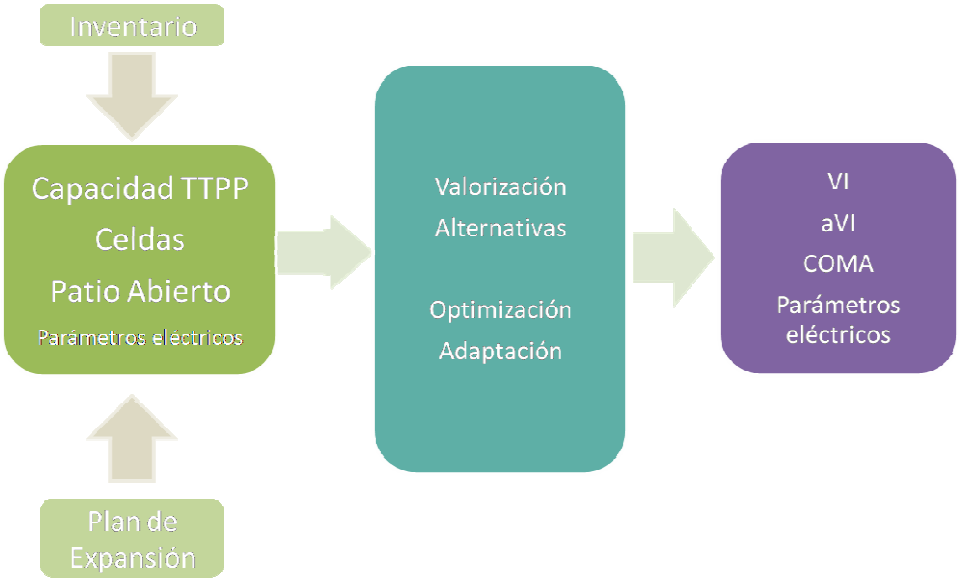


Figura A13.9: Variables de Valorización de Módulos de Subestaciones

Los cálculos asociados a la optimización y adaptación de subestaciones sólo consideran los costos asociados a obras civiles y eléctricas y no consideran los valores de terreno, en el caso de que el terreno existente pueda dar cabida a las instalaciones de las alternativas.

Los cálculos asociados al aVI de subestaciones consideran las vidas útiles para cada agrupación, es decir 30 años para equipamiento eléctrico y electromagnético y 40 años para obras civiles, junto con la tasa anual de descuento de 10%, para determinar los factores de recuperación del capital de cada agrupación, procediendo luego a integrar los resultados.

Para los cálculos asociados al COMA de las subestaciones, se consideró como fuente la razón obtenida entre el aVI y el COMA del proceso de subtransmisión precedente, correspondiendo dicho valor al 17,11% del aVI de las redes.

2. Costo de Líneas Auxiliares

Una línea auxiliar corresponde a una línea instalada temporalmente mientras se realiza una obra de refuerzo de una línea existente en el sistema. La estimación de los costos asociados a líneas auxiliares se realizó en base a la información del inventario de instalaciones del SIC-3.

De acuerdo a la experiencia de KEMA en la ejecución de refuerzos de líneas de transmisión, se utilizaron los siguientes supuestos para determinar los costos de dichas líneas auxiliares:

Conductores

Para el caso de los conductores, se consideró el 50% del costo del conductor de la línea existente, toda vez que el conductor de la línea auxiliar debe soportar la capacidad del circuito que se está reemplazando y que puede ser utilizado en dos oportunidades.

Estructuras

Tomando en consideración que las estructuras de la línea auxiliar pueden ser reutilizadas en una oportunidad y que al tener un uso transitorio pueden dimensionarse para una solicitación inferior, éstas se han valorizado al 20% del costo de la estructura existente.

Fundaciones

Asumiendo que las estructuras de la línea auxiliar se diseñan para solicitaciones inferiores a las de la línea existente, y que éstas se destruyen al desmontarlas, se valorizaron las fundaciones de la línea auxiliar al 40% del costo de las fundaciones de la línea existente.

Ferretería

En vista que la utilización de ella es directamente proporcional a la utilización de conductores, se considero el mismo criterio de valorización de estos.

Servidumbre y permisos transitorios en bienes nacionales de uso público

Se consideró como la anualidad del valor de la servidumbre de la línea existente, ponderado por el tiempo de utilización asociado a cada línea auxiliar. De acuerdo a la experiencia de KEMA, un valor representativo del tiempo que se requiere contar con la línea auxiliar, corresponde a 3 meses por cada kilómetro de línea existente a reforzar.

Con base en las consideraciones anteriores, se calculó el ahorro en costos en valor presente de utilizar una línea auxiliar para reforzar cada uno de los tramos de línea del sistema considerados en los planes de expansión, respecto a la ejecución de refuerzos sin línea auxiliar. A continuación se presenta la Tabla A13.1 en la cual se muestran los ahorros en valor presente para cada uno de los refuerzos considerados en los escenarios de expansión del SIC-3:

Tabla A13.1: Ahorros por utilización de líneas auxiliares

Tramo	Ahorro MUSD
Tap Pudahuel 110->Tap San Jose 110 I	3.130,26
Tap San Jose 110->Tap Pajaritos 110 I	2.263,77
Chena 110->Lo Espejo 110 I	2.930,56
Lo Espejo 110->(Ei1) Lo Espejo-Ochagavia-110 I	3.315,70
(Ei1) Lo Espejo-Ochagavia-110->(Ei2) Lo Espejo-Ochagavia-110 I	- 205,22
(Ei2) Lo Espejo-Ochagavia-110->Tap La Cisterna 110 I	- 355,11

Tramo	Ahorro MUSD
Tap La Cisterna 110->FFCC Lo Espejo 110 I	2.601,01
FFCC Lo Espejo 110->Ochagavia 110 I	2.367,70
Tap San Bernardo 110->Tap Las Acacias 110 I	2.159,46
Alto Jahuel 110->Tap Buin 110 I	3.528,43
Tap Buin 110->Tap La Pintana 110 I	6.376,87
Tap Santa Rosa Sur 110->Tap Santa Raquel 110 I	2.348,14
Tap Santa Raquel 110->Florida 110 I	1.898,96
Tap Andes 110->Tap La Reina 110 I	1.341,38
Los Almendros 110->Tap Andes 110 I	1.088,62
Los Almendros 110->Tap Los Dominicos 110 I	2.137,75
(Ei1) Tap Vitacura-Tap La Dehesa-110->Tap Vitacura 110 I	2.792,65
(Ei2) Tap Vitacura-Tap La Dehesa-110->(Ei1) Tap Vitacura-Tap La Dehesa-110 I	2.763,67
Tap La Dehesa 110->(Ei2) Tap Vitacura-Tap La Dehesa-110 I	2.876,13
(Ei1) El Salto-San Cristobal-110->(Ei2) El Salto-San Cristobal-110 I	1.617,58
El Salto 110->(Ei1) El Salto-San Cristobal-110 I	1.370,46
(Ei2) El Salto-San Cristobal-110->San Cristobal 110 I	1.555,77
(Ei3) El Salto-San Cristobal-110->(Ei4)San Cristobal 110 I	1.859,72
Tap Chacabuco 110->Tap Recoleta 110 I	504,01
Tap Lo Boza 110->Tap Quilicura 110 I	2.183,61
Cerro Navia Chilectra 110->Tap Lo Boza 110 I	2.889,13
San Bernardo 110->Malloco 110	507,39
Ochagavia 110->Tap Club Hipico 110 I	1.553,62
Tap Club Hipico 110->Tap San Joaquin 110 I	830,64
Tap Macul 110->Tap Santa Elena 110 I	863,07
Tap Altamirano 110->Altamirano 110 I	618,43
Tap Chena 220->Chena 220 I	5.549,95
Tap Lo Boza 110->Lo Boza 110 I	278,68
Tap Lo Valledor 110->Lo Valledor 110 I	602,85
Tap Recoleta 110->Recoleta 110 I	672,30
Tap San Bernardo 110->San Bernardo 110 I	404,70
Tap San Jose 110->San Jose 110 I	262,92
Tap Vitacura 110->Vitacura 110 I	1.297,44
Las Vegas 110-> Punta de Peuco 110 I	- 3.045,75
Punta de Peuco 110->Tap Batuco 110 I	1.322,08
Cerro Navia 110->Tap Batuco 110 I	942,83
Tap Las Vizcachas 110->Florida 110 I	854,73

Cabe destacar que en los casos del refuerzo en la línea Las Vegas – Punta de Peuco 110 kV y Lo Espejo Ochagavia – Tap La Cisterna 110 kV, la utilización de línea auxiliar durante su ejecución deriva en un mayor costo en valor presente que el hecho de no considerar dicha utilización.

Listado de Tablas de Resultados y Archivos

(1) Archivo electrónico “ResultadoSistemaSIC3.mdb”: Tablas de Resultados SIC-3

(2) Archivo electrónico “CuadrosCOMA_SistemaSIC-3.xls”: Cuadros de COMA SIC-3

(3) Archivo electrónico “Predicción de Demanda.mdb”: demanda proyectada del SIC-3

(4) Archivo Electrónico “Estudio de Precios Alv.pdf”: Informe del Estudio de Precios

(5) Archivo electrónico “Lista de Precios de Equipos y Materiales.xls”: Listado de Precios de Equipos y Materiales del Estudio de Precios

(6) Archivos electrónicos “09372-03-01-ITEL-ITE-001 Version 0.doc” y “09372-03-01-ITES-ITE-001 Version 0.doc”: Informe de Líneas e Informe de Subestaciones del Estudio de Recargos

(7) Archivo electrónico “Optimiza_Informe_Final_28.12.2009.pdf”: Informe del Estudio de Terrenos

(8) Archivo electrónico “INFORME_SERVIDUMBRES_2010.pdf”: Informe de Servidumbres

(9) Archivos electrónicos “Inventario_SIC-3_Lineas_V09” e “Inventario_SIC-3_Subestaciones_V07”: Inventario físico de Líneas e Inventario físico de Subestaciones