


The logo for Chilectra, consisting of a blue square with the word "chilectra" in white lowercase letters, and a yellow horizontal bar at the bottom.

chilectra

ESTUDIO PARA EL CÁLCULO DE LAS COMPONENTES DE COSTO DEL VALOR AGREGADO DE DISTRIBUCIÓN (VAD)

A large, semi-transparent globe is centered on the page. It is covered in a network of glowing yellow and orange lightning bolts, symbolizing electricity. The globe is set against a background of dark, swirling clouds.

ÁREA TÍPICA 1: CHILECTRA

TEXTO INFORME



SYSTEP Ingeniería y Diseños



INECON, Ingenieros y Economistas Consultores S.A.

Chile, Septiembre de 2004

ESTUDIO PARA EL CÁLCULO DE LAS COMPONENTES DE COSTO DEL VALOR AGREGADO DE DISTRIBUCIÓN (VAD)

ÁREA TÍPICA 1: CHILECTRA

ÍNDICE

1.	RESUMEN Y RESULTADOS	6
1.1	Introducción.....	6
1.2	Síntesis del Trabajo.....	6
1.3	Valores Agregados (VADAT, VADBT, costos fijos, factores de pérdidas)	7
2.	ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA	8
3.	ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE LA DEMANDA	11
3.1	Metodología de Análisis y Proyección Indicada en las Bases	11
3.2	Datos Base Disponibles	12
3.3	Aplicación de la Metodología Indicada para la Proyección de la Demanda	12
3.4	Determinación de la Demanda de Diseño en BT	18
3.4.1	Metodología General	18
3.4.2	Determinación de los Factores de Carga	21
3.4.3	Factores de Diversidad	23
4.	DIMENSIONAMIENTO Y COSTOS DE LAS INSTALACIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA EMPRESA MODELO	24
4.1	Dimensionamiento de Redes de Baja Tensión.....	26
4.1.1	Selección de Muestras Representativas de Instalaciones de la Empresa Modelo	26
4.1.2	Dimensionamiento Óptimo de Instalaciones de las Muestras Representativas.....	28
4.1.3	Proyección de Costos al Universo de las Instalaciones	31
4.2	Dimensionamiento de las Redes de Alta Tensión	33
4.3	Dimensionamiento Asignado al Área Típica.....	35
4.4	Costo Unitario de las Instalaciones	36
4.4.1	Precio Unitarios de Instalaciones Eléctricas	36
4.5	Costos de las Instalaciones de la Empresa Modelo	36
4.5.1	Costo de las Redes de Alta Tensión	36
4.5.2	Costo de Subestaciones de Distribución.....	38
4.5.3	Costo de las Redes de Baja Tensión	39
4.5.4	Valoración de la Expansión de Instalaciones a Cinco Años.....	40
4.6	Cálculo de las Pérdidas Medias de Potencia y Energía.....	42
4.6.1	Estudio de Pérdidas de Potencia y Energía	42
4.6.2	Balances de Energía y Potencia	42
5.	DIMENSIONAMIENTO Y COSTOS DE LOS BIENES MUEBLES E INMUEBLES DE LA EMPRESA MODELO	44
5.1	Edificios	44
5.1.1	Edificios de Atención Comercial	44
5.1.2	Edificios Administrativo y Técnico	46

5.1.3	Bodegas	48
5.1.4	Costos Unitarios de Edificación	48
5.1.5	Comparación opción arrendamiento o compra y/o construcción edificio	49
5.2	Terrenos	50
5.3	Equipamiento de Oficina	50
5.4	Vehículos	51
5.5	Equipos de Laboratorio	51
5.6	Equipos de Bodega y Maestranza	51
5.7	Equipos de Comunicaciones	52
5.8	Equipos de Computación	52
5.9	Otros Equipos	52
5.10	Resumen de Costos de los Bienes Muebles e Inmuebles de la Empresa Modelo	53
6.	DIMENSIONAMIENTO Y COSTOS DE LA ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA EMPRESA MODELO	54
6.1	Estructura Organizacional Empresa Modelo	54
6.2	Estudio y Análisis de las Funciones Incorporadas en la Empresa Modelo	55
6.3	Determinación de la Dotación de la Empresa Modelo	56
6.3.1	Marco General de Diseño	56
6.3.2	Dotación de la Empresa Modelo	58
6.3.3	Estructuras Generales diseñadas en Base a Estudio de Funciones y Aplicación de Sistemas de Supervisión	58
6.3.4	Estructuras Estratégicas incorporadas a la Empresa Modelo	59
6.3.5	Estructuras Operacionales de la Empresa Modelo	60
6.3.6	Organigrama de la Empresa	60
6.3.7	Dotación de la Empresa Modelo	71
6.4	Análisis de la Dotación General de la Empresa Modelo	71
6.5	Asignación Tareas al Personal Diseñado para la Empresa Modelo	73
6.6	Estudio de Mercado de Remuneraciones	73
6.6.1	Homologación de Cargos	74
6.6.2	Niveles de Mercado de las Remuneraciones	74
6.7	Costo de la Estructura Organizativa de la Empresa Modelo	77
6.8	Evaluación de la Organización de Control de Hurto	78
7.	DIMENSIONAMIENTO Y CÁLCULO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE FUNCIONES EXTERNALIZADAS DE LA EMPRESA MODELO	79
7.1	Enfoque General Utilizado	79
7.2	Identificación de Contratos de la Empresa Modelo	81
7.3	Identificación de Tareas a Ser Efectuadas por Medio de Contratos	82
7.4	Determinación del Costo de Contratación	82
7.5	Asignación a Actividades SEC	82
7.6	Contratos Especiales	83
7.7	Modelación de Costos de Mantenimiento de Red para la Empresa Modelo	83
7.7.1	Actividades de Mantenimiento de Red de Distribución	83
7.7.2	Dotación de Cuadrillas	84
7.7.3	Dimensionamiento de Recursos para el Mantenimiento de Red de Distribución	86
7.8	Otros Costos De Explotación Relacionados a Actividades Externalizadas	93
7.8.1	Materiales de Mantenimiento	93

7.8.2	Derechos Municipales	93
8.	DIMENSIONAMIENTO DE OTROS GASTOS EN BIENES Y SERVICIOS DE LA EMPRESA MODELO	94
9.	VALOR AGREGADO DE DISTRIBUCIÓN	96
9.1	Costo Fijo por Cliente	96
9.2	Perdidas Medias de Potencia.....	99
9.3	Costos de Inversión, Mantenición y Operación por Unidad de Potencia	99
9.4	Valores Agregados Resultantes.....	101
9.5	Consideraciones Respecto al Punto 8 de las Bases	108
10.	INDEXACIÓN DE VALORES AGREGADOS.....	110

ANEXOS

ANEXO 3.1	PROYECCIÓN DE DEMANDA
ANEXO 4.1	ESTUDIO DE VNR Y PRECIOS UNITARIOS
ANEXO 4.2	METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS REPRESENTATIVAS DE DISEÑO EN BAJA TENSIÓN
ANEXO 4.3	METODOLOGÍAS DE SELECCIÓN ÓPTIMA DE PARQUE DE TRANSFORMADORES Y CONDUCTORES
ANEXO 4.4	DIMENSIONAMIENTO DE PROYECTOS REPRESENTATIVOS DE BAJA TENSIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVA ÓPTIMA
ANEXO 4.5	METODOLOGÍA DE EXTRAPOLACIÓN DE RESULTADOS EN BAJA TENSIÓN
ANEXO 4.6	DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE ALTA TENSIÓN
ANEXO 4.7	CALIDAD DE SERVICIO
ANEXO 4.8	ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS
ANEXO 4.9	ESTUDIO DE PÉRDIDAS Y BALANCE DE ENERGÍA Y POTENCIA
ANEXO 4.10	ESTUDIO DE DERECHOS MUNICIPALES Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS
ANEXO 4.11	COSTO DE LAS INSTALACIONES DE LA EMPRESA MODELO
ANEXO 5.1	DIMENSIONAMIENTO DE OFICINAS COMERCIALES
ANEXO 5.2	DETERMINACIÓN ESTÁNDARES Y COSTOS DE CONSTRUCCIÓN
ANEXO 5.3.	CRITERIOS, ANTECEDENTES Y RESULTADOS DE TERRENOS EMPRESA MODELO
ANEXO 5.4	EQUIPOS DE OFICINA
ANEXO 5.5	EQUIPOS DE LABORATORIO
ANEXO 5.6	EQUIPOS DE BODEGAS Y MAESTRANZA
ANEXO 5.7	OTRAS EQUIPOS MUEBLES E INMUEBLES
ANEXO 5.8	RESUMEN COSTO BIENES MUEBLES E INMUEBLES
ANEXO 6.2	ACTIVIDADES PROCESOS Y FUNCIONES MÍNIMAS DE LA EMPRESA MODELO
ANEXO 6.3	ESQUEMA ORGANIZACIONAL DE DETALLE DE LA EMPRESA MODELO
ANEXO 6.5-1	FUNCIONES ASIGNADAS A LA DOTACIÓN
ANEXO 6.5-2	ASIGNACIÓN DE HORAS UTILIZADAS POR LOS PROFESIONALES TIPOS DEFINIDOS POR EL REGULADOR, PARA LOS CUATRO PROCESOS PRINCIPALES Y LOS OCHO DE APOYO
ANEXO 6.6	CUADRO DE REMUNERACIONES DEFINIDO POR REGULADOR

ANEXO 6.7-1	COSTO ASOCIADO AL PERSONAL DE LA EMPRESA MODELO ASIGNADO A ACTIVIDADES SEC
ANEXO 6.7-2	RESULTADOS FINALES EN FORMATOS SEC PARA LA DOTACIÓN Y GASTOS DE REMUNERACIÓN
ANEXO 6.8	EVALUACIÓN DE LAS INVERSIONES Y GASTOS EN CONTROL DE HURTO
ANEXO 7.1-1	CUADROS DETALLE FUNCIONES EXTERNALIZADAS DE LA EMPRESA MODELO
ANEXO 7.1-1	CUADROS DETALLE MODELO DE MANTENIMIENTO DE RED DE DISTRIBUCIÓN
ANEXO 7.2	FORMULARIOS DE RESULTADOS PARA COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE FUNCIONES EXTERNALIZADAS DE LA EMPRESA MODELO
ANEXO 7.3	IMPACTO DE LAS NORMAS DE CALIDAD DE SERVICIO EN LA GESTIÓN DE LA EMPRESA MODELO
ANEXO 7.4	CONTRATOS DE ARRENDAMIENTO DE EQUIPOS Y SOPORTE INFORMÁTICO Y DE ARRIENDO DE EQUIPOS DE COMUNICACIONES
ANEXO 8.1	DIMENSIONAMIENTO DE OTROS GASTOS EN BIENES Y SERVICIOS DE LA EMPRESA MODELO

1. RESUMEN Y RESULTADOS

1.1 Introducción

En este informe se presenta el Estudio de Valores Agregados de Distribución para el Área Típica 1 definida por la Comisión Nacional de Energía, y cuya empresa de referencia corresponde a Chilectra S.A. Este estudio corresponde al contratado por la empresa de acuerdo a lo indicado en el artículo 107° del DFL N° 1.

Este estudio ha sido realizado por las empresas consultoras INECON, Ingenieros y Economistas Consultores S.A. y Systep Ingeniería y Diseños Ltda.

En todas las partes de este informe, salvo indicación expresa, todas las cifras se encuentran expresadas en pesos del 31 de diciembre de 2003. El tipo de cambio utilizado es de \$ 599,42 por dólar y el valor de la unidad de fomento es de 16.920,00 pesos.

1.2 Síntesis del Trabajo

El trabajo se efectuó ciñéndose a lo establecido en las Bases del Estudio de Valores Agregados de Distribución. En primer lugar se definieron las características propias de la empresa y de su área de concesión. Posteriormente se definieron las características de la demanda del área típica y su proyección. En tercer lugar se dimensionaron las instalaciones del sistema eléctrico de modo de obtener instalaciones adaptadas a la demanda y con una calidad de servicio según lo indicado en el Anexo 3 de las Bases. En cuarto lugar se dimensionaron las características de la mantención y operación de la empresa modelo, se dimensionó la organización necesaria para atender los requerimientos y procesos de la empresa modelo, y se determinaron los dimensionamientos de los bienes muebles e inmuebles de ésta.

Finalmente en base a los costos unitarios de bienes, personal y servicios se establecieron los costos de las instalaciones eléctricas, los costos de atención de clientes y de operación y mantenimiento, y se determinaron las pérdidas medias de potencia y energía.

Tal como lo establece el punto 1 del Anexo 2 de las Bases de estudio, los resultados del estudio se han entregado en los formatos establecidos por la

Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) y aquellos particulares diseñados en las Bases del estudio.

Tal como lo establece el mismo Anexo 2, los costos de las instalaciones y de explotación se han diseñado bajo el criterio de considerar que la empresa modelo se dedica sólo a la actividad de distribución. Por lo anterior sólo se entregan como resultados, la valorización de instalaciones, de infraestructura y de costos que se determinaron como necesarias para el desarrollo de esta actividad.

1.3 Valores Agregados (VADAT, VADBT, costos fijos, factores de pérdidas)

En el Cuadro 1.1 se presenta el resultado del cálculo de valores agregados de distribución.

Cuadro 1.1
Resumen de Componentes de Valor Agregado de Distribución

Costos Fijos

Costo Fijo	\$/cliente/año
CFE	6.046,96
CFD	6.395,97
CFH	6.395,97

Valores Agregados por Costos de Distribución

Valores	\$/kW/año
VADAT	17.950,63
VADBT	60.468,88
VADSD	52.750,97

Factores de expansión de pérdidas medias de distribución en potencia y energía.

Factor de expansión de pérdidas			
AT	POTENCIA HPG	PMPAG	1,0123
	POTENCIA HPD	PMPAD	1,0125
	ENERGÍA	PMEA	1,0102
BT	POTENCIA HPG	PMPBG	1,0512
	POTENCIA HPD	PMPBD	1,0582
	ENERGÍA	PMEB	1,0530

2. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA

La empresa de referencia para el área 1, Chilectra, a diciembre de 2003 contaba con 1.323.292 clientes. Atiende a una zona de concesión de 2.118 km², dentro de la cual se incluyen 33 comunas de la Región Metropolitana: 30 de la provincia de Santiago y 3 de la provincia de Chacabuco¹.

Dentro de esta zona de concesión se ubica Santiago, la capital del país. Ésta, en la actualidad alberga del orden de 5,3 millones de habitantes. Por su naturaleza, en ella se concentran importantes actividades estratégicas, administrativas, económicas, políticas y financieras del país. Con niveles de exigencia crecientes, la empresa debe poner especial dedicación a la calidad del servicio que brinda.

En el año 2003, la Compañía atendió a un total de 1.323.292 clientes contabilizados a diciembre. Estos consumieron 10,190 GWh.

En el cuadro siguiente se muestra una desagregación de los consumos de clientes.

Cuadro 2.1
Desglose de clientes y consumos de Chilectra
2003

Categoría	Clientes	%	GWh	%
Residencia	1.184.416	89,5%	2.951	29,0%
Comercial	108.457	8,2%	2.273	22,3%
Industrial	12.046	0,9%	2.799	27,5%
Otros	18.373	1,4%	2.167	21,3%
Total	1.323.292	100,0%	10.190	100,0%

Para abastecer de energía eléctrica a esta cantidad de clientes, Chilectra dispone de un sistema eléctrico en el cual pueden distinguirse dos subsistemas:

¹ Cerrillos, Cerro Navia, Conchalí, Estación Central, Independencia, La Cisterna, La Florida, La Granja, La Reina, Las Condes, Lo Espejo, Lo Prado, Macul, Maipú, Ñuñoa, Pedro Aguirre Cerda, Peñalolén, Pudahuel, Quinta Normal, Recoleta, Renca, San Joaquín, San Miguel, San Ramón, Vitacura, Santiago, Providencia, Huechuraba, Quilicura, Lo Barnechea, Colina, Lampa y Til Til

- Un sistema de reparto o de subtransmisión, compuesto a su vez por líneas de 110 y 220 kV y por subestaciones transformadoras de 220/110 kV, 220/23 kV y 110/12 kV.
- Un segundo subsistema es el de distribución. En él es posible distinguir la distribución primaria y la distribución secundaria. A través de ambos, Chilectra abastece a la mayoría de sus clientes. Este subsistema de distribución, o simplemente distribución, es el objeto del presente estudio.

La distribución de Chilectra, en términos del inventario de instalaciones presentado a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles SEC más adiciones y retiros 2003, está compuesto por 4.592 kilómetros de redes de alta tensión de distribución (menor o igual a 23 kV), por 9.333 kilómetros de redes de baja tensión y por 20.285 transformadores de distribución. Estos, en su conjunto, suman 2.456 MVA en potencia instalada.

Por el emplazamiento de la zona de concesión, las redes de Chilectra están expuestas a diversas contingencias como robo de conductores de cobre, lanzamiento de objetos metálicos, cortes por hilo de volantín, usuarios que “se cuelgan” y cortocircuitos por desprendimiento de ramas entre otros. Dada la incidencia que tienen en el comportamiento de la red las contingencias anteriormente señaladas, la empresa ha diseñado redes que aminoran el efecto de tales incidencias. Es así que en la actualidad, el 100% de las redes BT se construye con tecnología denominada CALPE (Conductor de aluminio pre-ensamblado). Consiste en un arreglo de conductores aislados y trenzados en torno a un neutro de aluminio.

En las redes de Alta Tensión en tanto, cada vez se ha ido incorporando con mayor frecuencia la red denominada SPACE-CAB. Éste consiste en una red trifásica protegida dispuesta sobre espaciadores, los cuales se suspenden entre postes a través de un cable de acero galvanizado.

En 2003, el 20% de las redes AT aéreas fueron construidas con esta tecnología.

Respecto del personal, Chilectra ha venido desarrollando un proceso de tercerización de actividades, de suerte que redujo su planta desde 867 (1.383 en 1999) en 2000 a 730 en 2003.

En opinión de este consultor, esta cantidad refleja la política empresarial del grupo controlador de Chilectra en el sentido de buscar la mejor forma de

organizar los negocios con sus empresas relacionadas en Latinoamérica. Sin embargo, ello no necesariamente debe reflejarse en el diseño de la empresa modelo de distribución por cuanto esas políticas obedecen a objetivos distintos al de la regulación.

3. ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

En este capítulo se presenta el análisis y proyección de la demanda utilizada en el estudio de valores agregados de distribución (VAD) correspondiente a la empresa de referencia del área típica 1, Chilectra S.A.

3.1 Metodología de Análisis y Proyección Indicada en las Bases

En el punto 5.1 de las bases del estudio del valor agregado de distribución se indica que para efectos de proyección de demanda se procederá según lo siguiente:

- *Se calculará una tasa de crecimiento del consumo medio anual de energía por tipo de cliente (libre, regulado según opción tarifaria u otra distribuidora), a partir de una tendencia histórica utilizando estadísticas de los últimos 10 años, o bien, por la metodología que Consultor utilice para determinar una proyección de demanda económicamente justificada y confiable, dando cuenta, sin embargo de la tendencia histórica de los últimos 10 años. Las proyecciones de demanda, debidamente justificadas en cuanto a los supuestos económicos utilizados y la metodología usada, deberán detallarse en un documento ad-hoc, información que deberá ser remitida, oportunamente a la CNE, a solicitud expresa de ésta.*
- *Con estas tasas de crecimiento se proyectará la cantidad de clientes y energía por tipo de cliente, así como la demanda agregada de energía, para un horizonte de previsión de 15 años. Ello se realizará en cada zona de facturación.*
- *En el caso de los retiros en AT, en cada zona de facturación, la demanda agregada se asignará proporcionalmente a los transformadores particulares existentes y localizados geográficamente, la cual se proyectará de igual forma al caso de BT.*
- *Utilizando los resultados de las proyecciones anteriores y las expresiones indicadas precedentemente, se determinará el requerimiento anual de potencia para el año base a considerar en el diseño. Este diseño incorporará las holguras necesarias, teniendo en consideración la trayectoria óptima de crecimiento.*

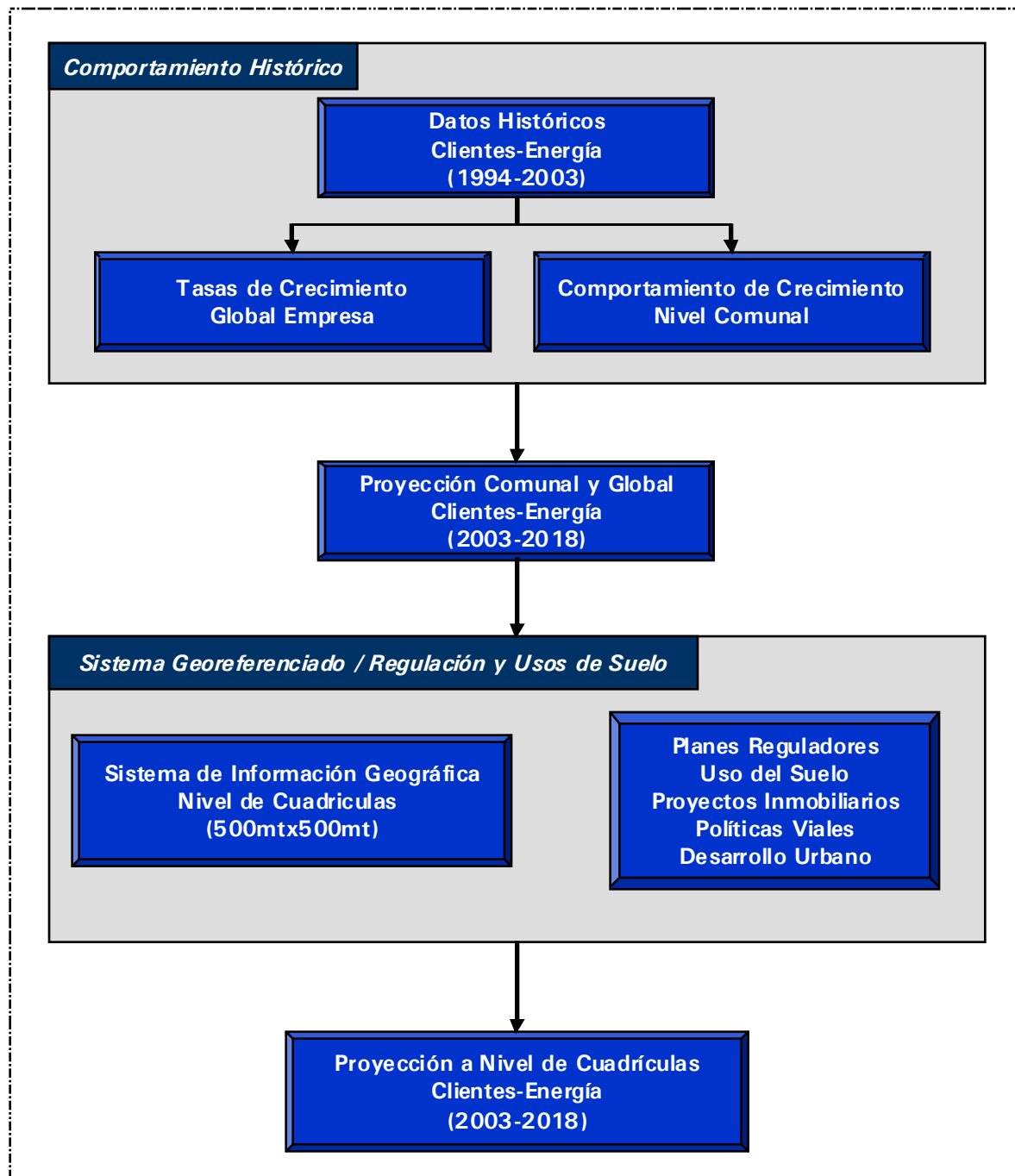
3.2 Datos Base Disponibles

En relación con los datos histórico de energía y clientes para los últimos 10 años, Chilectra cuenta con información histórica a nivel comunal para el período comprendido entre los años 1997 a 2003. El resto de los años, es decir el período comprendido entre los años 1994 a 1996 solo se cuenta con información global de la empresa.

3.3 Aplicación de la Metodología Indicada para la Proyección de la Demanda

Considerando la información existente, se procedió de acuerdo con el esquema que se indica en la siguiente figura:

Figura 3.1
Metodología de Proyección de Demanda



Los lineamientos utilizados para estimar la proyección de demanda se detallan a continuación:

- a) Se calculó la tasa de crecimiento de clientes totales de Chilectra desde el año 1994 a 2003, resultando de 2.45% anual.
- b) De igual manera se procedió en el caso de la energía, resultando una tasa global de 5.94% anual.
- c) A la información de demanda del año 2003 se le aplicó la tasa histórica de proyección obtenida anteriormente para proyectar la demanda global para los próximos 15 años. Los resultados anteriores se muestran en las Figuras 3.2 y 3.3 y en el Anexo 3.1 de este informe.

Figura 3.2
Clientes Históricos y Proyección al 2018

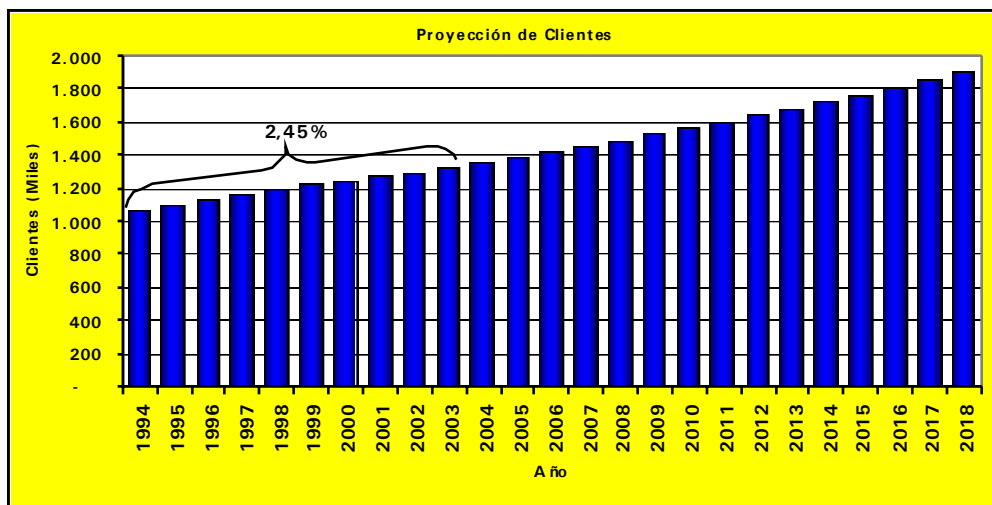
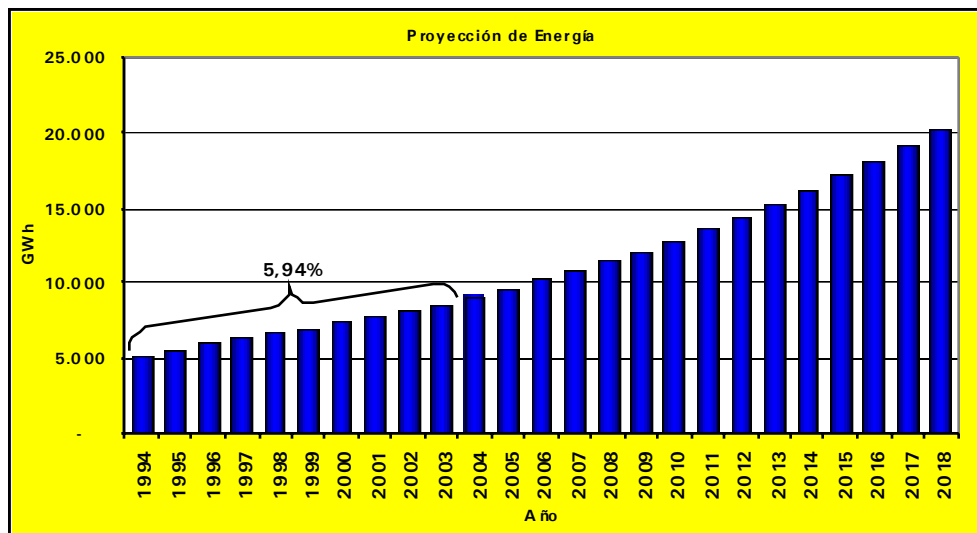


Figura 3.2
Energía Histórica y Proyección al 2018

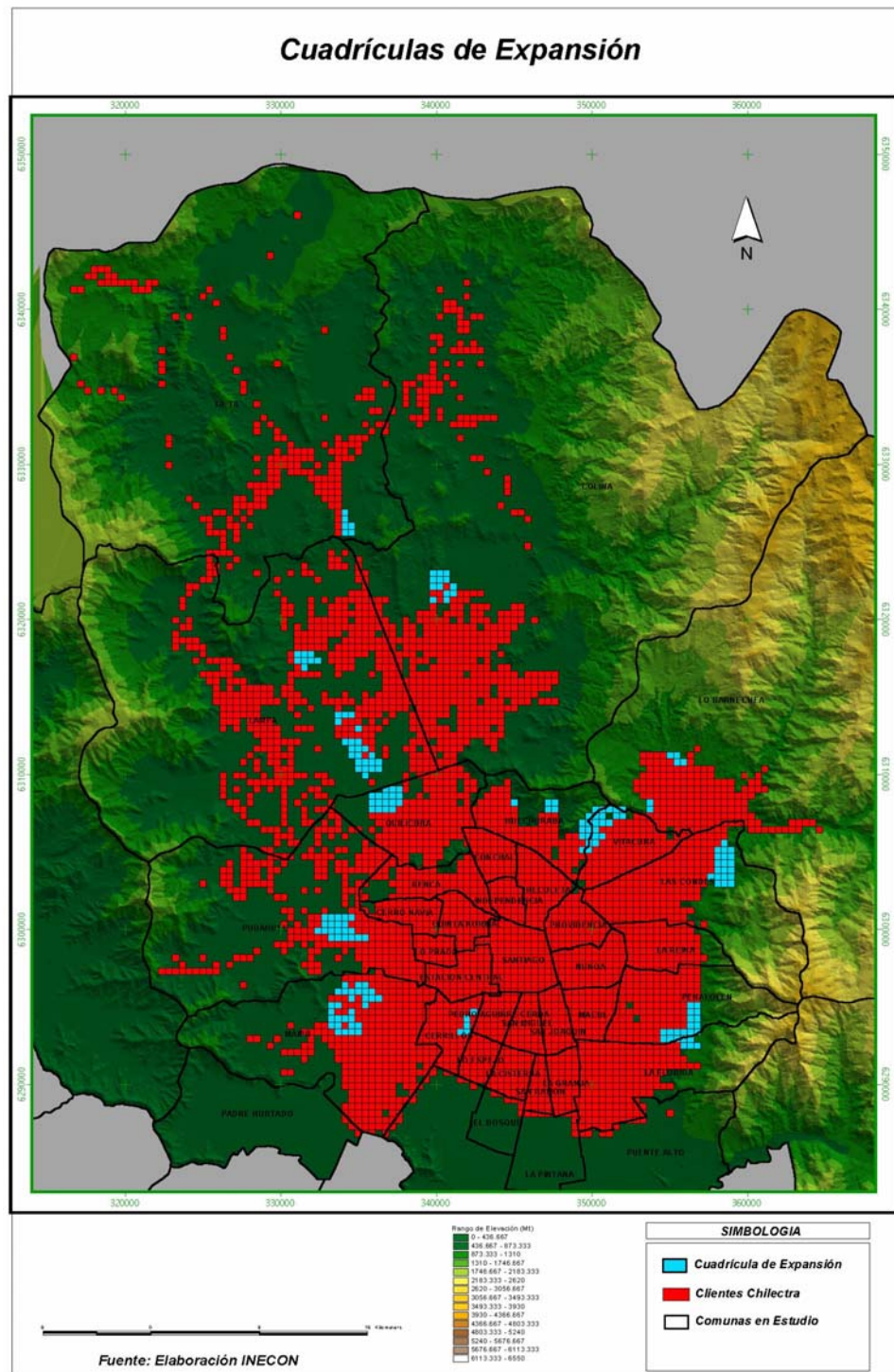


- d) A fin de proyectar la demanda por comuna se procedió a utilizar las tasas de crecimiento comunal de los últimos siete años y utilizarla para los próximos 15 años. La proyección resultante se ajustó a fin de que coincidiera con la proyección global establecida para Chilectra en clientes y energía. El resultado se entrega en los Cuadros A.3.1-3, A.3.1-6 del Anexo 3.1.
- e) Tal como se indica en la metodología de diseño de inversiones explicada en el capítulo 4 de este informe, se utilizó un sistema de cuadrículas de 500x500 m² para representar el área de concesión de Chilectra. A fin de obtener la demanda base a nivel de cuadrículas se procedió con la información de distribución de clientes y energía AT y BT existente en Chilectra al nivel cuadricular para ajustar la demanda total y comunal a nivel de cuadrículas.
- f) Para la proyección de demanda a nivel cuadricular se identificó en cada comuna las zonas de densificación. Para ello se utilizaron los planes reguladores comunales donde éstos existieran, lo que se da principalmente en las comunas de Providencia, Santiago, Las Condes, Vitacura, La Reina y Ñuñoa entre otras. Para estas cuadrículas se proyectó una tasa de densificación en el número de clientes de 11 %, valor que se obtuvo considerando el nivel de densificación obtenido en un período que va entre 10 y 15 años en zonas de alto dinamismo de la comuna de Providencia en comparación con otras zonas de densidad más baja.

- g) Una vez identificadas las zonas de densificación se procedió a ubicar aquellas comunas que cuentan con zonas de expansión urbana como Maipú, Peñalolen, Colina, etc. Ello se realizó con ayuda de los planes reguladores intercomunales, información de proyectos inmobiliarios y proyecciones de desarrollo comunal basadas en las actuales políticas viales, de transporte y de desarrollo urbano, así como también se utilizó un estudio confeccionado por la empresa Collect Investigaciones de Mercado S.A relacionado con estas materias.
- h) Una vez proyectadas las cuadrículas en zonas de densificación, para el resto de las cuadrículas de la comuna se procedió a proyectar el consumo vegetativo de la energía con una tasa en rangos entre 1% y 3% con un promedio de 2,6%. Esta tasa de crecimiento de la energía es la que se observa en comunas cuyo crecimiento en clientes en los últimos años fue prácticamente nulo y cuyo consumo está mayoritariamente concentrado en BT.
- i) En aquellos casos en que la comuna tuviera posibilidades de expansión urbana se procedió a estimar el número de cuadrículas adicionales que se generarían por medio de esta expansión urbana considerando el consumo de suelo esperado de estas comunas.

En la siguiente figura se indican las cuadrículas de expansión de la empresa modelo:

Figura 3.3
Cuadrículas de Expansión de la Empresa Modelo



- j) En aquellos casos en que el número de cuadrículas de expansión fuera superior al crecimiento esperado en el consumo de suelo, o la comuna no tuviera posibilidades de expansión se concentró el resto del crecimiento BT en cuadrículas que se densificarían ubicadas sobretodo en zonas en que se espera crezca más esta densificación como los bordes de avenidas importantes entre otros.
- k) De este modo queda definida la proyección de energía BT en cada comuna y cuadrícula de ella. La energía proyectada en AT se obtiene por diferencia entre la proyección global de la comuna y la determinada en BT.

Los resultados se adjuntan en el Anexo 3.1 de este informe.

3.4 Determinación de la Demanda de Diseño en BT

3.4.1 Metodología General

Para establecer la potencia de diseño, la Comisión Nacional de Energía ha establecido una fórmula en la cual, a través de la energía anual, factores de diversidad y factores de carga, se obtiene una potencia que es la que debe ser considerada a los efectos de dimensionar el tamaño de las instalaciones.

Esta formulación es la siguiente:

$$P_{BT} = P_{BT_NC} / fdiv_{ctesBT/TD}$$

$$P_{BT_NC} = \left[\frac{Eaño_{BT_zona}}{8760 \cdot fc_{ctesBT}} \right]$$

Con:

$$fdiv_{ctesBT/TD} = \frac{\sum kVA_{ctes_conectada} \cdot fd_{ctesBT}}{\sum kVA_{T/D} \cdot fd_{TT/DD}}$$

Donde:

P_{BT} : *Potencia de diseño red BT en zona de facturación*

P_{BT_NC} : *Potencia no coincidente red BT en zona de facturación*

De acuerdo al sentido de la fórmula, se trata de la suma de las demandas máximas individuales de los clientes BT. Es decir, esta potencia no coincidente equivale a

$$P_{BT_NC} = \sum D_{\max i}$$

Donde $D_{\max i}$ es la demanda individual de cada cliente i .

Evidentemente, la suma de dichas demandas máximas excede a las necesidades de inversión, toda vez que tales máximas se verifican en distintos momentos dentro de un año. Resulta necesario por lo tanto aplicar a esta potencia un factor de diversidad que tome en cuenta este efecto y que permita "coincidenciar" estas demandas.

Dado que lo que se persigue es dimensionar las instalaciones a nivel de las redes BT, la "coincidenciación" debe efectuarse en la mínima célula de análisis, que es el transformador de distribución. Por lo tanto, el factor de coincidencia que se aplique, debe ser tal que considere la agregación de tales demandas individuales de clientes al nivel de los TT/DD.

De ahí entonces que la expresión $f_{div_{ctesBT/TD}}$ tome en cuenta un factor de demanda a nivel de clientes y otro a nivel de TT/DD. De esta manera se transforma una suma de potencias individuales en una potencia que se "vería" a nivel de la transformación de distribución.

Como ya se ha señalado, en este estudio se ha diseñado las redes de la empresa de referencia del área típica N°1 (Chilectra) mediante una metodología que analiza el comportamiento de la demanda a nivel de microáreas. Tales microáreas, corresponden a zonas geográficas cuadradas, de 500 metros de lado (cuadrículas)

Este nivel detallado del estudio requiere también efectuar consideraciones especiales en lo que a potencia de diseño se refiere, toda vez que por el

carácter estadístico que adquiere el análisis, las fórmulas generales arrojan resultados dispersos en la medida que se reduce el área en estudio.

Por lo anterior, y para dar cumplimiento cabal a las bases en orden a diseñar una empresa eficiente a partir de los datos básicos del consumo, los factores de carga y de diversidad requeridos para obtener la potencia de diseño en cada cuadrícula, se obtuvieron de un estudio muestral de clientes BT que ha realizado Chilectra durante el período marzo 1999 a marzo 2000.

Mediante el análisis estadístico de esta muestra, es posible construir curvas agregadas de clientes, agregación que cubre apropiadamente el rango de análisis que demanda el estudio a nivel de cuadrículas. En efecto, dado el tamaño de las cuadrículas y la población total de clientes en baja tensión de Chilectra, se obtiene que en promedio cada cuadrícula incluye del orden de 400 clientes, en tanto que un 62% de las cuadrículas tiene menos de 500 clientes.

En consecuencia, la muestra de clientes medidos que dispone Chilectra permite cubrir un amplio espectro de casos y permite inferir con seguridad estadística razonable aquella proporción minoritaria de casos en los cuales la cuadrícula excede de 500 clientes.

Para obtener los factores de diversidad requeridos por la fórmula general, se realizó un análisis de dos pasos: (two stages analysis):

Análisis de agrupaciones de clientes: se construyen diversas agrupaciones desde 50 hasta 500 clientes, con lo cual puede obtenerse por regresión una curva que refleje el factor de carga en función del número de clientes.

Determinación de diversidades: con base a las agregaciones construidas en la etapa anterior, se determinan diversos factores de diversidad, los que relacionan una potencia de agrupaciones mayores a la suma de potencias de agrupaciones menores.

Factores de demanda

La fórmula planteada considera además los denominados “factores de demanda”, que deben determinarse tanto para el cliente individual como para

los TT/DD. De acuerdo a las fórmulas, en ambos casos deben emplearse valores promedio.

En el caso del factor de demanda a nivel de clientes, la definición de este factor es tal que debe cumplirse que:

$$fd_{ctesBT} \times kVA_{ctes-conectada} = \text{Demanda máxima del cliente individual}$$

Dado que la metodología considera curvas individuales de una muestra de clientes, para cada una de ellas es posible obtener esta demanda máxima, de modo que dicho factor de demanda está implícito en los factores de carga que se obtienen.

Por otra parte, con relación al factor de demanda a nivel de TT/DD, es del caso señalar que en el capítulo 4 de este estudio se ha desarrollado una metodología que selecciona las unidades discretas de TT/DD según el crecimiento que experimente la zona a servir. Como resultado de esta metodología, se obtienen, para una tasa dada de crecimiento, los rangos de potencia relacionados con una capacidad específica de transformador.

Así, cada capacidad estándar de T/D tiene asociado un rango de potencia de diseño, rango que depende de la tasa de crecimiento del sector abastecido.

Por lo tanto, los factores de demanda óptimos pasan a ser un resultado de la aplicación y no un único factor de diseño que se introduce al comienzo del análisis. Sin perjuicio de lo anterior, en definitiva es posible reproducir la fórmula y despejar de ahí el factor de demanda óptimo promedio que arroja el modelo empleado.

En resumen, la metodología que se ha empleado en la determinación de la potencia de diseño refleja los mismos elementos que se consideran en la fórmula planteada por la Comisión Nacional de Energía.

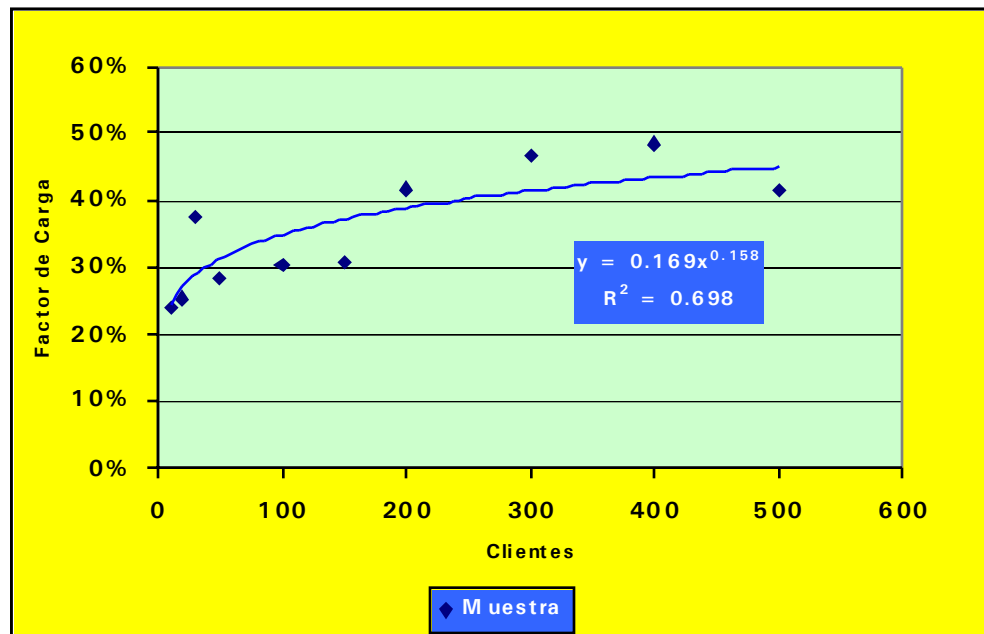
3.4.2 Determinación de los Factores de Carga

Para la determinación de los factores de carga, como se dijo anteriormente, se utilizó una muestra de consumo de 1.000 clientes de BT, la que considera mediciones de los consumos por 12 meses en periodos de 15 minutos. Los clientes se agruparon en distintas cantidades a fin de determinar la demanda

de potencia coincidente de cada grupo. Inicialmente se estudiaron agrupaciones de clientes según rangos de consumo para determinar una función de factores de carga, sin embargo no se obtuvieron resultados satisfactorios de curvas de carga en este tipo de segmentación.

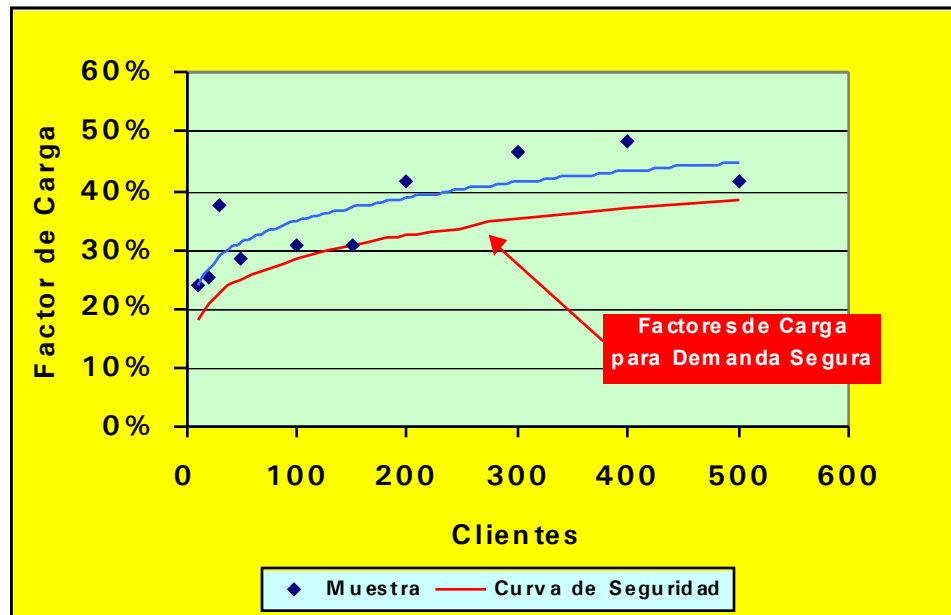
Posteriormente, se agruparon los clientes de manera aleatoria en distintos tamaños, obteniéndose una función adecuada, según se muestra en la Figura 3.4.

Figura 3.4
Ajuste de Factores de Carga para Distintas Agrupaciones



La demanda de los clientes presenta una determinada varianza lo que genera incertidumbres en el momento de determinar la demanda de potencia de diseño en una cuadrícula dada. Ello se manifiesta en la distribución de factores de carga para distintas simulaciones aleatorias, la que es aproximadamente normal. Por tanto, para efectos de diseño se consideró como demanda segura a la mayor dispersión de factores de carga observada en la muestra, lo que equivale a corregir la curva de la figura anterior por un factor de carga de 6.33%. En la Figura 3.5 se muestra la función de factores de carga para "demanda segura" en cada agrupación de clientes. En cuadrículas de más de 500 clientes se adoptó un factor de carga de 40% que corresponde al factor de carga global corregido por el 6% para demanda segura.

Figura 3.5
Ajuste de Factores de Carga para Distintas Agrupaciones



3.4.3 Factores de Diversidad

Los factores de diversidad se calcularon a partir del cociente de los factores de carga que se obtienen al diversificar la demanda sobre cada cuadrícula. Ellos se calcularon a partir de los factores de carga de la demanda segura de acuerdo con la siguiente ecuación funcional:

$$\text{Factor de Carga (\%)} = \begin{cases} \alpha * \text{Clientes}^\beta - \delta & \text{Clientes} \leq 500 \\ 40\% & \text{resto} \end{cases}$$

en donde,

$$\begin{aligned} \alpha &= 0,1687 \\ \beta &= 0,1577 \\ \delta &= 6,3314\% \end{aligned}$$

Los resultados de la potencia de diseño en BT se presentan en el Anexo 3.1.

4. DIMENSIONAMIENTO Y COSTOS DE LAS INSTALACIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA EMPRESA MODELO

Se reporta el estudio de dimensionamiento de las instalaciones del sistema eléctrico de la empresa modelo para el Área Típica 1, a partir de la demanda proyectada bajo el procedimiento descrito en el capítulo anterior y cumpliendo con los estándares de calidad de servicio según lo indicado en el Anexo 3 de las Bases y la normativa vigente. Esto se realiza utilizando la metodología descrita a continuación, que permite determinar el trazado, configuración topológica y diseño óptimo de instalaciones del sistema. En anexos se entrega detalles metodológicos, bases de cálculo y cifras significativas para el cálculo y valorización de la empresa modelo.

La totalidad de las redes de alta y baja tensión de la empresa real Chilectra así como la totalidad de los transformadores de distribución es diseñada de manera tal de satisfacer la condición de eficiencia en la política de inversiones que tanto el DFL N°1 como las Bases exigen para la empresa modelo. Para este diseño se utiliza la demanda de potencia para el año base, pero se dimensiona considerando las holguras necesarias en las instalaciones del sistema eléctrico de una empresa eficiente, evaluada para un horizonte de estudio de 15 años. Lo anterior no significa necesariamente que las instalaciones deben perdurar sin cambios hasta el final del período de evaluación, sino que los cambios están acordes a un plan óptimo de inversión.

Cabe destacar que según las bases del cálculo del Valor Agregado de Distribución (VAD), se consideran todas las demandas de electricidad a abastecer, sin distinción de su condición de clientes libres o regulados.

La metodología toma como antecedente los requerimientos que se presentan en la zona de concesión de la empresa Chilectra. Éstos son principalmente las características geográficas, trazados actuales de calles, zonas de instalaciones subterráneas radiales, network y radiales aéreas, ubicación de clientes, zonas susceptibles a hurto y distintas tasas de crecimiento para áreas dentro de la zona de concesión. Sin embargo, la metodología no reconoce el costo actual de las instalaciones, configuración topológica u otro antecedente que involucre un reconocimiento a priori de un desempeño óptimo de la empresa real.

Las pérdidas medias, los costos estándares de inversión, mantenimiento y operación se calculan suponiendo que todos los clientes presentan un factor

de potencia igual a 0,93 inductivo. Los precios de potencia y energía utilizados corresponden a los precios de nudo vigentes a Diciembre de 2003, considerando los factores de penalización que reflejan el precio equivalente en el punto de evaluación (punto de entrada al sistema de AT). De esta forma, se diseña una estructura óptima para el abastecimiento eficiente de largo plazo, bajo el criterio de mínimo costo total presente.

Se aplican metodologías específicas para resolver el diseño de redes de baja tensión y el diseño de redes de alta tensión de distribución.

Para el dimensionamiento de redes de baja tensión se utilizan muestras representativas de la empresa modelo, las cuales son dimensionadas de manera óptima considerando distintas alternativas de diseño y tecnológicas. El dimensionamiento de cada alternativa considera una selección económica de secciones de conductores y el dimensionamiento de un parque de transformadores. Una vez seleccionada la alternativa de menor costo total presente, se proyectan estas muestras con el fin de obtener las instalaciones y los costos del resto del universo. Estos resultados, más un análisis de la ubicación óptima de los transformadores de distribución dimensionados y pérdidas en baja tensión, permiten diseñar la red de alta tensión.

En alta tensión se utiliza un modelo y herramienta computacional (modelo PECO) que permite dimensionar completamente las instalaciones de la zona de concesión. El diseño se realiza en tres etapas, primero se planifica la red radial que conecta las subestaciones primarias con los transformadores particulares y de distribución de la empresa modelo minimizando los costos de inversión, mantenimiento y pérdidas, sujeto a la capacidad máxima de los conductores. Luego optimiza la localización de reconectores, seccionadores, teleseñalizadores, enmallado y refuerzo de la red con el fin de mejorar la continuidad del suministro. Finalmente, se localizan condensadores y reguladores de tensión para minimizar las pérdidas y cumplir las restricciones máximas de caída de tensión impuestas por la autoridad.

En ambas etapas, baja y alta tensión, se procede a la identificación y determinación del costo de módulos estándares de diseño de instalaciones. Estos módulos se detallan en Anexos A 4.4 y A4.6. En BT se incluye módulos, entre otros, de canalizaciones de distinto número de ductos, transformadores de distribución de diferentes capacidades aérea o subterránea, y conductores de diversos tipos. En AT los módulos incluyen, entre otros, canalizaciones de distinto número de ductos, conductores de diversos tipos, bancos de condensadores de diferentes capacidades, dispositivos de protección y equipos de maniobra de diferentes capacidades.

A continuación se desarrolla en detalle cada una de las metodologías de optimización descritas anteriormente.

4.1 Dimensionamiento de Redes de Baja Tensión

4.1.1 Selección de Muestras Representativas de Instalaciones de la Empresa Modelo

Según lo indicado por las bases del cálculo del VAD, se deben agrupar las instalaciones en módulos de características similares (familias). “Este tipo de agrupación permitirá establecer posteriormente una muestra que luego será utilizada para proyectar los costos de instalaciones de características similares.”

Para determinar la muestra representativa, se divide la zona de concesión de la empresa real en pequeñas cuadrículas o módulos geográficos de 500 x 500 [mts]. Esta división permite analizar la demanda con un alto nivel de detalle. Así, es posible realizar una optimización considerando las restricciones reales del problema.

En la Figura 4.1-1, se ilustra una pequeña porción de la grilla que divide el área de concesión de la empresa de referencia en cuadrículas.

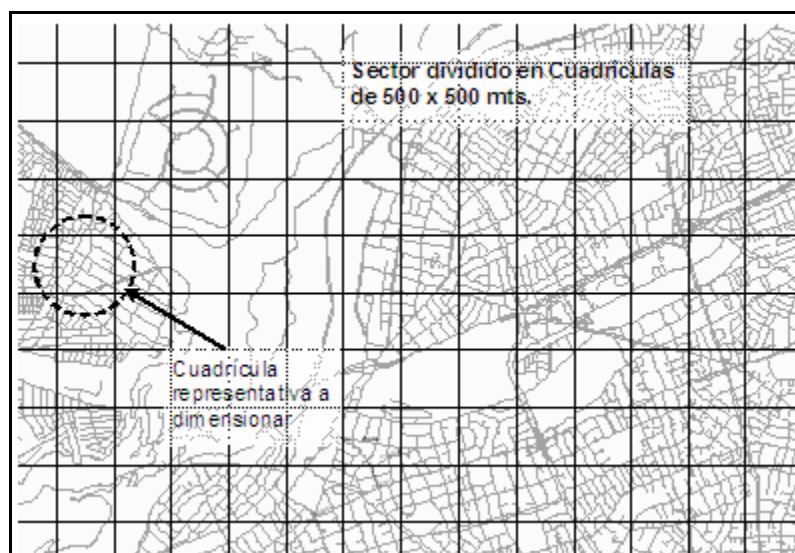


Figura 4.1-1
Ejemplo de División del Área de Concesión en Cuadrículas

Esta grilla divide el área de concesión en 3182 cuadrículas que contienen clientes y consumos. En estas cuadrículas se centra todo el estudio de baja tensión.

En el análisis de la expansión futura de la red de distribución se incorpora el análisis de cuadrículas que no presentan consumos o clientes, pero que sí los tendrán a futuro. Estas cuadrículas son denominadas cuadrículas de expansión. El número de cuadrículas que se incorporan, por concepto de expansión, al área de concesión de la empresa real entre los años 2004 y 2008 es de 85.

Una vez dividida la zona de concesión en cuadrículas, se procede a agruparlas identificando aquellas con similares valores en las variables de diseño, reconociendo características similares que orienten el diseño de las instalaciones de la empresa modelo. Esto es descrito en mayor detalle en Anexo 4.2 "Metodología de Identificación de Muestras Representativas de Diseño en Baja Tensión".

Para obtener un conjunto de cuadrículas pertenecientes a una familia de características similares se realiza una división en dos niveles:

1) Primero, se agrupa las cuadrículas según:

- Tasa de crecimiento,
- Tipo de instalación de redes, aéreo-subterráneo.
- Características socioeconómicas de la demanda.

La similitud en tasa de crecimiento es necesaria para que los criterios utilizados en el proyecto eléctrico sean similares para cuadrículas pertenecientes a un mismo grupo.

Según las bases del cálculo del VAD, se deben "usar líneas aéreas en todas aquellas zonas en que actualmente la empresa de referencia posee líneas aéreas, y análogamente, utilización de líneas subterráneas en las zonas donde actualmente existen líneas subterráneas". Por esto, se deben agrupar las cuadrículas en base al tipo de instalación de redes, para luego extrapolar las instalaciones correctamente.

2) Segundo, en cada uno de estos grupos de cuadrículas obtenidos, se realiza un clustering, obteniendo una subdivisión de cuadrículas con características similares.

Las agrupaciones de cuadrículas de características similares se denominan familias de cuadrículas. Se forman 99 familias que dividen a todo el universo de 3182 cuadrículas. Cada una de estas familias tiene una cuadrícula representativa sobre la cual se desarrolla el proyecto eléctrico, éste luego es extrapolado al resto de las cuadrículas no-representativas pertenecientes a la familia correspondiente.

Las familias corresponden a conjuntos de cuadrículas con valores similares. Las variables utilizadas en esta identificación son las siguientes:

- Tasa de crecimiento de la demanda,
- Tipo de instalación de redes,
- Probabilidad de hurto de energía,
- Número de clientes,
- Potencia de dimensionamiento,
- Largo de la red vial,
- Razón largo red eléctrica aérea v/s largo total de la red eléctrica de BT.

La similitud de las variables expuestas anteriormente permite que las cuadrículas pertenecientes a una misma familia tengan similar:

- Parque de transformadores,
- Composición de redes de baja tensión,
- Postes,
- Cámaras y camarillas,
- Canalizaciones,
- Otros equipos.

Para realizar el clustering se utiliza el algoritmo K-MEANS, el cual se ejecuta numerosas veces para dividir un mismo grupo. Esto permite evaluar cada una de las soluciones obtenidas, y luego escoger la mejor solución en términos de minimizar la varianza dentro de las familias.

4.1.2 Dimensionamiento Óptimo de Instalaciones de las Muestras Representativas

Se presenta la metodología de proyección de redes de baja tensión de una empresa modelo eficiente, cuyo diseño permita satisfacer óptimamente la demanda con la calidad de servicio que establece la normativa vigente, en los 15 años del período de evaluación. El detalle de la metodología empleada se encuentra en el Anexo 4.4 "Dimensionamiento de Proyectos Representativos de Baja Tensión y Selección de Alternativa Óptima".

De acuerdo a las Bases del estudio, la capacidad o combinación de capacidades de transformadores de distribución secundaria se determinan mediante una evaluación económica, a través de la selección de la alternativa de menor costo total presente. En lo referente a la selección de conductores, la alternativa de sección óptima, a partir de un conjunto de alternativas discretas de dimensionamiento técnicamente factibles. A partir de ambos análisis, se obtienen resultados que permiten seleccionar alternativas eficientes de configuración del parque de transformadores y secciones óptimas de conductores. Lo anterior es aplicado al dimensionamiento de las muestras representativas (cuadrículas de 500 x 500 metros) de la empresa modelo. Estos procedimientos se detallan en el Anexo 4.3, "Metodologías de Selección Óptima de Parque de Transformadores y Conductores".

Para el dimensionamiento de cada alternativa de proyecto representativo se analiza y proyecta de modo independiente aquellas zonas que requieren de una distribución aérea, subterránea, ó han sido clasificadas previamente como susceptibles a hurtos. Se considera las distintas realidades propias del desarrollo de la zona en estudio, estas son: zonas con crecimiento vegetativo del consumo; zonas en proceso de densificación por ejemplo, el desarrollo de edificios de departamentos en una zona residencial tradicional; y zonas en proceso de expansión representadas básicamente por nuevas áreas en desarrollo.

La metodología de proyecto eléctrico se detalla en Anexo 4.4 "Dimensionamiento de Proyectos Representativos de Baja Tensión y Selección de Alternativa Óptima"

El consumo proyectado para cada una de las celdas tipo es distribuido uniformemente a través de la red de baja tensión diseñada. El trazado de la red de baja tensión se desarrolla totalmente a través de bienes nacionales de uso público y su cobertura se extiende hasta las áreas donde actualmente existe servicio a clientes.

La metodología recoge las características geográficas y demográficas propias de la distribución en la zona de concesión. Para ello se desarrolla una herramienta computacional capaz de ubicar de manera óptima cada uno de los transformadores de distribución, obteniendo como resultado sus respectivas áreas de influencia, cada una con la ubicación exacta del transformador de distribución en el centro de carga de la zona abastecida (Anexo 4.4). Con lo anterior se logra un abastecimiento económicamente óptimo en dicha zona.

Se proyecta las instalaciones en baja tensión de cada una de las cuadrículas representativas, considerando la realidad concreta de cada una de ellas como módulos homogéneos de red, con criterios técnico-económicos eficientes de menor valor presente, respetando la calidad de servicio, y considerando tasas de utilización de transformadores asociadas a factores óptimos de utilización.

El trazado de la red de la empresa modelo se realiza conforme a su tipificación actual aérea ó subterránea. Se considera el uso de redes aéreas en todas aquellas zonas en donde actualmente la empresa Chilectra posee líneas aéreas. Análogamente, se utilizan líneas subterráneas en las zonas donde actualmente existen líneas subterráneas.

Se dimensionan alternativas de proyecto utilizando materiales eficientes de acuerdo con la tecnología moderna disponible a la fecha de este estudio. Además se evalúan distintas alternativas de postación, con diferentes materiales y distancias entre postes, de acuerdo al tipo de conductor utilizado. En relación con los criterios de confiabilidad considerados, se incorpora la instalación y disposición eficiente de equipos de fusibles y desconectores.

Se dimensionan las soluciones alternativas en zonas clasificadas como susceptibles a hurto. Específicamente se evalúa la utilización de la tecnología con cable aluminio preensamblado, CALPE, en contraste con la utilizada mayoritariamente en la actualidad por la empresa de referencia, de distribución aérea con cable concéntrico con parque de transformadores monofásicos.

Una vez dimensionadas todas las alternativas para todas las cuadrículas representativas, éstas se evalúan económicamente. Además, para cada alternativa, se realizan los cambios necesarios en sus instalaciones, de manera de mantener las instalaciones económicamente adaptadas a la demanda a medida que esta crece durante el horizonte de estudio. En caso de que alguna alternativa no cumpla las condiciones de la calidad de servicio para el año base o para algún año dentro del período de evaluación, se descarta.

La evaluación económica de cada proyecto considera inversiones en redes y transformadores, costos de operación y mantenimiento, costo de las pérdidas de potencia y energía, adición y retiro de equipos y redes, depreciación y valor residual de las instalaciones (ver el Anexo 4.4 "Dimensionamiento de Proyectos Representativos de Baja Tensión y Selección de Alternativa

Óptima"). Finalmente, de las distintas alternativas de proyectos aplicados a una misma muestra representativa, se escoge aquella que obtiene el menor costo actualizado neto.

Con todo lo anterior se obtiene instalaciones económicamente adaptadas a la demanda en el año base, teniendo presente el horizonte de estudio y las indivisibilidades técnicas. En razón a esto, la holgura eficiente de las instalaciones consideradas en el año base es explicada por la condición de que el flujo de inversiones escogido es el que minimiza el valor presente de los costos totales durante todo el periodo de estudio.

Finalmente, se proyecta y programa las obras de infraestructura requeridas por la empresa modelo para el año base y para los cinco primeros años que involucra el horizonte de estudio.

4.1.3 Proyección de Costos al Universo de las Instalaciones

Una vez obtenidos los proyectos óptimos de instalaciones que abastecen la demanda de cada una de las 99 cuadrículas representativas, se procede a proyectar o extrapolar los costos al resto de las cuadrículas.

Para proyectar los costos se realiza una extrapolación de cada una de las instalaciones eléctricas desde las cuadrículas representativas al resto del universo, las que luego se valorizan.

Para el cálculo de extrapolación (descrito en el Anexo 4.5 "Metodología de Extrapolación de Resultados en Baja Tensión") se asume que cada familia posee un conjunto de cuadrículas de características similares, pero no iguales. Por ende, la metodología desarrollada permite absorber la varianza presente en cada familia, ajustando las instalaciones a la realidad de cada una de las cuadrículas, tomando como solución de partida la obtenida por la cuadrícula representativa.

Las instalaciones extrapoladas son:

- Redes de baja tensión, tanto en su largo como en sus secciones.
- Postes.
- Cámaras, camarillas y semicamarillas.
- Canalizaciones.
- Otras instalaciones menores.

En relación a la determinación del parque de transformadores, éstos no son extrapolados dado que es posible hacer un cálculo completo para cada una de las cuadrículas del universo de estudio (Anexo 4.5 “Metodología de Extrapolación de Resultados en Baja Tensión”). El algoritmo desarrollado para este efecto permite estimar el parque de transformadores, incluyendo su ubicación, mediante la solución de un problema de programación entera, que es resuelto mediante métodos heurísticos. Se destaca que para las cuadrículas no-representativas no sólo se obtiene la capacidad instalada por cuadrícula, sino también la ubicación óptima de cada uno de los transformadores. Esto último es de gran importancia para efectos de los cálculos de la red AT, la cual es simulada en forma completa por el modelo PECO.

Para la extrapolación de redes, el proceso se separa en las siguientes partes:

- Estimación del largo de red BT,
- Asignación de tipos de redes, Aéreo-Subterráneo.
- Asignación de tecnologías y secciones.

La estimación del largo de la red BT se realiza mediante modelos de regresión lineal, desarrollados para distintos grupos de cuadrículas. La asignación de tipos de redes y de tecnologías se realiza a prorrata de las cantidades de red presentes en la cuadrícula representativa. Finalmente, la estimación de secciones es un proceso compuesto por dos etapas:

- Primero, las secciones se asignan en la misma proporción que posee la cuadrícula representativa.
- Segundo, tanto para la cuadrícula representativa como para la cuadrícula no-representativa se calcula la densidad de carga lineal a lo largo de la red BT. Dependiendo de cuan diferente son estas densidades de carga lineales entre si, se modifican las secciones de la cuadrícula no-representativa, cuantificando el cambio de densidad de carga lineal en función de un estudio previamente realizado a cada conductor. Esto permite ajustar las secciones a los pequeños cambios de densidad de carga existentes en una familia.

La extrapolación del resto de instalaciones depende de la extrapolación de redes. Estas instalaciones corresponden a postes, cámaras y camarillas, y canalizaciones. Para estos se calcula una razón de instalaciones por unidad de largo de red aérea o de red subterránea, dependiendo del caso. Cada una de estas razones se calcula a nivel de familias.

Al finalizar el proceso de extrapolación o proyección se cuenta con la cubicación total de las instalaciones de la empresa modelo. Resuelto esto, se procede a valorizar las instalaciones de baja tensión, para obtener los costos finales de la empresa modelo.

4.2 Dimensionamiento de las Redes de Alta Tensión

El dimensionamiento de las instalaciones de alta tensión es realizado a partir de la información de potencia, nivel de tensión, capacidad y ubicación de las subestaciones de poder existentes, los transformadores particulares, proporcionados por la empresa de referencia, y los transformadores de distribución obtenidos a partir del dimensionamiento óptimo de la red de baja tensión.

De manera general, el diseño de la red de alta tensión debe considerar la ubicación y tipo de estructura optimizada, un rango eficiente de densidad de corriente, en el período de vida útil económica de las líneas, desde su instalación hasta su reposición o refuerzo. Además, el trazado de la red considera las zonas áreas y subterráneas que posea actualmente la empresa de referencia.

En las bases para el cálculo del Valor Agregado de Distribución, se indica que es posible utilizar un modelo computacional para realizar el diseño completo de la red de alta tensión, sin la necesidad de recurrir a muestras representativas de instalaciones para su posterior proyección al resto del sistema.

Dado lo anterior, en la realización de la planificación de la red de alta tensión de la empresa modelo, se utiliza el modelo "Planificación Eléctrica de Cobertura Óptima" (PECO) desarrollado por el Dr. Jesús Pascual Peco González, del Instituto de Investigación Tecnológica de la Universidad Pontificia Comillas de Madrid.

El modelo PECO y la metodología empleada en el diseño de la red de alta tensión, es descrita en el Anexo 4.6 "Dimensionamiento de la Red de Alta Tensión". Básicamente, a partir de las coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) de transformadores de distribución y subestaciones; indicación de zonas prohibidas de paso, restricciones geográficas, parámetros técnicos, económicos y unidades constructivas, el modelo realiza el trazado de la red para luego, teniendo en cuenta las normas de calidad de servicio

establecidas en la legislación, realizar enmallados e instalar los equipos de protección y operación necesarios.

En una primera etapa, el modelo diseña una red radial que conecta las subestaciones primarias con los transformadores de distribución optimizados y los transformadores particulares, minimizando los costos de inversión, mantenimiento y pérdidas, sujeto a la capacidad máxima de los conductores. A continuación, el modelo localiza de manera óptima equipos de refuerzo de la red, para finalmente instalar condensadores y reguladores de tensión, con el objetivo de minimizar el costo de pérdidas óhmicas y cumplir con los niveles de caída de tensión de la red respectivamente.

El diseño de la red es realizado considerando el trazado aéreo y subterráneo de la red existente, calles, avenidas, zonas prohibidas de paso y bienes de uso público en general, evitando predios privados e incurrir en el pago de servidumbres.

El modelo realiza la optimización de conductores considerando los rangos de corriente óptimos de cada uno de éstos, con lo cual para cada nivel de intensidad el modelo determina el conductor óptimo a utilizar, minimizando los costos de inversión y el costo actualizado de mantenimiento y pérdidas.

Para la planificación de la red de alta tensión, se utilizan unidades constructivas acordes con la tecnología disponible a la fecha del estudio, evaluadas económicamente y minimizando los costos actualizados totales.

Para la elección del nivel de tensión óptimo en el que debe operar la empresa modelo, las bases indican que se debe realizar un estudio evaluando los costos que implica, para la empresa modelo, un cambio del nivel de tensión de la empresa referencia. Es necesario identificar aquellos costos asociados al cambio de nivel de tensión, tales como adecuaciones en el patio de alta tensión de subestaciones primarias de distribución, costo de reemplazo de transformadores particulares, entre otros. Esta evaluación se describe en el Anexo 4.8 "Alternativas Tecnológicas de Cambio de Tensión".

Por último, se exige que en todo momento la red cumpla con los estándares de calidad de servicio indicados en la regulación y descritos en el Anexo 4.7 "Calidad de Servicio".

A partir de las características de la modelación descritas, y los parámetros especificados en el Anexo 4.6 "Dimensionamiento de la Red de Alta Tensión", se diseña la red de alta tensión económicamente adaptada a la demanda presente en el año base, considerando un horizonte de 15 años,

además de las indivisibilidades técnicas de las instalaciones, y minimizando el valor presente de los costos. La Figura 4.1-2 ilustra la red diseñada en alta tensión.

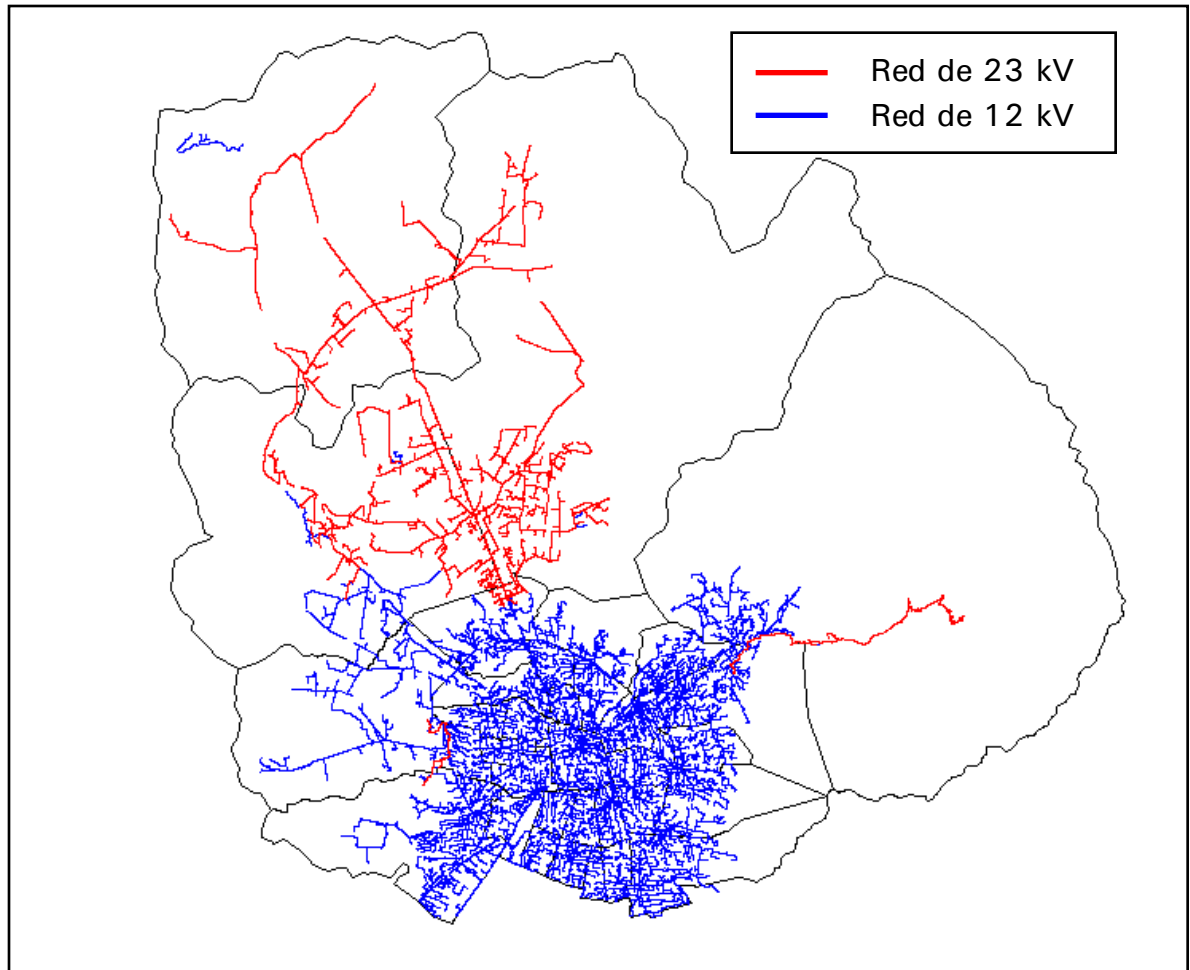


Figura 4.1-2
Red de Alta Tensión

4.3 Dimensionamiento Asignado al Área Típica

En cumplimiento con las bases para el cálculo del Valor Agregado de Distribución, se deben identificar aquellas instalaciones propias de baja y alta tensión. La asignación efectuada es descrita a continuación.

El valor de las redes en un nivel de tensión determinado, así como de los equipos eléctricos asociados, es asignado al Valor Nuevo de Reemplazo (VNR) correspondiente con dicho nivel de tensión. Sin embargo, una parte de

las estructuras de la empresa modelo es usada simultáneamente en baja y alta tensión (por ejemplo los postes de apoyo mixto). Por ende, se debe realizar una asignación distributiva de los VNR tanto a baja como a alta tensión. Para ello, se realiza un análisis estadístico de las redes mixtas existentes de la empresa de referencia. Se determina que un 27% de los postes que sustentan redes BT corresponden a redes mixtas.

Las estructuras de baja tensión presentes en la postación mixta son asignados a baja tensión y de igual manera, los conductores y estructuras de alta tensión de estos postes son asignados a alta tensión. Los postes y tirantes mixtos son asignados en un 50% a AT y en un 50% a BT.

En cuanto al total del costo de las subestaciones subterráneas, éste fue asignado en su totalidad a baja tensión. En subestaciones aéreas, las estructuras, equipos y el transformador son asignados a BT, mientras que los postes de subestaciones son asignados a AT.

4.4 Costo Unitario de las Instalaciones

4.4.1 Precio Unitarios de Instalaciones Eléctricas

Para determinar los precios unitarios de materiales y equipos, se analizan los antecedentes entregados por la empresa Chilectra S.A. a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles con motivo del cálculo del VNR 2002, el informe de la Comisión Pericial de dicho VNR y otras fuentes referenciales de precios. En el Anexo 4.1 "Estudio de VNR y Precios Unitarios" se indican los precios unitarios utilizados en la valorización del VNR de la empresa modelo.

4.1.2 Precios unitarios de Derechos Municipales

Los procedimientos y consideraciones adoptadas para el cálculo de los precios unitarios por conceptos de pago por uso de Bienes Nacionales de Uso Público son descritos en el Anexo 4.10 "Estudio de VNR y Precios Unitarios". Además, se especifica la información utilizada para determinar dicho valor.

4.5 Costos de las Instalaciones de la Empresa Modelo

4.5.1 Costo de las Redes de Alta Tensión

El diseño de las redes de alta tensión, optimizando de acuerdo al DFL N°1 y las Bases y aplicando los precios unitarios de materiales, implica una disminución de los costos asociados a las instalaciones físicas en el VNR,

tanto en redes AT aéreas como subterráneas, con respecto a la empresa real. Esta disminución resulta de una optimización conjunta del universo de alimentadores, que permite aprovechar economías de escala y ámbito de dichas instalaciones.

En Anexo 4.11 "Costo de las Instalaciones de la Empresa Modelo" se entregan los cuadros resúmenes de costos finales de redes de alta tensión, en el formato requerido por las Bases. Se entrega el detalle para la empresa modelo completa y luego el desglose con información detallada por alimentador. No se entrega detalle de líneas AT monofásicas o bifásicas ni líneas BT bifásicas, pues no están presentes en la empresa modelo.

El resumen de los costos de las redes de alta tensión se entrega en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.5-1
Resumen VNR Alta Tensión de la Empresa Modelo 2003

TABLA: RATE-04				
Resumen Líneas de Distribución Primaria o Línea AT por Empresa				
Descripción Items		Unidad	Cantidad	Total M\$
1.- RED AÉREA				
	1.1 Km Red	km	3.424	13.604.083
	1.2 Postes	c/u	68.341	8.805.391
	1.3 Estructuras	c/u	150.161	6.241.134
	1.4 Equipos eléctricos	c/u	10.927	9.920.692
	1.5 Toma Tierra	c/u	48.136	1.248.916
	1.6 Otros	c/u	25.094	1.157.022
Total Red Aérea				40.977.237
2.- RED SUBTERRÁNEA				
	2.1 Km Red	km	547	14.667.281
	2.2 Cámaras	c/u	7.122	13.622.014
	2.3 Canalización	c/u	399	28.159.880
	2.4 Equipos eléctricos	c/u	2.072	4.422.152
	2.5 Toma Tierra	c/u	8.143	157.098
	2.6 Otros	c/u	7.122	215.991
Total Red Subterránea				61.244.416
Total Empresa				102.221.653

4.5.2 Costo de Subestaciones de Distribución

El diseño óptimo de las subestaciones de distribución aprovecha las economías de escala de las tecnologías de transformadores, que implican menores costos a mayores potencias de transformación. Esto permite lograr un menor VNR de transformadores de la empresa modelo con respecto a la empresa de referencia. La reducción de VNR se debe a la selección de un menor número de transformadores pero con mayor capacidad. Por otro lado, la empresa modelo reemplaza, prácticamente por completo, los transformadores monofásicos (DAE) por transformadores de distribución aérea tradicional.

En Anexo 4.11 "Costo de las Instalaciones de la Empresa Modelo" se entregan los cuadros resúmenes de costos finales de subestaciones de distribución, en el formato requerido por las Bases. Se entrega el detalle para la empresa modelo completa y luego el desglose con información detallada por alimentador. El resumen de los costos de las subestaciones de distribución se entrega en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.5-2
Resumen VNR Subestaciones Distribución de la Empresa Modelo 2003

TABLA: RDSE-04 Resumen Subestaciones de Distribución por Empresa				
Descripción Items		Unidad	Cantidad	Total M\$
1.- Subestaciones Aéreas				
	1.1 Transformadores	c/u	6.466	21.356.557
	1.2 Estructuras	c/u	6.466	1.700.881
	1.3 Equipos Eléctricos	c/u	30.575	3.789.284
Total Subestaciones Aéreas				26.846.721
2.- Subestaciones Subterráneas				
	2.1 Transformadores	c/u	781	15.324.898
	2.2 Bóvedas	c/u	781	6.119.871
	2.3 Equipos Eléctricos	c/u	2.134	6.804.640
Total Subestaciones Subterráneas				28.249.410
3.- Otras Subestaciones				
	3.1 Transformadores	c/u	303	1.293.006
	3.2 Obras Cíviles	c/u	303	230.454
	3.3 Casetas Obras Cíviles	c/u	0	0
	3.4 Equipos Eléctricos	c/u	303	36.441
Total Otras Subestaciones				1.559.901
Total Empresa				56.656.032

4.5.3 Costo de las Redes de Baja Tensión

El diseño de las redes de baja tensión, optimizando de acuerdo al DFL N°1 y las Bases y aplicando los precios unitarios de materiales, implica un aumento de los costos asociados a las instalaciones físicas en el VNR, con respecto a la empresa real. El aumento de costos en redes se debe esencialmente a la utilización de mayores longitudes y secciones de conductores al reducirse el parque de transformadores, y también al reemplazo de tecnologías de las redes antihurto utilizadas hoy por la empresa.

En el Anexo 4.11 "Costo de las Instalaciones de la Empresa Modelo", se entregan los cuadros resúmenes de costos finales de instalaciones de redes de baja tensión, en el formato requerido por las Bases. Se entrega el resumen

para la empresa modelo completa y luego el desglose por alimentador. El resumen de los costos de las redes de baja tensión se entrega en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.5-3
Resumen VNR Baja Tensión de la Empresa Modelo 2003

TABLA: RBTE-04 Resumen Líneas de Distribución Secundaria o Líneas BT por Empresa				
Descripción Items		Unidad	Cantidad	Total M\$
1.- RED AÉREA				
	1.1 Km Red	km	9.050	31.950.732
	1.2 Postes	c/u	204.962	18.327.603
	1.3 Estructuras	c/u	307.225	3.541.862
	1.4 Equipos eléctricos	c/u	0	0
	1.5 Puestas a tierra	c/u	11.283	305.811
	1.6 Otros	c/u	119.949	5.966.845
Total Red Aérea				60.092.853
2.- RED SUBTERRÁNEA				
	2.1 Km Red	km	1.420	8.827.306
	2.2 Cámaras	c/u	30.921	13.356.060
	2.3 Canalización	km	1.217	68.773.078
	2.4 Equipos eléctricos	c/u	19.585	1.030.886
	2.5 Puestas a tierra	c/u	9.900	190.794
	2.6 Otros	c/u	29.577	192.675
Total Red Subterránea				92.370.799
Total Empresa				152.463.652

4.5.4 Valoración de la Expansión de Instalaciones a Cinco Años

El crecimiento del VNR en los próximos cinco años obedece a las instalaciones que se deben incorporar cada año debido al aumento de la demanda asociada a clientes existentes y futuros, producto del crecimiento horizontal y vertical de la demanda.

El crecimiento del VNR de la empresa modelo presenta dos componentes, una debido al crecimiento de la demanda en cuadrículas pobladas en la actualidad (cuadrículas vegetativas y densificación) y otra debido al

crecimiento de la demanda en cuadrículas que no presentan clientes en el año cero (cuadrículas de expansión).

El incremento del VNR dentro de las cuadrículas vegetativas y densificación se debe a refuerzos de instalaciones que se deben incorporar para abastecer el aumento de demanda asociado a clientes existentes y futuros. Por otra parte, el incremento del VNR dentro de las cuadrículas de expansión se debe a nuevas instalaciones para abastecer los nuevos consumos. En el Cuadro 4.5-4 se muestra la evolución del VNR de la empresa modelo en el periodo 2003-2008.

Cuadro 4.5-4
Evolución del VNR de la Empresa Modelo Período 2003-2008

Año	VNR [\$]
2003	311.341.337.270
2004	313.222.448.639
2005	314.824.671.525
2006	316.028.733.043
2007	317.733.551.842
2008	320.071.585.104

Como resultado complementario, el Cuadro 4.5-5 muestra los VNR de la porción aérea y de la porción subterránea de la red, en la empresa modelo, que resultan de considerar los tendidos existentes de la empresa de referencia.

Cuadro 4.5-5
VNR Desagregado por Instalaciones Aéreas y Subterráneas

VNR	[M\$]
VNR Aéreo AT	40.977.237
VNR Subterráneo AT	61.244.416
VNR Aéreo BT	86.939.574
VNR Subterráneo BT	122.180.110
TOTAL	311.341.337

4.6 Cálculo de las Pérdidas Medias de Potencia y Energía

4.6.1 Estudio de Pérdidas de Potencia y Energía

El Anexo 4.9 “Estudio de Pérdidas y Balance de Energía y Potencia” se explica en detalle la metodología y criterios utilizados en la determinación de las pérdidas de la empresa modelo.

Una vez determinada las instalaciones de la empresa modelo óptima, que satisface los requerimientos de demanda y de calidad de servicio, se realiza la evaluación de las pérdidas de potencia y energía del sistema de distribución en el año base, considerando las pérdidas eléctricas propias del sistema de distribución o pérdidas técnicas, pérdidas por cuentas incobrables y por hurto. Las pérdidas de potencia son evaluadas para la punta del sistema de distribución.

Las pérdidas en redes son evaluadas en forma separada para alta y baja tensión, mediante el uso de programas computacionales especializados. Para el caso de alta tensión el software especializado corresponde al modelo PECO aplicado sobre la totalidad de la red. Para baja tensión, se utiliza un software basado en el método de flujo de potencia trifásico desbalanceado para análisis de sistemas de distribución, aplicado a los módulos representativos.

La extrapolación de las pérdidas en redes de baja tensión para el resto de las cuadrículas no representativas se realiza en base al uso de redes neuronales, las cuales permiten encontrar modelos de pérdidas en base a los datos proporcionados por el flujo de las celdas representativas.

4.6.2 Balances de Energía y Potencia

Con los valores de pérdidas que resultan de la aplicación de un cálculo analítico de pérdidas coincidentes de potencia a la hora de demanda máxima del sistema de distribución, explicado en el Anexo 4.9 “Estudio de Pérdidas y Balance de Energía y Potencia”, se determina del balance de energía y potencia de la empresa modelo y cuyos valores finales se incluyen en el Cuadro 6.1, “Balance de Energía y Potencia Área Típica”, especificada en su estructura en las bases del estudio del VAD. Las pérdidas de potencia son llevadas a la máxima de distribución en horas de punta, mediante la aplicación de factores de coincidencia correspondientes para cada nivel de tensión.

Cuadro 4.6-1
Balances de Energía y Potencia

Tabla 6.1 Balance de Potencia y Energía	ENERGIA [MWh]	POTENCIA MÁXIMA COINCIDENTE DISTRIBUCIÓN	POTENCIA COINCIDENTE [MW_Mes]	FACTOR DE CARGA	CÓDIGO
Total ingresado a distribución AT	8.904.589,20	1.625,48	1.401,89	62,54%	O
Pérdidas eficientes en distribución AT	81.322,78	19,48	16,77	47,66%	P
Total ventas reguladas en AT	2.242.548,58	360,28	192,75	71,06%	
Total ventas no reguladas en AT	1.552.862,63	249,48	133,47	71,06%	
Retiros por servidumbres de paso en AT	-	-	-		
Total retiros en AT	3.795.411,21	609,76	326,22	71,06%	
Incobrables AT	8.198,09	1,32	0,70	71,06%	
Cobrables AT	3.787.213,12	609,15	325,89	70,97%	Q
Total ingresado a distribución BT	5.027.855,21	996,24	1.058,90	57,61%	R
Pérdidas en transformadores AT/BT	60.741,80	10,88	9,37	63,75%	
Pérdidas en líneas distribución BT	55.806,85	17,95	15,45	35,50%	
Pérdidas en empalmes	15.664,47	2,98	2,57	59,99%	
Pérdidas en medidores y fusibles	14.495,04	2,08	1,79	79,43%	
Total de pérdidas en BT	146.708,16	33,89	29,18	49,42%	S
Total de ventas reguladas en BT	4.782.428,13	942,90	1.008,90	57,90%	
Total de ventas no-reguladas en BT	2.798,70	0,58	0,62	55,47%	
Retiros por servidumbres de paso en BT	-	-	-		
Hurto Residual	95.920,23	18,88	20,20	58,00%	
Total retiros en BT	4,881,147.06	962,36	1.029,72	57,90%	
Incobrables BT	10,336.09	2,04	2,18	57,90%	
Cobrables BT	4,774,890.74	941,44	1.007,34	57,90%	T

5. DIMENSIONAMIENTO Y COSTOS DE LOS BIENES MUEBLES E INMUEBLES DE LA EMPRESA MODELO

En este capítulo se hace una descripción de la metodología utilizada para: realizar el dimensionamiento de los bienes muebles e inmuebles de la empresa modelo y para la estimación de los costos asociados a éstos. Las partidas analizadas son las siguientes:

- Edificios,
- Terrenos,
- Equipos de Oficina,
- Vehículos,
- Equipos de Laboratorio,
- Equipos de Bodegas y Maestranza,
- Equipos de Comunicaciones,
- Equipos de Computación, y
- Otros Equipos.

5.1 Edificios

En esta categoría se incluyen los edificios destinados a la atención comercial, al funcionamiento administrativo y técnico y bodegas.

5.1.1 Edificios de Atención Comercial

Estos edificios se dimensionaron aparte pues su tamaño depende de la demanda de atenciones comerciales y de la calidad de servicio dada a los clientes. Las oficinas comerciales atienden los pagos de los clientes y los distintos problemas o consultas que éstos puedan tener. Se considera eficiente atender en lo posible ambos tipos de servicios en forma conjunta para aprovechar los espacios comunes.

Para ello se definieron estándares de atención que definen la cantidad de puestos necesarios para atender la hora punta en cada caso, lo que a su vez define el personal y la cantidad de edificaciones necesarias. En el Anexo 5.1 se presentan los detalles de cálculos efectuados.

Por otra parte se analizó si la cantidad de ellas era suficiente en dispersión geográfica. Chilectra cuenta con 13 oficinas comerciales en su zona de concesión, cada una de ellas cubre más de 100 mil clientes, valor que se

encuentra dentro de estándares habituales para centros de atención de servicios de utilidad pública.¹

El resultado del dimensionamiento de oficinas comerciales se muestra en el Cuadro 5.1 siguiente.

Cuadro 5.1
Dimensionamiento de Superficies de Of. Comercial

Oficina Central	Metros Cuadrados
Maipú	192
Lo Espejo	165
Catedral	171
La Cisterna	171
Independencia	179
Ñuñoa	177
Mac Iver	189
Est. Central	174
Metro U. De Chile	206
San Ramón	168
Providencia	190
Lo Prado	168
La Florida	187
Total	2.337

En general se ha observado que las empresas de utilidad pública tienden a ubicar sus oficinas en lugares con mayor afluencia de público, en general lugares ubicados en centro de masas comerciales. Ello trae un beneficio directo para los clientes de ser atendidos o encontrar centros de pagos cerca de sus lugares de trabajo dentro de sus horarios de oficina.

En general los lugares de ubicación cercanos a los centros de masas comerciales tienen una alta oferta de arriendo de oficinas en comparación con la compra de estas, obligando a las empresas a alquilar espacios con una buena localización para entregar un buen servicio a sus clientes.

¹ Cabe hacer notar que en empresas como Aguas Andinas se atienden del orden de 85 mil clientes por centro de atención, en una zona similar a la de la empresa de referencia.

El cuadro siguiente contiene los valores de los contratos de arrendamiento para las oficinas comerciales definidas en este capítulo. Para ello se chequearon los valores de arriendos que paga actualmente la empresa de referencia, Chilectra con los precios de mercados en ubicaciones similares, en cuanto a sector comercial, disponibilidad de movilización y buenos accesos, y contar con flujos masivos de personas, y se constató que éstos se ajustan a los precios reales.

Al respecto cabe señalar que de acuerdo a información de mercado, los precios de arriendos de locales comerciales en Chile en los últimos años, ha tenido un crecimiento importante debido a la reactivación económica que el país percibe. Al mismo tiempo es importante destacar que los precios de arriendos de locales comerciales no dicen relación con los arriendos de espacios para oficinas, siendo los últimos, bastantes más bajos.

Cuadro 5.2
Contratos de Arriendo de Oficinas Comerciales

Identificación Oficinas Comerciales	Metros Cuadrados Empresa Modelo	Arriendo de mercado M\$/m2/año	Valor Arriendo M\$/año
Maipú (Av Pajarito 1781)	192	99	19.039
Lo Espejo (Central 6316/Chacao 3793)	165	63	10.433
Santiago Centro (Catedral 1294)	171	315	53.799
La Cisterna (José Miguel Carrera 6534)	171	231	39.454
Independencia (Independencia 1972)	179	28	5.071
Ñuñoa (Irrarrázabal 3481)	177	107	18.857
Santiago Centro (Mac Iver 468)	189	72	13.636
Estación Central (Matucana 39)	174	36	6.290
Santiago Centro (Metro U.Chile)	206	739	152.171
San Ramón (Pedro Aguirre Cerda 9088)	168	50	8.428
Providencia (Pedro de Valdivia 28-32-36)	190	152	28.813
Lo Prado (San Pablo 5849)	168	56	9.475
La Florida (Vicuña Mackenna 7249)	187	141	26.319
Total Contratos de Arriendos	2.337		391.786

5.1.2 Edificios Administrativo y Técnico

En el análisis y desarrollo de un edificio corporativo para la empresa modelo se tomó en consideración: la estructura organizacional definida para esta empresa y las funciones a desarrollar por cada una de ellas y sus interrelaciones.

La necesidad de definir y establecer el dimensionamiento, tipo y características de un determinado edificio o construcción en general, para albergar actividades previamente definidas, junto con los elementos complementarios que se requieren para el adecuado desarrollo de dichas actividades, con el fin de estimar costos para la ejecución de las obras y su alhajamiento, se basa en la observación actual de la forma en que dichas actividades se desenvuelven, las tecnologías y normativas vigentes, y las características funcionales de las mismas.

El principal criterio de carácter general que debe considerarse es el de una situación de "normalidad", es decir, con ausencia de particularidades como espacios poco comunes o muy específicos como por ejemplo: laboratorios, talleres, salones protocolares, salas de exposición, etc.

Los criterios generales que se requieren para la definición de los estándares son de carácter estadístico, es decir, requieren un alto número de casos. De esta manera actúan como un modelo de la realidad que representan y pueden ser aplicados a los casos que se definan. Los estándares permiten simular o describir la realidad.

Para la dotación de personal destinado a las oficinas administrativas y técnicas, se dimensionó un sólo edificio para acoger todas estas funciones. Para ello se utilizó un estándar de 12 m² útiles por persona, superficie que incluye la proporción de otros espacios tales como: servicios higiénicos, archivos, bodegas, casino, cocina, salas de reuniones, entre los principales. No se incluye en este estándar: los espesores de muros, tabiques y paneles divisorios, cajas de escala, ascensores, shafts, instalaciones, circulaciones, elementos estructurales, etc. Por lo que la superficie bruta para diseño alcanza los 14,15 m² por persona. Cabe mencionar que estos valores han sido ampliamente analizados y utilizados en otros procesos tarifarios y comisiones de expertos de otros servicios públicos.

La normativa vigente exige, para edificios de oficinas ubicada en el área sur oriente de la comuna de Santiago, que por cada 75 metros cuadrados construidos, se debe contar con un estacionamiento, por lo tanto se han dimensionado solamente los estacionamientos necesarios para cumplir con esta norma. Para dimensionar la superficie de estacionamiento, se ha considerado una superficie de 20 m²/estacionamiento para estacionamientos subterráneos y de 30 m²/estacionamiento si es superficial, con la finalidad de incorporar árboles y jardineras con áreas verdes. Cabe hacer notar que estas cifras son manejadas comúnmente en el sector construcción.

Se dimensionaron los metros cuadrados al año 2008 para minimizar inversiones de superficies marginales.

Los resultados de detalle del cálculo de las superficies de oficinas se muestra en el Anexo 5.2 de este estudio.

5.1.3 Bodegas

Para el dimensionamiento de bodegas se ha considerado que la empresa modelo requiere para la operación bodegas pequeñas para transiciones. En este sentido, se han dimensionado 3 pequeñas bodegas tipo pañol de entre 39 y 76 m², y otras dos bodegas principales de 500 m² y 200 m² respectivamente, basado en la distribución geográfica actual de éstas en la zona de concesión.

5.1.4 Costos Unitarios de Edificación

Los costos correspondientes a edificación se han determinado tomando en cuenta antecedentes en poder de estos consultores, basados en valores usuales de mercado que se utilizan actualmente, tales como: presupuestos elaborados en estudios recientes desarrollados por INECON para el Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Arquitectura relativos a edificación pública (Edificio Institucional para el Ministerio de Relaciones Exteriores, y Edificio Institucional para Chiledeportes), consultas realizadas a diferentes empresas constructoras respecto de costos de construcción y propuestas de edificios, e información de la Cámara Chilena de la Construcción. Anteriormente se realizaron estudios para Edificio Servicios públicos Rancagua, Edificio Barrio Cívico Ribera Norte del Río Bío-Bío en Concepción, Edificio MOP Antofagasta, Edificios Públicos en La Serena (se acaba de llamar a licitación para su construcción), y Edificio Barrio del Territorio en Santiago. Con los antecedentes anteriores se calculó un precio promedio de mercado para distintos tipos de construcción y se clasificaron en tres tipologías generales, que obedecen a los tipos de edificios anteriormente comentados.

Los precios unitarios empleados están basados en construcciones convencionales realizadas en terrenos de buena calidad y sujetas a las normas vigentes de asismicidad, instalaciones y calidad de construcción.

Los valores indicados se refieren a los costos directos de las obras, es decir, consideran los proyectos, materiales, mano de obra, gastos generales y utilidades del contratista. No se incluyen en estos valores los costos de habilitación de edificios.

Cuadro 5.3
Precios Unitarios de Edificación

Tipo de Construcción	UF/m2	Destino
Hormigón armado	24,5	Edificio Adm.-Técnico y Oficinas Comerciales
Albañilería reforzada	21	Bodegas
Estructura metálica con albañilería	9	Bodegas
Estacionamientos	8	Estacionamientos

En el Anexo 5.2 se indica el detalle de los precios unitarios utilizados.

5.1.5 Comparación opción arrendamiento o compra y/o construcción edificio

Para la valoración de las superficies de oficinas administrativas y técnicas, se han comparado las opciones de construcción versus el arrendamiento de los espacios requeridos.

Cabe destacar, que este esquema planteado de comparación, no se ha aplicado a las superficies de las oficinas comerciales, ya que por su naturaleza es muy difícil de llevarlo a la práctica. Las oficinas destinadas a funciones de comercio, se localizan en sectores comerciales totalmente consolidados en las distintas comunas de la ciudad, con una plusvalía muy grande, además que prácticamente no hay ofertas de venta de locales y/o superficies para la construcción de nuevos locales. Para estar presente en el mercado hay que estar en algunos de estos lugares que por lo general tienen muy buena movilización, de fácil accesos y por el cual transitan grandes flujos de personas. Cabe destacar que estos lugares en la actualidad tienen una gran demanda.

Para la comparación de las opciones de arrendamiento y compra y/o construcción del edificio administrativo-técnico, se utilizaron, por un lado, los precios de mercado para arriendos de locales comerciales en las distintas localizaciones, y por otra parte, precios de terrenos y de construcción. También en ambas opciones se utilizaron gastos de: aseo, mantención y comunes, que hay que tener presente al momento de hacer la comparación.

Para la opción arrendamiento, el gasto anual obtenido para una superficie de 15.309 m² con sus correspondientes estacionamientos, gastos comunes y aseo, alcanza la suma de M\$ 1.323.447 anuales, mientras que en la opción de la construcción del edificio administrativo-técnico de igual superficie, con

sus correspondientes costo de construcción, terreno, estacionamientos exigidos por la normativa vigente, gastos de mantención, aseo y contribuciones, alcanza la suma anualizada de M\$ 799.494.

En el cuadro que se muestra a continuación se muestra la inversión y la anualidad de ésta.

Cuadro 5.4
Costos de Construcción y Arrendamiento

Alternativa	M\$	Anualidad M\$
Arrendamiento	1.323.447	1.323.447
Construcción	7.536.704	799.494

5.2 Terrenos

El dimensionamiento de los terrenos se basó en la cantidad de superficie construida más una cantidad de superficie de estacionamiento y jardines. En el caso del edificio administrativo – técnico, éste se diseñó considerando un índice de constructibilidad de 70%, en el caso de bodegas se utilizó un índice de constructibilidad de 100% .

Para la obtención de los precios unitarios promedio de terrenos, se utilizaron diferentes fuentes de información como el Informe Estadístico Trimestral, Análisis de la Oferta de Sitios de la ACOP, del Mercado del Suelo Urbano, Area Metropolitana de Santiago, 4to Trimestre 2003 y de consultas en avisos Clasificados publicados en diarios e internet. Con esta información basada en investigación de mercado del suelo urbano en diferentes comunas y en segmentaciones específicas en el caso de la comuna de Santiago, se confeccionó una tabla con los precios promedio para cada comuna.

En el Anexo 5.3 se indican en detalle los criterios, antecedentes y resultados obtenidos de la valorización de terrenos.

5.3 Equipamiento de Oficina

Los aspectos funcionales asociados a las distintas actividades y sus interrelaciones, determinan el tipo de alhajamiento que se requerirá para el adecuado funcionamiento de los espacios diseñados.

Los edificios construidos se deben habilitar con mobiliario y equipamiento acorde con las funciones y labores que se desempeñarán en ellos. Dentro de

este ítem se consideran todas aquellas inversiones necesarias para habilitar los espacios físicos de las oficinas, y se refieren básicamente a muebles y alhajamiento varios (escritorios, sillas, mesones de recepciones, diversos tipos de mesas, Kardex, papeleros, estantes, bibliotecas, pizarras, lockers, bandejas de correspondencia, sofás, alfombras, cuadros, lámparas, estaciones de trabajo, paneles divisorios, percheros, cortinas, espejos, cocinillas, microondas, frigeradores, etc.).

Para el dimensionamiento del equipamiento de oficinas se tomó como base un estándar de inversión por metro cuadrado construido de 4 UF/m², valor comúnmente usado por arquitectos diseñadores de edificios de oficina y de consultas en cotizaciones recientes. El detalle de este valor se encuentra en el Anexo 5.4 de este capítulo.

5.4 Vehículos

Se ha diseñado una empresa modelo que utiliza vehículos de transporte y carga, arrendados por medio de contratos. También en el caso de contratistas de mantenimiento la empresa modelo tiene considerado el que el contratista aporte todos los vehículos necesarios para la operación. Esto se menciona en el Capítulo 7.

5.5 Equipos de Laboratorio

Este ítem incluye aquellos equipos de laboratorio necesarios para operar y controlar la red de distribución. Dada la gran diversidad de elementos que constituyen esta cuenta, se optó por mantener una proporción del VNR de las instalaciones eléctricas de la red de distribución, el que asciende a 0.08% de éste. En el Anexo 5.5 se presentan los valores adoptados

5.6 Equipos de Bodega y Maestranza

Este ítem incluye aquellos equipos de bodegas y maestranza, esencialmente herramientas de tamaño menor, necesarias para operar y controlar la red de distribución. Dado que este ítem incluye una gran diversidad de elementos, se optó por mantener una proporción del VNR de las instalaciones eléctricas de la red de distribución, el que asciende al 0.34% de éste. Además en esta sección se han considerado los valores de stocks de transformadores de reserva necesarios para realizar un programa de mantenimiento y disponer de los equipos para reemplazar los fallados. En el Anexo 5.6 se presentan los valores adoptados

5.7 Equipos de Comunicaciones

En este ítem se consideran los equipos de la empresa modelo destinados a establecer los sistemas de comunicaciones de voz y de datos. Entre estos se cuentan los sistemas telefónicos, los sistemas de trunking, los enlaces de datos entre las distintas oficinas, etc.

Para el dimensionamiento de estos equipos se ha tomado como base el VNR aprobado de Chilectra y se han extraído de su detalle aquellas partes que se encuentran dimensionadas en los sistemas de tecnología de información tales como servidores, hubs, routers, etc., y se ha mantenido el resto de las componentes, básicamente equipos de telefonía.

Dado que estos equipos sufren una rápida obsolescencia se ha optado por construir un contrato de arrendamiento por ellos. Ello se explica en detalle en el capítulo 7.6.

5.8 Equipos de Computación

En esta sección se dimensionan y costean las inversiones en tecnologías de información que requiere la empresa modelo para acometer todos los procesos de la empresa. Ellas se han clasificado en los siguientes ítems:

- Procesamiento Centralizado
- Capa de Aplicaciones
- Servicio de Atención Telefónica
- Microinformática y redes internas
- Inversiones en hardware y software asociadas a automatización de red y control de calidad

Dado que estos equipos de hardware y software sufren una rápida obsolescencia se ha optado por establecer un contrato de arrendamiento por ellos. Ello se explica en detalle en el capítulo 7.6.

5.9 Otros Equipos

Se incluye en este ítem, los equipos que no se consideraron en equipos de oficina y se refieren exclusivamente a equipos de seguridad del edificio y de las oficinas comerciales. Es decir, se refiere a las condiciones de seguridad que una construcción ofrece a sus ocupantes. Cabe destacar que esta inversión está directamente relacionada con las superficies construidas de la empresa modelo.

Dada la cantidad de personas que trabajará en el edificio institucional y de la responsabilidad sobre las oficinas comerciales, sus empleados y los clientes, esta empresa modelo, tiene que contar con sistemas confiables de seguridad, por lo menos, aquellos exigidos por la Ordenanza General de Urbanismo Y Construcciones, además de otros disponibles en el mercado y actualmente de uso generalizado.

Dentro de los sistemas de seguridad a usar en los edificios de la empresa modelo, se incluyen las siguientes partidas: puertas corta fuego y escala presurizadas, red húmeda y seca, extintores, sistema de detección de incendio mediante sensores de humo, red de sprinklers, sistema de control de acceso y de asistencia considerando lectoras de proximidad, sistema de circuito cerrado de televisión, barrera de estacionamiento comandada desde portería, y torniquetes de acceso equipados con lector de proximidad.

Según consultas realizadas por estos consultores, el costo de seguridad alcanza la suma de 0,45 UF/m².

En el Anexo 5.7 de este capítulo se indican los valores obtenidos.

5.10 Resumen de Costos de los Bienes Muebles e Inmuebles de la Empresa Modelo

En el Anexo 5.8 se muestra el resumen de costos de bienes muebles e inmuebles. De acuerdo a lo que se indica en la sección 6.4 de las Bases del estudio, estos valores deben distribuirse a AT y BT de acuerdo al criterio de prorrata proporcional al VNR de instalaciones físicas de AT y BT.

6. DIMENSIONAMIENTO Y COSTOS DE LA ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA EMPRESA MODELO

En este capítulo se muestra el dimensionamiento y costos de la organización necesaria para la empresa modelo de distribución que atiende el área típica 1.

Para esto, se desarrolla el diseño de una organización modelo para una empresa de distribución eléctrica, definiendo la estructura de sus unidades de trabajo y su personal constituyente, tanto en cantidad como en calificación. Cabe hacer notar que se entiende como empresa modelo, la empresa que desarrolla eficientemente las actividades de distribución eléctrica, en el área en donde se desempeña la empresa referencia, en este caso Chilectra, para los clientes que esta atiende.

En el estudio organizacional desarrollado entonces, se define la estructura de las unidades de trabajo de la empresa modelo y el personal de la misma, dimensionando la cantidad de personal, determinando su calificación y a través de un estudio de remuneraciones, su costo correspondiente.

6.1 Estructura Organizacional Empresa Modelo

El aspecto básico considerado para el diseño de la empresa modelo consistió en la incorporación en la organización de los conceptos fundamentales asociados a los procesos gerenciales que favorecen la eficacia y eficiencia de una empresa.

En este sentido, se consideraron los conceptos asociados a los procesos de Planeación, Organización, Dirección y el Control de la organización.

Como planeación se entiende la forma en que las estructuras gerenciales deciden como conviene situar a la empresa o posicionarla en su medio ambiente, como hay que desarrollar y aprovechar sus fuerzas y como se afrontan los riesgos y oportunidades del ambiente. Este aspecto es fundamental a la hora de definir las gerencias de la empresa.

La organización, se refiere a la división de la organización entera en unidades o áreas, que tienen determinadas responsabilidades y una jerarquía de relaciones jerárquicas, en otras palabras, una estructura que busca la coordinación de las unidades o áreas, a fin de que los esfuerzos se combinen y cumplan con los objetivos globales de la organización, resolviendo los posibles "conflictos entre las funciones de la empresa". En este sentido, se

ha adoptado como criterio, dado el tamaño de la empresa, separar las funciones de la empresa modelo en unidades jerarquizadas y con claras responsabilidades.

La dirección considera en el diseño, la amplia gama de actividades destinadas a ejercer la comunicación entre los jefes y sus subalternos en las áreas diseñadas, aspecto sumamente importante al momento de diseñar la jerarquización de la empresa.

En cuanto al control, en el esquema diseñado se establecieron estructuras destinadas a vigilar la operación de la empresa basándose en las normas y objetivos definidos para la empresa de distribución diseñada.

Es entonces que, basados en los criterios antes mencionados, se diseñaron las estructuras gerenciales de la empresa, las que en conjunto con el análisis de procesos y funciones dio como resultado el diseño de la estructura global de la empresa modelo.

6.2 Estudio y Análisis de las Funciones Incorporadas en la Empresa Modelo

En interrelación con lo establecido como marco dentro del cual se desarrollan los procesos gerenciales de la empresa eficiente, se identificaron, estudiaron y analizaron el conjunto de procesos, actividades y funciones mínimas para la prestación de servicios de la empresa modelo en cuestión.

Consecuentemente, esta actividad se desarrolló tomando como punto de partida las funciones definidas para los cargos de la empresa referencia Chilectra, en conjunto con las establecidas por un conjunto de normas que reglamentan el servicio de distribución eléctrica.

Al respecto cabe hacer notar que, las funciones identificadas, estudiadas y analizadas consideran aquellas que se encuentran externalizadas a filiales en la empresa referencia, adicionándose a la empresa modelo aquellas funciones que se encuentran en esta condición y que son necesarias para el funcionamiento de la empresa modelo que solo se dedica al negocio de la distribución. Ello por cuanto se consideró que estos contratos relacionados obedecen a políticas empresariales y por tanto es discutible que los precios allí establecidos obedezcan necesariamente a precios de mercado. Además en ellas se incluyen tareas que no tienen paralelo en el mercado.

Para este efecto, se analizaron los procesos y funciones del tipo externalizables y se clasificaron en las del tipo básico y las de carácter

estratégico. Para efectos del diseño de la empresa modelo de distribución, se han considerado no externalizables las funciones de carácter estratégico, aunque en la empresa referencia, tal como ya se mencionó, se encuentren algunas de estas funciones externalizadas. Este es el caso de las funciones de finanzas, abastecimiento e informática, para las cuales se han diseñado estructuras organizativas bajo estándares de mercado.

Para el desarrollo de las funciones externalizables, se desarrollaron contratos para su realización, en los cuales se aplicaron y verificaron valores de mercado para su costeo. El estudio y análisis de los procesos y funciones externalizables se muestran en detalle en otros capítulos y anexos de este informe.

Por otro lado, las funciones y procesos analizados, que se consideraron en este estudio se refieren sólo a las actividades de distribución de energía eléctrica.

Consecuente con lo anterior, la empresa modelo diseñada no contempla dentro de su organización el desarrollo de procesos o funciones destinadas a la prestación de otros servicios como los Servicios Asociados.

Teniendo en consideración los aspectos antes mencionados, se definieron los procesos y funciones de la empresa modelo.

Cabe hacer notar en este punto que la cantidad de procesos identificados son de nivel macro dentro de la organización. El desarrollo de procesos de nivel micro (nivel 3 o 4), sobretodo en una empresa compleja como Chilectra, requieren un mayor tiempo para desarrollar el estudio y pueden no aportar mayor precisión en el dimensionamiento de la organización de la empresa modelo. El detalle de los procesos identificados se muestra en el Anexo 6.2 de este estudio.

6.3 Determinación de la Dotación de la Empresa Modelo

6.3.1 Marco General de Diseño

En primera instancia, para diseñar la dotación de la empresa modelo, se efectuó una clasificación de los procesos, estableciendo los de supervisión general y los que se refieren a actividades que tienen que ver con la calidad directa de servicio otorgada, efectuándose un tratamiento diferenciado en cada caso.

Así por ejemplo, se separaron los procesos de atención comercial, los que se diseñaron en detalle y sus resultados se indican en el Anexo 5.1. También se separaron los procesos dedicados a la actividad de supervisión de red y de mantenimiento, los que se diseñaron por medio de estándares de mercado.

Cabe hacer notar que sólo se incluyó en esta organización aquellos procesos destinados a actividades de distribución.

La externalización de funciones de mantención y comercial es una práctica común en las empresas eléctricas y en las de servicio público en general. Del conjunto de tareas desarrolladas por la empresa modelo, existe un subconjunto asignado a contratistas, con el fin de optimizar su funcionamiento al recoger las ventajas que otorga el mercado en ciertas actividades específicas. En el caso de Chilectra S.A., la empresa de referencia, la práctica de externalización se ha extremado llevando recientemente a terceros, incluso algunas funciones que son de carácter estratégico en el negocio de distribución. Entre ellas se cuentan las operaciones de mantenimiento de líneas energizadas, las operaciones de facturación y cobranzas, las operaciones de dinero, etc.

Al respecto estos consultores han adoptado la siguiente política de externalización de servicios en la empresa modelo:

- a) Las actividades de mantenimiento y operaciones comerciales básicas se mantienen externalizadas. Sin embargo, estos consultores desean hacer notar que parte de las actividades estratégicas de mantenimiento y de emergencia pasan a tener derecho de huelga al ser externalizadas cosa que a Chilectra se le encuentra vedado en virtud de lo establecido en el artículo N° 160 de la Ley N° 19.069 (Código del Trabajo). En el capítulo 7 se muestran con mayor detalle los análisis realizados en cuanto a tareas subcontratables en el mercado.
- b) Las operaciones estratégicas de gestión, finanzas e informática, que actualmente se encuentran externalizadas por medio de contratos relacionados a empresas filiales o matrices, no se externalizan en la empresa modelo, por las razones anteriormente explicadas.

De esta manera se dimensionaron funciones y organización para las actividades de Finanzas, Adquisiciones e Informática. Además, dados los requerimientos de calidad de servicio solicitadas en las Bases, se diseñaron las funciones y contratos necesarios para gestionar y

controlar la calidad de servicio de acuerdo con las normas. El detalle de ésta última se presenta en el Anexo 7.3 de este estudio.

6.3.2 Dotación de la Empresa Modelo

La determinación de la dotación de la empresa modelo asignada a la estructura organizacional diseñada, bajo el marco de unidades de supervisión y gerenciamiento y de funcionamiento y atención de clientes, fue efectuada mediante un diseño a nivel micro en el caso de las últimas y bajo estándares de mercado en el caso de las primeras.

Finalmente a la dotación final determinada se les aplicaron estándares de comparación con empresas nacionales e internacionales de distribución, evaluando los resultados de la dotación final de la empresa en términos de clientes por empleado.

En los puntos siguientes se describen cada uno de los procesos de definición de las dotaciones de las distintas gerencias de la empresa, de acuerdo a la metodología de diseño. En el Anexo 6.3 se muestra el detalle de los resultados obtenidos en cuanto a la dotación final de la empresa modelo.

6.3.3 Estructuras Generales diseñadas en Base a Estudio de Funciones y Aplicación de Sistemas de Supervisión

Para este tipo de unidades se diseñó la dotación mediante el estudio directo de sus funciones y procesos más la aplicación de estructuras de supervisión estándar, modificadas por las características propias de una empresa de distribución eléctrica.

Cabe destacar que el conjunto de las funciones definidas bajo esta metodología son testeadas en conjunto con el resto de las unidades de la empresa modelo con parámetros de eficiencia para empresa de distribución eléctrica, aspecto ya comentado en el punto anterior. Las unidades así diseñadas son las siguientes.

- G. General
- Fiscalía
- G. de Comunicaciones
- G. U. Negocio Distribución y Comercial
- G. de Plan. y Control
- G. de Regulación
- G. de Sistemas Comerciales

- G. de Sistemas Técnicos
- G. de RR HH y Organización
- SubG. de Neg. de Empresas
- SubG. General

6.3.4 Estructuras Estratégicas incorporadas a la Empresa Modelo

Este tipo de estructuras están compuestas por un conjunto de procesos y funciones de carácter estratégico para el funcionamiento de la empresa. En la empresa en referencia, se efectúan dichas labores mediante contratos, para la construcción de la empresa modelo se han generado estructuras funcionales específicas para el desarrollo de dichas funciones y procesos. Adicionalmente se integran, dentro de este grupo las Gerencias de Gestión y Control de Calidad, estructura organizativa integrada dados los nuevos requerimientos que enfrentará la empresa.

Las estructuras en cuestión son las siguientes:

- G. Finanzas
- G. Informática
- G. Abastecimiento
- G. Gestión y Control de Calidad

La metodología para diseñar la dotación de estas estructuras consideró el estudio directo de sus funciones y procesos, en conjunto con la aplicación de estructuras de supervisión estándar de mercado, modificadas por las características propias de una empresa de distribución eléctrica del tamaño de operación de la empresa en estudio.

Adicionalmente, en este caso fue posible verificar los resultados obtenidos mediante la comparación de dotaciones con empresas chilenas y extranjeras de similar nivel de facturación y actividad de servicios.

En tal sentido, se obtuvo para la gerencia de finanzas un total de 100 empleados para la gerencia de informática un total de 127 personas y para la gerencia de abastecimiento un total de 92 empleados, todos valores estándares para empresas de la envergadura de la empresa modelo.

Mención especial dentro del grupo de estructuras incorporadas reciben la Gerencia de Gestión y Control de Calidad, las que fue diseñada analizando las funciones y procesos que desarrollarían, de forma de obtener su dotación final de 22 empleados.

6.3.5 Estructuras Operacionales de la Empresa Modelo

Para este tipo de estructuras además de estudiar sus estructuras funcionales generales y estructuras de supervisión, se aplicaron estándares específicos de dotación en aspectos micro específicos.

Las estructuras en cuestión son las siguientes:

- G. Comercial
- G. Distribución

Para la gerencia comercial, cuya dotación, producto de todos los análisis realizados alcanzó un total de 283 personas, se dimensionaron en un detalle micro la oficinas comerciales, análisis presentado en el Anexo 5.1 de este informe.

En el caso de la gerencia de Distribución, cuya dotación alcanzó a los 251 empleados, se utilizaron los análisis funcionales de tareas generales y estudio de las estructuras de supervisión.

6.3.6 Organigrama de la Empresa

Sobre la base de los desarrollos antes mencionados, se desarrolló el organigrama de la empresa modelo el que incluye la estructura para los procesos destinados a la toma de decisiones, de supervisión de la empresa modelo, de comercialización, informática, abastecimiento, operación y mantención y el resto de las actividades necesarias para el otorgamiento del servicio de distribución eléctrica.

La estructura organizacional diseñada se muestra en la Figura 6.3-1.

Figura 6.3-1
Organigrama de la Empresa Modelo

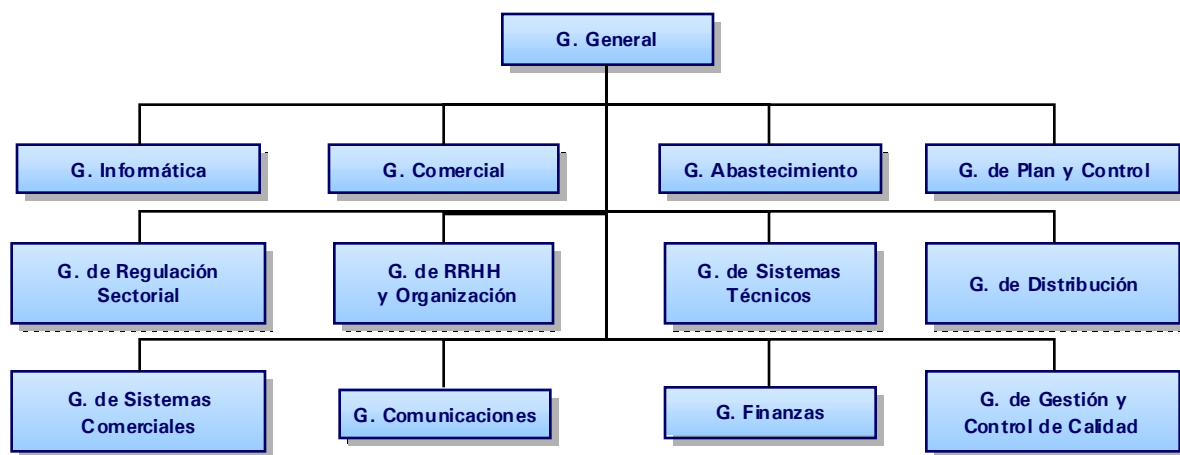


Figura 6.3-1
Organigrama de la Empresa Modelo (Continuación)

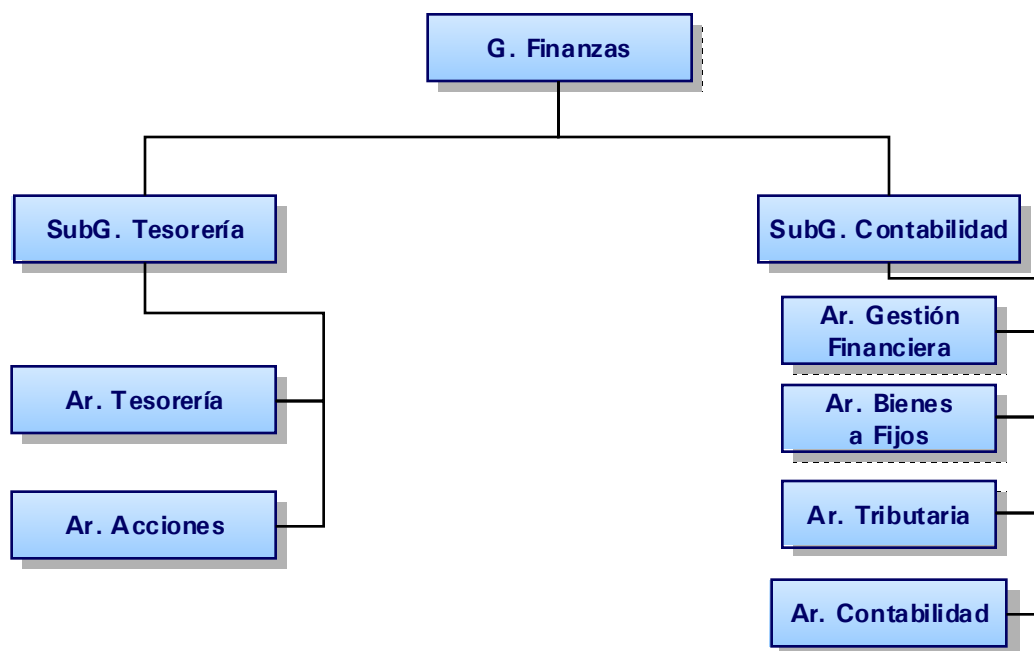


Figura 6.3-1
Organigrama de la Empresa Modelo (Continuación)

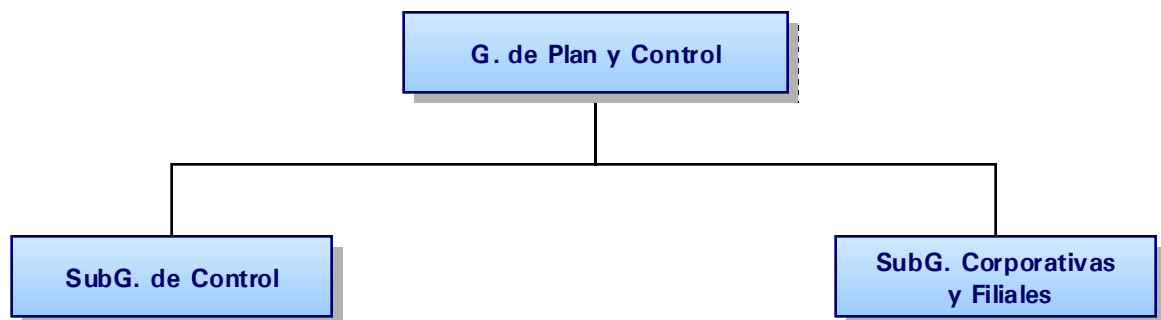


Figura 6.3-1
Organigrama de la Empresa Modelo (Continuación)

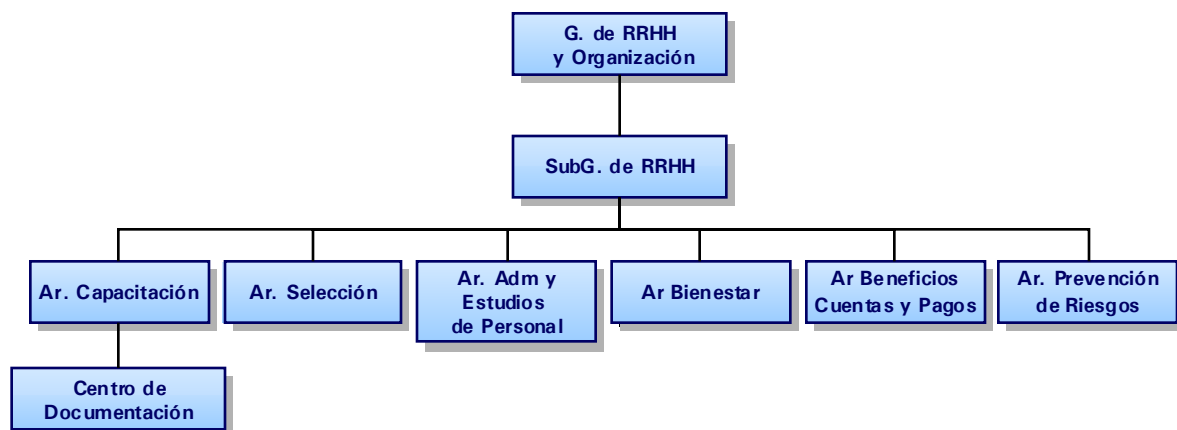


Figura 6.3-1
Organigrama de la Empresa Modelo (Continuación)

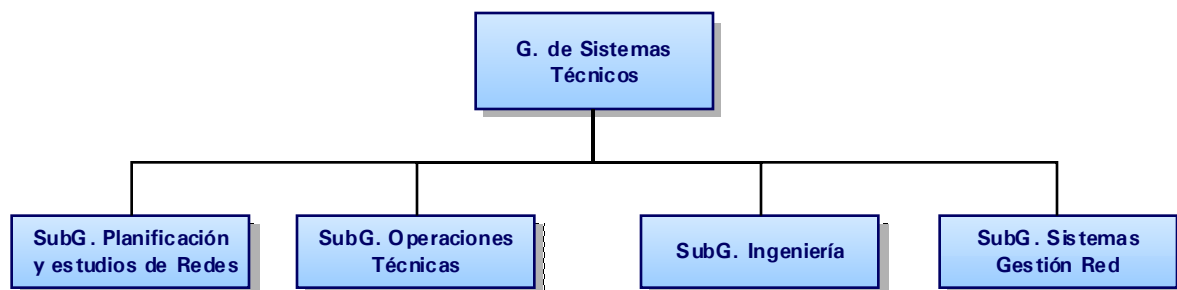


Figura 6.3-1
Organigrama de la Empresa Modelo (Continuación)

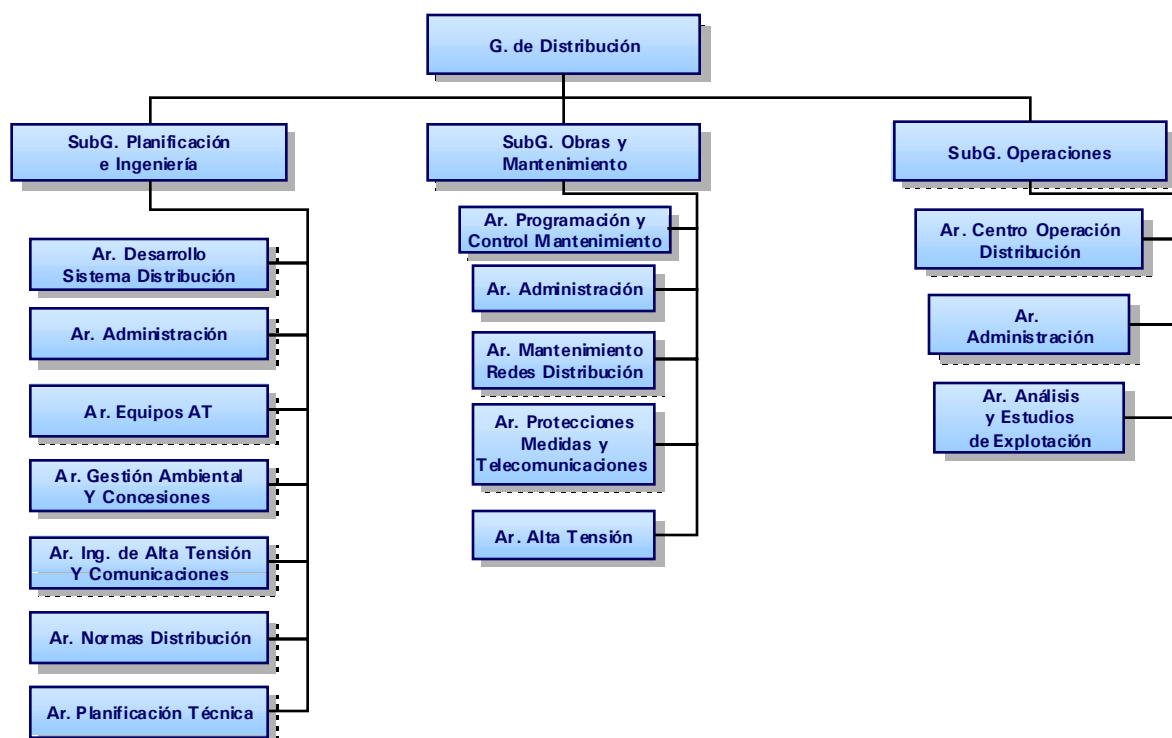


Figura 6.3-1
Organigrama de la Empresa Modelo (Continuación)

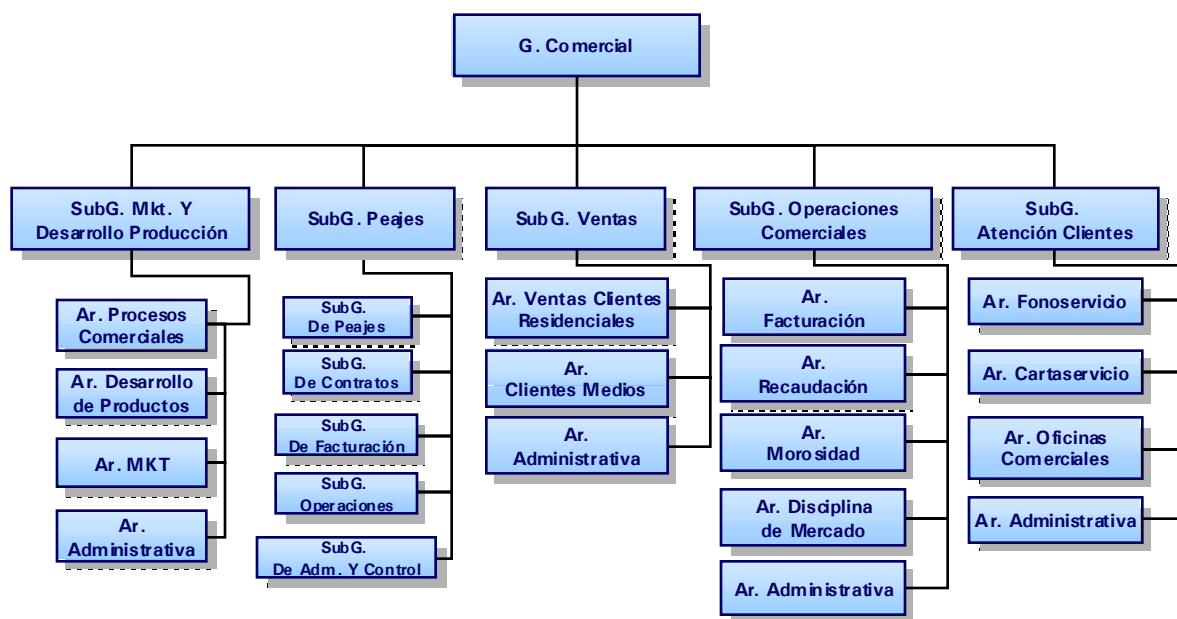


Figura 6.3-1
Organigrama de la Empresa Modelo (Continuación)

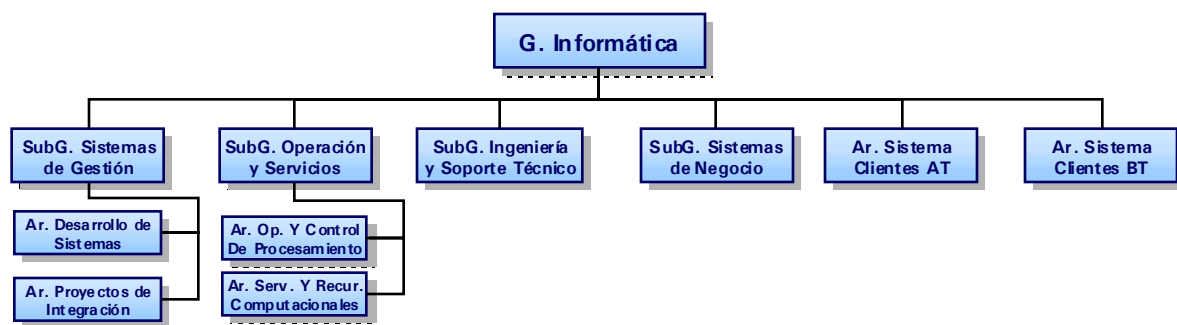


Figura 6.3-1
Organigrama de la Empresa Modelo (Continuación)

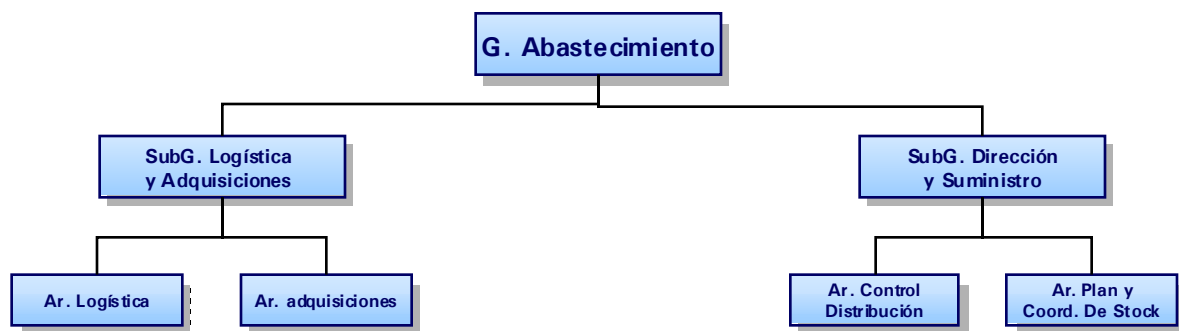
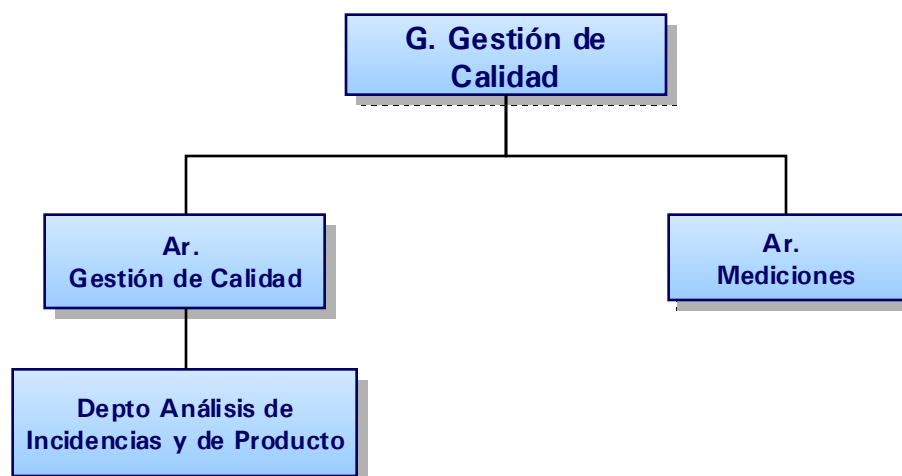


Figura 6.3-1
Organigrama de la Empresa Modelo (Continuación)



6.3.7 Dotación de la Empresa Modelo

Los desarrollos efectuados permitieron determinar la dotación de la empresa modelo de distribución buscada.

Es así como mediante el análisis de la estructura organizacional empresa modelo, el estudio y análisis de sus funciones, la determinación de sus estructuras generales y estratégicas, su organigrama y la asignación de las tareas a el personal necesario, se determinó la dotación de la empresa modelo.

Cabe hacer notar que en esta organización se incluyen ciertas actividades que en alguna medida son activables, pues constituyen parte del VNR, sin embargo, tanto en términos monetarios como en el personal asociado a dichas actividades, han sido eliminadas de la empresa modelo diseñada.

El resumen de su dotación, para el año base, se muestra en el Cuadro 6.3-1.

Cuadro 6.3-1
Resumen de Dotación de Personal Diseñada

Tipo de Profesional	Dotación
Directivos	1
Ejecutivos	41
Profesionales	445
Administrativos	372
Técnicos	192
No Calificados	5
Total general	1.056

Tal como ya se mencionó en el Anexo 6.3 se presenta el detalle de los diseños efectuados en términos de dotación.

6.4 **Análisis de la Dotación General de la Empresa Modelo**

En este punto se efectúa el chequeo de eficiencia final para la dotación determinada de la empresa modelo.

En este sentido, la empresa Modelo de Distribución Diseñada, se encuentra constituida por un personal total de 1.056 personas para el año base. Lo que para el mismo año determina un ratio de eficiencia de 1.253 clientes por

empleado¹, llegando al año 2008 a un total de 1.145 empleados y un ratio de clientes por empleados igual a 1.304², valores que la ubican entre las más eficientes en comparación con empresas distribuidoras internacionales dado su número de clientes atendidos, tal como lo muestra el Cuadro 6.4-1.

Cuadro 6.4-1
Información de Empresas Distribuidoras 2003

PAIS	EMPRESA	Clientes / Empleado	Nº de clientes (miles)	Nº de empleados
Suecia, Finlandia, Noruega y Estonia	Fortum	1.363	1.370	1.005
Brasil	Elektro	1.300	1.820	1.400
Brasil	Electropaulo	1.265	5.060	4.000
Brasil	Cerj	1.256	1.905	1.517
Argentina	Edenor	969	2.317	2.391
Argentina	Edesur	938	2.117	2.258
Gran Bretaña (DNO)	Western Power Distribution	923	2.400	2.600
Brasil	Light	923	3.369	3.649
Gran Bretaña (DNO)	Aquila Networks	622	2.300	3.700
Texas, USA (DNO)	CenterPoint Energy	613	1.840	3.000
Dinamarca	Nesa A/S	604	546	904
Irlanda del N.	Northern Ireland Electricity	556	700	1.260
Argentina	Edemsa	533	310	582
Australia (DNO)	Citipower	526	263	500
Brasil	Cemig	508	5.744	11.302
Reino Unido	EDF Energy	455	5.000	11.000
Canadá	Hydro One Networks	302	1.200	3.967
Australia	Ergon Energy	193	580	3.000
Sud Africa	City Power	125	250	2.000

Cabe hacer notar que las empresas distinguidas como DNO, sólo realizan una parte de las actividades que realiza la empresa modelo, las de distribución y no a la venta de energía, por lo sus indicadores de eficiencia pueden ser más bajos en el caso que tuvieran que realizar el conjunto de actividades diseñadas para la empresa modelo en cuestión.

En conclusión la empresa modelo diseñada se encuentra dentro de un rango de eficiencia alto, aspecto que valida su diseño.

¹ 1.323.218 clientes en diciembre del año 2003

² 1.493.293 clientes en diciembre del año 2008

6.5 Asignación Tareas al Personal Diseñado para la Empresa Modelo

Tal como lo establecen las bases, se estudiaron las funciones y procesos de la empresa modelo y consecuentemente el personal y las horas que dedica al año en la actividad.

Al respecto, de acuerdo a la modificación en el horario laboral, introducida al artículo 22 inciso primero, del código del trabajo “La duración de la jornada ordinaria de trabajo no excederá de 45 horas semanales” que regirá el primero de enero del año 2005, se consideró la reducción de la jornada laboral a 45 horas semanales y no 48 como actualmente se utiliza, a partir de la fecha indicada.

Consecuentemente, definidos el conjunto de procesos y funciones de la empresa modelo, se asignó su cumplimiento a los distintos integrantes del personal diseñado, mediante el estudio de las características de los profesionales, sus cargos y número de horas anuales dedicadas a cada tarea o proceso diseñado.

En el Anexo 6.5-1, se entrega la asignación de actividades al personal de la empresa modelo diseñada, en el formato siguiente solicitado en las Bases:

Identificación de Cargo/ Actividad / Dedicación Horas/año.

Adicionalmente en el Anexo 6.5-2, se entrega la asignación de la horas utilizadas por los profesionales tipos definidos por el regulador, para los cuatro procesos principales y los ocho de apoyo considerados para la empresa de distribución.

6.6 Estudio de Mercado de Remuneraciones

Para la determinación de las remuneraciones del personal de la empresa modelo, se ha efectuado el análisis de mercado de las remuneraciones sobre la base del estudio de Remuneraciones de Mercado desarrollado por la empresa Ernest & Young, para diciembre de 2003.

Se determinó el costo de personal de la empresa modelo, analizando las remuneraciones de mercado de cada uno de los cargos diseñados, incorporando en dicho análisis el estudio de la remuneración base, los incentivos y beneficios correspondientes a una empresa modelo. En aquellos casos donde el cargo no tuviera uno igual en el mercado se homologó el

cargo a uno equivalente en categoría y complejidad del trabajo efectuado como se indica en la sección siguiente.

6.6.1 Homologación de Cargos

Para el desarrollo de la homologación de cargos de la empresa modelo, la actividad más compleja en el desarrollo de estudios sobre el mercado de remuneraciones, se han considerado los siguientes aspectos con el fin de obtener de la manera más objetiva el salario de cargos que son efectiva y razonablemente equivalentes.

- Organigrama de la Empresa Modelo
- Posición del Cargo en la Estructura Organizacional
- Cargo al cual reporta y cargos que le reportan
- Requisitos para el Ocupante
- Objetivo del Área
- Determinación e Identificación de Factores Cuantificables (responsabilidad por la cual es evaluado)

En este sentido, cabe hacer notar que para la determinación del personal de la empresa modelo, se ha utilizado el máximo del conocimiento de la estructura organizacional de ésta, garantizando la elección del profesional más calificado.

6.6.2 Niveles de Mercado de las Remuneraciones

Para la determinación del nivel de remuneraciones, se identificó y homologó la totalidad de los cargos definidos para la empresa modelo en base al estudio de Ernst & Young, el que considera muestra de 144 empresas y 868 cargos. Las remuneraciones definidas para el plantel de la empresa modelo consideran la aplicación de la renta promedio de mercado para todos los cargos estudiados ya sean de rol general o de rol privado.

Los criterios utilizados y los valores obtenidos en cada caso para la determinación de las remuneraciones asignadas al personal diseñado para la empresa modelo se describen a continuación. En este sentido, se señalan los aspectos incorporados en el salario definido para el personal de la empresa modelo:

a) Remuneración Anual Garantizada Mensualizada

Bajo este concepto se encuentran incluidos la gran mayoría de las remuneraciones del personal de la empresa modelo. De acuerdo a ello, la remuneración de cada cargo, además del Sueldo Base pagado al mes de referencia del estudio (Diciembre de 2003), puede contener el valor de cualquiera de los elementos que se indican mas adelante. Debe tenerse presente que todos ellos se encuentran mensualizados.

Cabe hacer notar que bajo este concepto, se considera todo tipo de ingreso acerca del cual dentro de un período anual exista certeza de pago, ya sea por relación de empleo, al cargo, o por condiciones de trabajo.

Considerando lo anterior se incluye dentro de la remuneración anual garantizada mensualizada, para efectos de este estudio, los siguientes ítems:

- Sueldo base
- Gratificación
- Asignación de título/responsabilidad
- Asignación de zona
- Asignación de casa
- Asignación de caja y otros fijos mensuales
- Bonos por turno, bonos de producción y la comisión o incentivos asociados a las ventas
- Otros de los cuales exista certeza de pago tales como aguinaldos y bono de vacaciones, entre otros

Adicionalmente a estos ítems, bajo el concepto de sueldo base se agrega la proporción mensual de los bonos de gestión o participación de utilidades (Remuneración Variable Anual), considerando el valor real pagado en el último ejercicio y no el Target, siendo este último el monto esperado ante un 100% de cumplimiento de metas.

b) Remuneraciones Adicionales Incorporados

En este punto se presentan las remuneraciones adicionales incorporadas al personal de la empresa modelo y que en general representan beneficios que se dan en empresas que operan en mercados competitivos.

Por ello, en cada uno de los beneficios estimados se ha utilizado información de mercado referente al monto del beneficio, al porcentaje de empresas que otorgan el beneficio, a quienes lo otorga y bajo que condiciones, por lo que

los resultados obtenidos reflejan en cada caso lo que esta ofreciendo el mercado como beneficio a sus empleados, aspecto fundamental, a la hora de obtener los salarios totales de la empresa modelo.

Teniendo lo anteriormente expuesto en cuenta, los beneficios adicionales no incluidos en la remuneración anual garantizada que se adicionan son los siguientes:

- **Alimentación:** Bajo este ítem se incluyó el beneficio otorgado por las empresas a sus funcionarios en relación a su alimentación. Para esto se consideró lo que en términos estadísticos se denomina esperanza del beneficio, es decir, se consideró el monto del beneficio multiplicado por la probabilidad de ser otorgado por la empresa, lo que se constituye como la mejor simulación al valor de mercado para una empresa modelo. Al respecto el beneficio otorgado se diferenció, tanto en monto como en probabilidad de ser otorgado, para los estamentos; ejecutivo, jefes, profesionales, técnicos, administrativos, operarios y para la fuerza de venta.
- **Movilización o Transporte:** En este caso, se considera la esperanza del beneficio estableciendo, el porcentaje de las empresas que otorgan el beneficio y el valor promedio de mercado entregado al Gerente General, los Gerentes, Subgerentes, jefes, profesionales, técnicos, administrativos, operarios y la fuerza de venta.
- **Sala Cuna:** Para el cálculo de este beneficio se considera su otorgamiento, sólo al estamento femenino de la empresa modelo (13,3%¹), considerado en las probabilidades del otorgamiento del beneficio en conjunto con su valor promedio de mercado.
- **Automóvil de Libre Disposición:** Para el cálculo de beneficio, se considera la esperanza de otorgamiento del beneficio, medido como la probabilidad de que una empresa en el mercado entregue el beneficio, multiplicada por el valor promedio de mercado del monto entregado al Gerente General, los Gerentes, Subgerentes, jefes, profesionales, administrativos, operarios y la fuerza de venta.
- **Becas de Escolaridad:** En este caso, se considera la esperanza de la entrega del beneficio, considerando la probabilidad de que una empresa del mercado otorgue becas de escolaridad a sus empleados, multiplicado

¹

Valor recogido de la empresa referencia, Chilectra.

por el monto promedio que se entrega en el mercado, considerando diferenciación entre ejecutivos y no ejecutivos.

- **Indemnización por años de Servicio:** Para la determinación de la indemnización por concepto de años de servicio de la empresa modelo, se estableció la esperanza del valor asociado a indemnización por años de servicio, considerando la distribución completa de antigüedad de la empresa referencia y la rotación anual de personal de la misma. Para esto el valor se determinó, de acuerdo al concepto de empresa en marcha establecido en la legislación vigente.
- **Seguros del Personal:** En este caso se consideraron los antecedentes de mercado, en relación con el monto del beneficio otorgado en términos de contratación de seguros y la proporción de empresas que otorgan este beneficio. De esta manera se calculó la esperanza del beneficio para ejecutivos, no ejecutivos y operarios.
- **Gastos de Capacitación:** En este caso se consideró el 1 % del salario base determinado para el personal, de acuerdo a estándares de mercado. Este valor se considera como conservador e incluye los descuentos financiados por el Semce. A este respecto cabe destacar que la empresa en referencia gasta un valor equivalente al 1,77% del salario de sus empleados, descontando el financiamiento Semce se llega a un valor final de referencia de 1,11 %, lo que es muy parecido al estándar de mercado.

En el Anexo 6.6, se entrega el cuadro donde se presentan las remuneraciones de la empresa por las bases del proceso tarifario.

6.7 Costo de la Estructura Organizativa de la Empresa Modelo

Sobre la base de lo anterior se determinó el costo global de remuneraciones de la empresa modelo y su asignación a las actividades SEC, de acuerdo a las bases del estudio de valores agregados de distribución. Dicha asignación ha sido realizada sobre la base de la experiencia de estos consultores en la materia, teniendo en consideración entre otros antecedentes los criterios presentados por la empresa en su informe de Costos de Explotación y Mantención a la SEC.

En el Anexo 6.7-1, Costos de asociados al personal de la empresa modelo, asignados a las actividades SEC, de acuerdo a las bases de la fijación tarifaria.

En el Anexo 6.7-2 se presentan los resultados finales en formatos SEC para la dotación y gastos de remuneraciones.

6.8 Evaluación de la Organización de Control de Hurto

En el Anexo 6.8 se presenta una evaluación acerca de la conveniencia económica de invertir y contar con organización y gastos dedicados al control del hurto en la red eléctrica.

7. DIMENSIONAMIENTO Y CÁLCULO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE FUNCIONES EXTERNALIZADAS DE LA EMPRESA MODELO

En este capítulo se presenta el enfoque dado al dimensionamiento y precios de las actividades que se ha decidido externalizar. Tal como se explicó en el capítulo 6 de este estudio se han considerado como realizables por contratistas aquellas funciones en las cuales exista algún tipo de test de mercado para determinar su costo. No se han considerado como externalizables las actividades efectuadas a través de contratos relacionados. Por último se expone la metodología y resultados del modelo de costos de mantenimiento de red de distribución.

7.1 Enfoque General Utilizado

De acuerdo con lo que se estipula en las Bases del estudio se deben considerar las distintas funciones realizadas para el dimensionamiento de los otros costos de explotación de la empresa modelo, entre los cuales se indican aquellas tareas asignadas a contratistas.

Para la ejecución de esta actividad se han identificado en primer lugar aquellas funciones que se realizan con contratos con empresas relacionadas, los que de acuerdo con lo indicado en el capítulo 6 se han excluido. Para los que prevalecen se ha realizado una labor de desagregación de costos en actividades y tareas por medio de un análisis detallado de las actividades mínimas a desarrollar por cada uno de los contratistas con que actualmente opera la empresa de referencia. De esta manera es posible establecer con precisión, por un lado las actividades involucradas en cada contrato, y por otro las tareas de cada actividad requeridas por los contratistas. En el Anexo 7.1.1 se muestra el detalle con los procesos de cada contrato.

La fortaleza de este enfoque radica en que cada una de las actividades involucradas en los contratos cuenta con un test de mercado en su determinación. Ello significa que los precios para cada actividad han sido obtenidos de un proceso de licitación entre varios proponentes. Los empresarios contratistas han debido pasar por un proceso de selección y negociación de cada uno de los contratos y cumplir con bases exigentes de funcionamiento incluidas experiencia, boletas de garantías y exigencias patrimoniales.

Un segundo elemento que constituye el enfoque central utilizado dice relación con la decisión de que la empresa modelo cuente siempre con a lo

menos dos contratistas en cada tarea o actividad. Esto se sustenta en el hecho que esta empresa tiene obligaciones de servicio público y de calidad de servicio que no puede ignorar. Estos consultores desean hacer notar que parte de las actividades estratégicas de mantenimiento y de emergencia pasan a tener derecho de huelga al ser externalizadas cosa que a Chilectra se le encuentra vedado en virtud de lo establecido en el artículo N° 160 de la Ley N° 19.069 (Código del Trabajo), por ello por medio de la utilización de varios contratistas se minimiza el impacto de un eventual problema de este tipo.

En la experiencia de estos consultores, como también en la de la empresa de referencia, el hecho de contar con un solo contratista para las distintas faenas de operación y mantenimiento que cubra toda el área de concesión constituye una posición de riesgo y lo más probable es que se susciten problemas con el desarrollo de ese contrato, ya sea por posición monopólica o por falta de diversificación del riesgo de incumplimiento. Esto, en la experiencia de estos consultores ha ocurrido en varias empresas de utilities. Ello incentiva a las empresas a desarrollar o crear un mercado de contratistas capaces de llevar a cabo las funciones necesarias.

La pregunta entonces es qué costo tiene para la empresa modelo el contar con un mercado adecuado de contratistas que permitan atender las necesidades del servicio de distribución con la calidad y oportunidad que determina la normativa. La determinación de este costo de creación de mercado de oferta de servicios no es fácil, sin embargo estos consultores han realizado una estimación del mismo basado esencialmente en su experiencia, puesto que es necesario que existan observaciones de precio tanto en un ambiente monoofrente como de múltiples oferentes para el mismo producto.

Durante el desarrollo del estudio del valor agregado de distribución del año 2000, INECON extrajo una muestra de alrededor de veinte contratos, de los más significativos de la empresa en los cuales existía la información pertinente, con los que se estimó la prima de riesgo, traducida en mayor costo, que debe pagar la empresa para contar con dos o más contratistas en cada faena.

La estimación final de la prima corresponde a la diferencia porcentual existente entre la oferta adjudicada y la mejor oferta que considera la contratación de más de un proponente. Ello fue analizado a partir de las evaluaciones de las distintas ofertas en cada contrato. Una vez determinada la prima por riesgo para cada uno de los contratos incluidos en la muestra, se

procedió a calcular el promedio ponderado según monto del contrato, obteniendo un valor de 4,2%.

Por otra parte, informaciones recientes de regulaciones de precios en otros sectores muestran que, en el caso de servicios de call center la diferencia entre optar por un solo proveedor y varios es de 4,2%.

Finalmente, informaciones de la experiencia de estos consultores, indican que a nivel internacional, en la compra de equipos de telecomunicaciones existe un pago adicional por mantener varios oferentes de en promedio 9,2%. Esta cifra se ha determinado tomando como base el costo hipotético de la elección exclusiva del proveedor más barato y calculando el aumento de costo total que significó la adquisición de equipos de diferente origen.

En síntesis, la información resumida de mercado respecto al costo de creación de un mercado sustentable de proveedores de servicios o contratistas se presenta en el Cuadro 7.1-1.

Cuadro 7.1-1
Resumen de Costo de Creación de Mercado Oferente

Fuente de Información	Prima
Muestra contratos 2000	4,2%
Proveedores de call center	4,2%
Proveedores de equipos de telecomunicaciones	9,2%
Promedio	5,9%

7.2 Identificación de Contratos de la Empresa Modelo

En una primera etapa fue recopilada la lista de los contratos manejados por la empresa de referencia para el área típica 1, CHILECTRA S.A.. Esta lista de contratos fue analizada a fin de identificar aquellos relevantes para el dimensionamiento de la empresa modelo, por ello no se consideraron los contratos o las partes de ellos correspondientes a la empresa Río Maipo y aquellos relacionados con actividades de otros servicios no incluidos en el valor agregado de distribución.

De la lista resultante y del análisis de las tareas se obtuvieron los contratos representativos con que debe contar la empresa modelo para el servicio de distribución de energía eléctrica. El detalle con la identificación de los contratos seleccionados para la empresa modelo se presenta en el Anexo 7.1 de este capítulo.

7.3 Identificación de Tareas a Ser Efectuadas por Medio de Contratos

A partir de las funciones y procesos que se pueden identificar de los contratos se establecieron aquellas que serían efectuadas en la empresa modelo por medio de externalización. De esta manera es posible establecer con precisión las tareas mínimas de cada actividad requeridas por los contratistas. En el Anexo 7.1.1 se muestra el detalle con los procesos de cada contrato.

A partir de la identificación de las tareas se determinaron las unidades físicas de cada tipo de faena. Ellas fueron relacionadas con una variable explicativa como por ejemplo número de clientes totales de la empresa o variables de red como kilómetros de red, número de transformadores, número de postes, etc. De esta forma se obtuvieron relaciones unitarias de demanda de actividades a partir de la empresa de referencia, de manera tal de obtener el dimensionamiento completo de las unidades físicas de faenas de contratación de la empresa modelo.

7.4 Determinación del Costo de Contratación

El siguiente paso fue la determinación, a partir de los valores de precios unitarios de mercado obtenidos en el punto anterior, de los montos totales de gastos de externalización en la empresa modelo. Ello se realizó por medio de la determinación de las unidades físicas que se generan a partir del dimensionamiento de la empresa modelo, las que multiplicadas por los precios entregan la facturación total en contratistas..

Los contratos valorados para la empresa modelo se presentan en el Anexo 7.1.1 de este capítulo.

7.5 Asignación a Actividades SEC

La asignación de los costos que se generan por concepto de contratistas a las actividades SEC contenidas en el Anexo 2 de las Bases del estudio, ha sido efectuada sobre la base de varios criterios relacionados con número de clientes, número de kilómetros de red en las redes subterráneas y aéreas, VNR en cada tipo de tensión, etc. Todos estos criterios se explican en el Anexo 7.1.1 de este estudio, y los formularios respectivos para los cinco años de proyección se presentan en el Anexo 7.2.

7.6 Contratos Especiales

Además de los contratos identificados anteriormente en la empresa modelo se agregaron tres contratos especiales: uno relacionado con las mediciones que deben efectuarse para dar cumplimiento con las normativas de calidad de servicio de la SEC, que se denomina "Contrato OMA", otro relacionado con el arrendamiento y mantención del sistema informático que es parte de la empresa modelo, y que se denomina "Contrato de Arrendamiento de Equipo y Soporte Informático", y un último relacionado con el arrendamiento de equipos de comunicaciones telefónicas. Ellos se explican en los Anexos 7.3 y 7.4 de este capítulo.

7.7 Modelación de Costos de Mantenimiento de Red para la Empresa Modelo

Las distintas funciones de mantenimiento de redes de la empresa de referencia son realizadas tanto por empresas relacionadas como por contratistas no relacionados, lo que dificulta la identificación de tareas específicas y sus precios de mercado. Como ya se mencionó, los precios de transferencia entre empresas relacionadas no siguen una lógica de mercado sino que tienden a maximizar la utilidad consolidada del grupo. Además, los contratos que incluyen estas funciones abarcan también actividades de inversión (obras) y otros servicios no pertinentes para actividades de distribución, complicando aún más el dimensionamiento de costos. Debido a estas razones, un dimensionamiento correcto de este ítem a costos de mercado requiere de una modelación detallada de las distintas funciones necesarias para realizar este servicio. En este apartado se describe la metodología y principales resultados de este modelo.

7.7.1 Actividades de Mantenimiento de Red de Distribución

Se ha determinado el listado de actividades relevantes para el mantenimiento de una red de distribución de energía eléctrica. Se excluyó de éste las actividades de Poda y Tala en baja tensión debido a la complejidad y variabilidad que presenta la realización de éstas (fueron consideradas entre las actividades descritas en el apartado anterior). Para cada actividad se ha determinado el tipo de cuadrilla responsable de llevarla a cabo, y sobre la base de información de la empresa de referencia, se ha estimado la frecuencia anual de realización, en unidades de "eventos". Comúnmente las cantidades de actividad de mantenimiento se expresan en unidades físicas como longitud de red. El objeto de utilizar unidades de "atención" o "evento"

es determinar el número de viajes realizados por la cuadrilla desde su centro de despacho.

7.7.2 Dotación de Cuadrillas

Las cuadrillas utilizadas en este modelo se describen a continuación. Aparte de las descritas, se han definido tres equipos de supervisión compuestos por un supervisor, un chofer y un vehículo tipo Peugeot Partner. Uno de estos supervisores está especializado en obras civiles y otro en Media Tensión y Líneas Energizadas, mientras el tercero tiene funciones más generales de supervisión de mantenimiento.

a) Cuadrilla de Mantenimiento Aérea Liviana:

Realiza tareas de mantenimiento de redes aéreas.

Está compuesta por:

- Un Jefe de Cuadrilla
- Dos Linieros
- Camioneta tipo LUV

b) Cuadrilla de Mantenimiento Aérea Pesada:

Para tareas de mantenimiento más complejas, que involucren reparaciones de grandes extensiones de red, postaciones, etc.

Compuesta de:

- Un Maestro
- 4 Ayudantes
- Un Chofer
- Un Camión Grúa

c) Cuadrilla de Operación y Medidas:

Realiza Medidas de variables eléctricas, traspasos y equilibrios de carga, y otras tareas de mantenimiento menores.

Compuesta por:

- Un Jefe de Cuadrilla Especializado

- Un Liniero Especializado
- Un Chofer
- Camioneta tipo LUV

d) Cuadrilla Subterránea BT:

Para labores de mantenimiento y reparaciones de instalaciones subterráneas en baja tensión.

Formada por:

- Un Maestro Especializado
- 2 Ayudantes Especializados
- Un Chofer
- Vehículo tipo KIA Frontier

e) Cuadrilla Subterránea MT:

Para labores de mantenimiento y reparaciones de instalaciones subterráneas en media tensión.

Formada por:

- Un Jefe de Cuadrilla Especializado
- 2 Linieros Especializados
- Chofer
- Vehículo tipo KIA Frontier

f) Cuadrilla de Líneas Energizadas:

Esta cuadrilla altamente especializada y equipada realiza tareas de mantenimiento y podas en líneas energizadas.

Compuesta por:

- 4 Linieros especializados
- Chofer
- Camión Grúa especial aislado

g) Cuadrilla de Emergencias en MT:

Realiza tareas de mantenimiento de emergencia en Media Tensión.

Compuesta por:

- Un Jefe de Cuadrilla Especializado
- Un Liniero Especializado
- Un Chofer
- Vehículo tipo KIA Frontier

h) Cuadrilla de Emergencias en BT:

Realiza tareas de mantenimiento de emergencia en Baja Tensión.

Compuesta por:

- Un Jefe de Cuadrilla Especializado
- Un Liniero Especializado
- Un Chofer
- Vehículo tipo Peugeot Partner

De acuerdo a la legislación vigente en materia de seguridad y en base a la práctica normal de este tipo de actividades, las cuadrillas son controladas por equipos de supervisión, a razón de 3 cuadrillas por supervisor, exceptuando las cuadrillas de emergencia, donde la proporción es de 1 a 4 y en Líneas Energizadas, donde un supervisor acompaña constantemente a la cuadrilla haciendo las veces de Jefe de Cuadrilla (esto, debido a la alta complejidad y riesgo de este tipo de operaciones). Además, hay tareas que se ha considerado que debe realizar el equipo de supervisión general, como si se tratara de una cuadrilla.

7.7.3 Dimensionamiento de Recursos para el Mantenimiento de Red de Distribución

Las frecuencias anuales han sido ajustadas al año base y proyectadas a 5 años utilizando *drivers* asociados a las unidades físicas que determinan las cantidades de cada actividad. En el Anexo 7.1.2 se presenta la lista de actividades, su asignación de cuadrillas y su frecuencia anual de eventos.

El número de cuadrillas necesarias se estimó sobre la base de la determinación de los tiempos necesarios en cada actividad, los que incluyen tiempos de ejecución y de transporte. Las actividades se clasificaron en dos grandes grupos: el Servicio de Emergencia y el Mantenimiento y Operación de Rutina. Cabe destacar que en el primer caso se trata de atender eventos

que en su mayoría no son previsibles, como accidentes, sabotajes o daños producidos por efectos climáticos. Aún un mantenimiento realizado según las normas vigentes no garantiza la ausencia de imprevistos como por ejemplo, caídas de ramas aún habiendo realizado las podas reglamentarias de manera correcta y oportuna, o inundaciones que no caben dentro de la responsabilidad de la empresa distribuidora.

A continuación se describe la metodología específica utilizada para el dimensionamiento de los recursos correspondientes a ambos grupos:

a) Servicio de Emergencia: Los distintos servicios de emergencia demandan la disponibilidad constante de un número de cuadrillas que estén preparadas para solucionar cualquier contingencia que suceda durante su turno. Para encontrar un número de cuadrillas óptimo, se debió recurrir a un modelo estocástico que simulara el comportamiento promedio de este sistema bajo condiciones de punta.

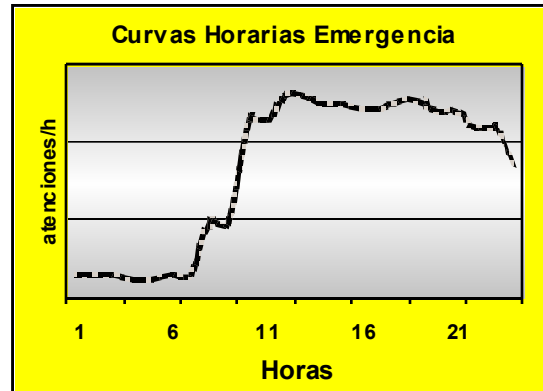
Para ajustar la situación observada al conocido modelo M/M/n, se introdujo como supuesto razonable que el tiempo entre eventos sigue una distribución exponencial, así como el tiempo de atención.

La tasa de llegada fue obtenida a partir del número promedio de eventos atendidos por hora por la empresa de referencia en el día más cargado del año 2003. La tasa de atención fue estimada utilizando las condiciones observadas durante este día. La frecuencia ha sido ajustada al año base y proyectada a 5 años según el *driver* "km de Red".

Dado el comportamiento horario de los eventos de emergencia (ver Figura 7.7-1), es que las cuadrillas diseñadas deben estar disponibles para el período peak del día.

Se ha agregado además un turno dimensionado para el período "off-peak" del día, para así completar la dotación mínima necesaria para satisfacer la demanda del día más cargado.

Figura 7.7-1
Comportamiento Horario de Eventos de Emergencia.



Estos consultores han considerado que entre las atenciones de emergencia prestadas por la empresa de referencia y sus contratistas existe una proporción que debe ser excluida por tratarse de actividades que están fuera del alcance del Valor Agregado de Distribución (por ejemplo, intervenciones relacionadas a Servicios Asociados a la Distribución). Las tasas de ocurrencia y atención utilizadas ya consideran este factor.

A partir de estas consideraciones se determinó el número de servidores óptimo para cumplir con las condiciones propuestas para el servicio.

Durante los períodos de Plan de Emergencias para los cuales se ha dimensionado el número de cuadrillas a mantener, las demás cuadrillas de mantenimiento regular prestan diversos grados de asistencia. Las horas empleadas en asistencia al plan de emergencia han sido incluidas en las actividades correspondientes de mantenimiento. Estas horas han sido descontadas del total de horas-cuadrilla estimadas en planes de emergencia anualmente, para así ajustar el dimensionamiento de cuadrillas especializadas en emergencias.

Estas cuadrillas han sido repartidas entre dos tipos de cuadrillas (Emergencia 1 y Emergencia 2) según la distribución histórica de eventos de emergencia en Media y Baja tensión, respectivamente.

En el cuadro 7.7-1 se aprecian los resultados de estos ajustes y cálculos.

Cuadro 7.7-1
Dimensionamiento de Cuadrillas del Servicio de Emergencia, Año Base.

Item	Valor
Cuadrillas Activas en Peak	84
Cuadrillas Activas turno bajo	14
Cuadrillas Definitivas	87
Cuadrillas Emergencia MT (1)	23
Cuadrillas Emergencia BT (2)	64

b) Mantenimiento y Operación de Rutina: Para determinar el número de cuadrillas para estos servicios, se calcularon las horas-cuadrilla necesarias para completar las tareas requeridas por año. Dentro de este tiempo se incluye el tiempo de viajes. A partir de este resultado y de las horas-año disponibles por cuadrilla (estimadas en 2.160, a 180 promedio por mes, considerando vacaciones, festivos, y contingencias), se calculó la cantidad de cuadrillas necesaria.

El Cuadro 7.7-2 indica la cantidad de cuadrillas obtenidas para el año base. Los equipos de inspección (supervisión) incluyen los correspondientes al servicio de emergencia.

Cuadro 7.7-2
Dimensionamiento de Cuadrillas de Mantenimiento Regular, Año Base.

Cuadrilla	Cantidad
Equipo Supervisión	30
Equipo Supervisor Obra	3
Equipo Supervisor MT - LLEE	7
Cuadrilla Aérea Pesada	1
Cuadrilla Aérea Liviana	10
Cuadrilla Jornalera	5
Cuadrilla Subterránea MT	8
Cuadrilla Subterránea BT	6
Cuadrilla LLEE	4
Cuadrilla Operación y Medidas	13

La dotación de personal técnico necesario para atender ambos grupos de actividades, emergencia y mantenimiento regular se obtiene a partir del dimensionamiento de las distintas cuadrillas y se presenta en el Cuadro 7.7-3.

Cuadro 7.7-3
Dimensionamiento de Personal de Terreno de Mantenimiento Regular, Año Base.

Puesto	Cantidad
Supervisor Mantenición	30
Supervisor Obra	3
Supervisor MT-LLEE	7
Ayudante CPA	4
Maestro CPA	1
Jefe Cuad Liviana	33
Jefe Cuad Medidas	77
Liniero Aereo	43
Liniero Medidas	77
Liniero LLEE	16
Jornalero	10
Jefe Cuad. Subte MT	8
Liniero MT	16
Maestro Subt	6
Ayudante Subt	12
Chofer	100
TOTAL	443

A partir del número de cuadrillas obtenido y de su composición, se calculó el costo directo anual total incluyendo remuneraciones, equipamiento y costos asociados a vehículos (ver Cuadro 7.7-4).

Cuadro 7.7-4
Costo Directo de Mantenimiento de Red, Año Base.

Ítem	Costo Anual, M\$
Remuneraciones	3.726.467
Materiales, Herramientas y Equipos	301.652
Combustible	214.075
Amortización y Mtto. Vehículo	868.959
TOTAL COSTO DIRECTO	5.111.152

A efectos de completar la organización del contratista, se dimensionó una estructura de administración de un tamaño adecuado a la cantidad de personal a administrar. El cuadro 7.7-5 muestra un resumen de esta organización, mientras el detalle, junto al costo de remuneraciones de mercado (homologadas a la encuesta E & Y) consideradas se puede observar

en el Anexo 7.1.2. Este personal se consideró constante para el horizonte temporal del presente estudio.

Cuadro 7.7-5
Personal de Administración

CARGO	Nº de Personas	Costo Anual M\$
Gerencia General	2	68.237
Depto Relac. con Chilectra	2	30.780
Contraloría	1	18.077
Gerencia Administración y Finanzas	15	168.210
Depto. Contrato	3	38.133
Depto. Técnico	7	107.461
TOTAL	30	430.898

Según estándares de mercado disponibles para este consultor, se determinó el costo de arriendo de oficinas y gasto común para este contratista. También se determinó un costo mensual por empleado por concepto de costos de plantel, que incluye beneficios menores, viáticos, materiales de oficina, uniformes, servicios, etc.

Se ha considerado finalmente un costo por concepto de arrendamiento de equipo y soporte informático de acuerdo con la misma metodología indicada en el anexo 7.4 de este estudio. Este considera computadores para sus empleados incluyendo el resto de equipos para conformar la red microinformática. Adicionalmente se han considerado aplicaciones cuya función es administrar el personal (sistema de recursos humanos) y otros relacionados con el control de materiales e inventario para la operación correcta en el mantenimiento.

Los costos anuales obtenidos se presentan en el Cuadro 7.7-6.

Cuadro 7.7-6
Costo Directo y de Administración, Año Base

Item	Costo Anual M\$
Arriendo y Mantención de Oficina	36.415
Gastos Asociados a Plantel	51.249
Informática	60.345
TOTAL	148.010

El cuadro 7.7-7 presenta un comparativo entre el costo directo y el costo de administración obtenido.

Cuadro 7.7-7
Costo Directo y de Administración, Año Base

Item	Costo Anual, M\$
Costo Directo	5.111.152
Gastos Generales (Administración)	578.908
Proporción de Gasto General	11,3%

Los costos de administración o gastos generales han sido prorrateados por actividad según la proporción del costo directo que representa cada una.

Cuadro 7.7-8
Resultados Modelo de Mantenimiento de Red, Año Base.

Grupo	Costo Anual, M\$
Emergencia	2.424.413
Cuadrilla Aérea Liviana	613.509
Cuadrilla Aérea Pesada	83.526
Cuadrilla Operación y Medidas	891.232
Cuadrilla Líneas Energizadas	442.214
Cuadrilla Subterránea Media Tensión	621.498
Cuadrilla Subterránea Baja Tensión	436.644
Cuadrilla Jornalera	153.569
Inspección	23.456
TOTAL	5.690.060

Los resultados finales de costo del contrato de mantenimiento de red pueden apreciarse en el Cuadro 7.7-8. Para una mejor apreciación, se ha dividido el costo entre los principales grupos de actividades, correspondientes a las distintas cuadrillas descritas.

Finalmente, se han asignado los costos de cada actividad a los distintos códigos SEC según criterios análogos a los utilizados para las tareas tercerizadas descritas anteriormente y detallados en el Anexo 7.1.2.

7.8 Otros Costos De Explotación Relacionados a Actividades Externalizadas

7.8.1 Materiales de Mantenimiento

En la práctica de la empresa de referencia, los materiales consumidos en labores de mantenimiento u obras no están incluidos en el monto del contrato de mantenimiento de redes; estos son provistos por la empresa contratante.

Por otro lado, la naturaleza impredecible de los servicios de emergencia no permite definir un conjunto de materiales específico que vaya relacionado al contrato, mucho menos asignar materiales por actividad.

Por estas razones, se ha tomado un registro del año 2003 de gastos en materiales, cuidando de considerar solamente las partidas de gasto y no de inversión. Este monto se obtuvo según la clasificación Aéreo/Subterráneo y Media/Baja tensión a efectos de asignar el costo a las distintas clasificaciones SEC. Los montos han sido ajustados al año base según la variación del VNR, que también fue utilizada para proyectar este costo en el horizonte temporal del estudio.

7.8.2 Derechos Municipales

Por las mismas razones expuestas en el punto anterior respecto de los materiales de mantenimiento, se ha considerado el pago de derechos municipales relacionados a actividades de mantenimiento de redes como un costo separado, ajustado según la variación del VNR y proyectado en el horizonte del estudio según el mismo indicador.

Cuadro 7.8-1
Costos en Materiales y Derechos Municipales para Mantenimiento de Red, Año Base.

Item	Costo Anual M\$
Materiales Mantto. Media Tensión	673.872
Materiales Mantto. Baja Tensión	655.019
Derechos Municipales Media Tensión	68.198
Derechos Municipales Baja Tensión	43.010

8. DIMENSIONAMIENTO DE OTROS GASTOS EN BIENES Y SERVICIOS DE LA EMPRESA MODELO

En este capítulo se dimensionan y costean una serie de otros gastos de la empresa modelo que por su naturaleza se prefirió colocarlos en un capítulo especial. Ellos tienen relación esencialmente con gastos de cobranzas por terceros, de seguros, gastos asociados a plantel, gastos en una serie de asesorías que la empresa requiere efectuar, y otros gastos menores.

Para el dimensionamiento de estos gastos se tomó en general información de la empresa de referencia y estándares de mercado de los consultores. En el Anexo 8.1 se presenta el detalle de la determinación de cada uno de estos gastos.

El resumen de los mismos se presenta en el Cuadro 8.1.

Cuadro 8.1
Resumen de Otros Gastos en Bienes y Servicios
Año 2003

OTROS GASTOS B&S	MM\$/año
Costo Directo Recaudación Boleta por 3os	611
Costo Directo de Insumo Boleta	174
Seguros	295
Contribuciones, Patentes, Gastos Comunes y Mantención	480
Gastos en Asesorías y Honorarios	1.753
Otros Gastos	879
Gastos Asociados a Plantel	1.804
Directorio	201
TOTAL	6.197

Para su proyección a 5 años se utilizaron distintos drivers que reflejan la variación del gasto, como por ejemplo aquellos gastos que varían con el tamaño de la empresa se proyectaron en función del crecimiento del VNR. En el Cuadro 8.2 se muestran los drivers utilizados.

Cuadro 8.2
Drivers Utilizados para Proyección de Gastos en Bienes y Servicios

Ítem	Driver
Costo Directo Recaudación Boleta por 3os	Clientes
Costo Directo de Insumo Boleta	Clientes
Seguros	Crecim.VNR
Contribuciones y Patentes	Clientes
Gastos en Asesorías y Honorarios	Crecim.VNR
Otros Gastos	Crecim.VNR
Gastos Asociados a Plantel	Crecim.Dotación
Directorio	Crecim.VNR

En el anexo 8.1 se encuentra la proyección de estos costos para los próximos 5 años.

9. VALOR AGREGADO DE DISTRIBUCIÓN

9.1 Costo Fijo por Cliente

De acuerdo con el punto 6.2 de las bases, los costos de atención a clientes del año base 2003, corresponden a costos relacionados con actividades de lectura de medidores, facturación, cobranza y otros costos varios de atención a clientes.

En el caso de los costos de lectura de medidores se han incluido los costos de contratos de lectura de demanda normal y de lectura demanda. En el caso de los costos de facturación y cobranza se han incluido los costos de reparto de boletas, reparto de facturas, insumos de boletas, recaudación interna y recaudación externa. Finalmente para los costos varios de clientes se consideró una proporción de costos de remuneraciones en atención comercial (ver capítulo 6).

Los costos de explotación de atención a clientes totales ascienden a MM\$ 8.012, los que de acuerdo con el punto 6.2 de las bases se muestran a continuación:

Cuadro 9.1
Costos de Explotación de Atención a Clientes

Costo	M\$
CEXAV	5.608.493,40
CEXLM	895.580,09
CEXFC	1.507.868,34

En donde,

CEXAV: Costos varios de atención a clientes que no sean costos de lectura de medidores ni de facturación.

CEXLM: Costo de lectura de medidores.

CEXFC: Costo de facturación y cobranza.

A su vez los costos de lectura de medidores se han separado en costos por tipo de lectura, como se muestra a continuación:

Cuadro 9.2
Costos de Lectura de Medidores

Costo	M\$
CEXME	864.961,86
CEXMD	24.992,33
CEXMH	5.625,90

En donde,

CEXME : Costo de lectura de medidor simple de energía.
 CEXMD : Costo de lectura de medidor de energía y demanda máxima.
 CEXMH : Costo de lectura de medidor de energía y demanda horaria.

Considerando el número de clientes totales desglosados por tipo de medidor, como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 9.3
Número de Clientes por Tipo de Lectura

Código	Nº
NCME	1.293.138
NCMD	24.553
NCMH	5.527
NC	1.323.218

En donde,

NCME : Clientes con medidor simple de energía
 NCMD : Clientes con medidor de energía y demanda máxima
 NCMH : Clientes con medidor de energía y demanda horaria
 NC : Clientes Totales

Se obtienen para el cálculo de los costos fijos costos medios que se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 9.4
Costos medios por unidad de Tipo de Cliente
para Cálculo de Costos Fijos

Costo	\$/cliente/año
kav	4.238,53
ke	668,89
kd	1.017,89
kh	1.017,89
kfc	1.139,55

En donde,

- kav : Costos medios varios de atención a clientes
ke : Costo medio de lectura de medidor simple de energía.
Kd : Costo medio de lectura de medidor de energía y demanda máxima.
kh : Costo medio de lectura de medidor de energía y demanda horaria.
Kfc : Costo medio de facturación y cobranza.

De esta forma y de acuerdo con lo dispuesto en el punto 7.1 de las bases se obtienen finalmente los siguientes costos fijos:

Cuadro 9.5
Costos Fijos por Tipo de Lectura a Clientes

Costo	\$/cliente/año
CFE	6.046,96
CFD	6.395,97
CFH	6.395,97

En donde,

- CFE : Costo fijo medidor simple de energía.
CFD : Costos fijo medidor de energía y demanda máxima.
CFH : Costo fijo medidor de energía y demanda horaria.

9.2 Pérdidas Medias de Potencia

Cuadro 9.6
Resultados del Balance de Potencia y Energía

kWAT	Q + R	1.605.390,85
kWBT	T	941.438,39
kWSD	O	1.625.477,03
PMPBD	R/T	1,0582
PMPBG	R/T	1,0512
PMEB	R/T	1,0530
PMPAD	O/(Q + R)	1,0125
PMPAG	O/(Q + R)	1,0123
PMEA	O/(Q + R)	1,0102

El detalle de estos cálculos se presentan en el capítulo 4 de este informe.

9.3 Costos de Inversión, Mantenimiento y Operación por Unidad de Potencia

De acuerdo con el punto 6.4 de las bases los costos de las instalaciones bienes muebles e inmuebles se han separado en alta y baja tensión de acuerdo al criterio de prorrata proporcional al VNR de las instalaciones físicas alta y baja tensión respectivamente. De esta forma se han obtenido los costos de las instalaciones bienes muebles e inmuebles como se indican en el siguiente cuadro:

Cuadro 9.7
Costos de las Instalaciones Bienes Muebles e Inmuebles

Costo	\$
CIMIAT	3.546.238.020,91
CIMIBT	7.254.707.303,70
CIMI	10.800.945.324,61

En donde,

CIMIAT: Costos de las instalaciones bienes muebles e inmuebles AT
 CIMIBT: Costos de las instalaciones bienes muebles e inmuebles BT
 CIMI: Costos de las instalaciones bienes muebles e inmuebles total

Los costos de las instalaciones de alta y baja tensión se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 9.8
Costos de las Instalaciones de Distribución

Costo	\$
CINSTAT	102.221.653.260,00
CINSTBT	209.119.684.010,00
CINST	311.341.337.270,00

En donde,

CINSTAT: Costos de las instalaciones de distribución AT

CINSTBT: Costos de las instalaciones de distribución BT

CINST: Costos de las instalaciones de distribución total

A partir de los costos de las instalaciones de distribución, de los bienes muebles e inmuebles y de las demandas máximas integradas kWAT, kWABT y kWSD, se calcularon de acuerdo al punto 6.4 de las bases los siguientes costo medios:

Cuadro 9.9
Costos Medios de las Instalaciones

Costos	\$/Kw
kiat	65.882,95
kibt	229.833,83
kisd	198.183,23

En donde,

kiat: Costos medios de las instalaciones AT

kibt: Costos medios de las instalaciones BT

kisd: Costo medio equivalente de todo el sistema de distribución

De acuerdo con el punto 6.5 de las bases se han calculado los costos de mantención y operación separados por alta y baja tensión. Respecto de los costos relacionados con la actividad 71 GC, gestión comercial de la compra de energía y potencia, se han separado en alta y baja tensión de acuerdo con la distribución de energía en alta y baja tensión respectivamente (ver capítulo 3). En el siguiente cuadro se indican los costos de operación y mantención resultantes:

Cuadro 9.10
Costos de Operación y Mantenición

Costos	\$
COYMAT	16.334.827.009,53
COYMBT	31.390.770.926,96
COYM	47.725.597.936,49

En donde,

COYMAT: Costos de operación y mantención AT
 COYMBT: Costos de operación y mantención BT
 COYM: Costos de operación y mantención total

A partir de los costos de operación y mantención de las demandas máximas integradas kWAT, kWABT y kWSD, se calcularon de acuerdo al punto 6.5 de las bases los siguientes costo medios:

Cuadro 9.11
Costos Medios de Operación y Mantención

Costos	\$/Kw/año
koymat	10.174,98
koymbt	33.343,42
koymsd	29.360,98

En donde,

koymat: Costos medios de operación y mantención AT
 koymbt: Costos medios de operación y mantención BT
 koymsd: Costo medio equivalente de todo el sistema de distribución

9.4 Valores Agregados Resultantes

El resumen de gastos para el año base desglosados de acuerdo al anexo 2, se adjuntan al final de este capítulo en los cuadro 9.15 cuadro 9.16, los cuadros relacionados con el resto de los detalles y con los 5 años posteriores se adjuntan en los anexos respectivos de cada capítulo.

De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 116° del D.F.L. N°1 de 1982 del Ministerio de Minería, Ley General de Servicios Eléctricos respecto que los bienes intangibles no podrán ser superiores al dos por ciento del valor de los bienes físicos, y de que el capital de explotación será considerado igual a un

doceavo de las entradas de explotación, se han obtenido los siguiente montos respectivos:

Cuadro 9.12
Bienes Intangibles y Capital de Explotación

Costos	M\$
Bienes Intangibles	6.442.845,65
Capital de Explotación	29.822.614,00

Por medio de la distribución de ambos costos en alta y baja tensión, de acuerdo con la distribución del VNR de las instalaciones y según el punto 7.1.3 de las bases, se obtienen los valores agregados de distribución que se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 9.13
Valores Agregados de Distribución¹

Valores	\$/kW/año
VADAT	17.950,63
VADBT	60.468,88
VADSD	52.750,97

En donde;

VADAT: Valor agregado por costos de distribución de AT

VADBT: Valor agregado por costos de distribución de BT

VADSD: Valor agregado por costos de distribución equivalente del sistema de distribución

En resumen, el resultado final de las componentes del valor agregado de distribución es el que se muestra en el cuadro siguiente:

¹ Se consideró un factor de recuperación del capital para un período de 30 años y una tasa de actualización de 10% real, $a=0,10608$

Cuadro 9.14
Resumen de Componentes de Valor Agregado de Distribución

Costos Fijos

Costo Fijo	\$/cliente/año
CFE	6.046,96
CFD	6.395,97
CFH	6.395,97

Valores Agregados por Costos de Distribución

Valores	\$/kW/año
VADAT	17.950,63
VADBT	60.468,88
VADSD	52.750,97

Factores de expansión de pérdidas medias de distribución en potencia y energía.

Factor de expansión de pérdidas			
AT	POTENCIA HPG	PMPAG	1,0123
	POTENCIA HPD	PMPAD	1,0125
	ENERGÍA	PMEA	1,0102
BT	POTENCIA HPG	PMPBG	1,0512
	POTENCIA HPD	PMPBD	1,0582
	ENERGÍA	PMEB	1,0530

Cuadro 9.15
Costos de Explotación de Empresa Modelo
Asignado a Actividades SEC

Actividad SEC	Descripción	Valor Global (M\$)
11	Distribución AT aérea (incluye ventas a P.Reg. y P. Libre) no incluye compras	8.327.591,12
12	Distribución AT subterránea (incluye ventas a P.Reg y P.Libre) no incluye compras	7.975.890,18
21	Distribución BT aérea (incluye ventas a P.Reg y P.Libre) no incluye compras	14.168.863,15
22	Distribución BT subterránea (incluye ventas a P.Reg y P.Libre) no incluye compras	10.777.194,98
25	Subestaciones distribución aéreas (incluye ventas a P.Reg y P.Libre)	3.304.107,34
26	Subestaciones distribución subterráneas (incluye ventas a P.Reg y P.Libre)	2.953.126,82
27	Otras subestaciones distribución (incluye ventas a P.Reg y P.Libre)	147.815,58
31	Atención clientes AT por servicios incluidos Artículo 116° D.F.L. N° 1/82 M. de M.	347.293,04
32	Atención clientes BT por servicios incluidos Artículo 116° D.F.L. N° 1/82 M. de M.	7.664.648,79
33	Atención clientes por peajes en distribución	0,00
34	Atención clientes por otros servicios incluidos Artículo 116° D.F.L. N° 1/82 M. de M.	0,00
41	Ejecución y retiro de empalmes	0,00
42	Reposición de fusible de empalmes	0,00
51	Desconexión y reconexión de servicios	0,00
61	Arriendo equipos de medida AT	0,00
62	Colocación y retiro de equipos de medida AT	0,00
63	Conservación de equipos de medida AT	0,00
64	Arriendo equipos de medida BT	0,00
65	Colocación y retiro de equipos de medida BT	0,00
66	Conservación de equipos de medida BT	0,00
71 GC	Gestión Comercial de la compra de E&P valorizada al ingreso de distribución	71.008,78
Total Empresa		55.737.539,77

Cuadro 9.16
Costos de Operación, Mantenimiento y Clientes
Asignado a Actividades SEC

Actividades SEC	COyM(M\$)				Clientes (M\$)			
	R.P.P.	S.C.T.	Materiales y Equipos	Otros COyM	R.P.P.	S.C.T.	Materiales y Equipos	Otros C. Asoc. A Cltes
11	1.924.807,35	4.892.100,87	547.441,00	963.241,90	0,00	0,00	0,00	0,00
12	2.475.586,23	3.879.825,02	126.431,00	1.494.047,92	0,00	0,00	0,00	0,00
21	2.135.206,33	10.796.007,76	365.101,00	872.548,06	0,00	0,00	0,00	0,00
22	3.181.533,02	6.098.362,19	122.834,00	1.374.465,77	0,00	0,00	0,00	0,00
25	1.253.517,49	1.618.245,54	44.250,00	388.094,31	0,00	0,00	0,00	0,00
26	902.327,90	1.519.593,44	122.834,00	408.371,48	0,00	0,00	0,00	0,00
27	46.490,06	78.775,69	0,00	22.549,82	0,00	0,00	0,00	0,00
31	0,00	0,00	0,00	0,00	338.445,52	8.847,52	0,00	0,00
32	0,00	0,00	0,00	0,00	5.270.047,88	2.394.600,91	0,00	0,00
33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34								
41								
42								
51								
61								
62								
63								
64								
65								
66								
71 GC	71.008,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	11.990.477,16	28.882.910,51	1.328.891,00	5.523.319,26	5.608.493,40	2.403.448,43	0,00	0,00

Información Complementaria

Con relación a obtener por separado los VAD aéreos y subterráneos, se debe hacer presente que la empresa de referencia del área típica N° 1 posee instalaciones aéreas y subterráneas, tanto en alta como en baja tensión, que no conforman zonas o áreas que estén delimitadas de suerte que permitan aislar las demandas asociadas a cada tecnología de redes.

Coexisten en la práctica todo tipo de combinaciones, entre las cuales puede mencionarse la existencia de alimentadores mixtos, esto es, una parte subterránea y otra parte aérea, con clientes conectados en ambas partes. Asimismo, las posibilidades que pueden darse en la combinación de redes de alta y baja para llegar a abastecer a un cliente BT son también diversas, distinguiéndose al menos las básicas, estos es, redes AT aéreas y BT aéreas; AT aéreas y BT subterráneas; AT subterráneas y BT aéreas; AT subterráneas y BT subterráneas. Todo ello sin contar que adicionalmente, a las combinaciones anteriores, puede adicionarse la existencia de transformadores de distribución que pueden ser de tipo aéreo o subterráneo, pasando por un tipo intermedio que es el transformador de superficie.

La empresa modelo, construida a partir de criterios de eficiencia y de calidad, recoge también estas características, configurándose estas combinaciones, de modo que no se dispone de una separación expresa y clara de la demanda que sirve cada tecnología.

Para llegar a valores como los que se solicitan, se requiere de una separación de las demandas abastecidas, lo que necesariamente se debe realizar a través de supuestos que medianamente permitan separar las demandas que en la práctica no son separables, ya que como se señaló, las redes comparten diversas tecnologías y clientes.

Estimación de la demanda

La demanda aérea y subterránea, tanto en baja como en alta tensión, se obtuvo a partir de las energías vendidas en las tarifas aéreas y subterráneas existentes.

En el cuadro siguiente se muestra dicho desglose. Sobre la base de las participaciones en el segmento AT y BT, se han asignado las potencias a la hora de la máxima de distribución.

Cuadro 9.17
Desglose de Energía según Tarifa Aérea o Subterránea

Categoría	Energía	Participación	MW
AT A	3.372.150.826	89,17%	543,74
AT S	409.442.712	10,83%	66,02
Total AT	3.781.593.538	100,00%	
BT AA	3.584.672.237	74,91%	706,8
BT AS	37.770.098	0,79%	7,45
BT SA	303.491.231	6,34%	59,84
BT SS	859.077.477	17,95%	169,39
Total BT	4.785.011.043	100,00%	

Sobre la base de esta estimación de demandas, se puede establecer un proxy de potencias retiradas según el nivel de tensión y tecnología de red.

Las demandas a considerar según cada caso, se forman según se muestra a continuación (en MW)

AT aérea: $543,74 * (1 - \text{inc}) + \text{PMPBT} * (706,8 + 7,45)$
 AT subterránea: $66,02 * (1 - \text{inc}) + \text{PMPBT} * (59,84 + 169,39)$
 BT aérea: $(706,8 + 59,84) * (1 - \text{inc})$
 BT subterránea: $(7,45 + 169,3) * (1 - \text{inc})$

Donde PMPBT es el factor de expansión de las pérdidas de potencia en baja tensión a la hora de la máxima demanda en distribución e inc corresponde al porcentaje de incobrables (0.216%).

En resumen, las demandas a considerar se incluyen en la siguiente tabla:

Cuadro 9.18
Estimación de demandas Aéreas y Subterráneas
(MW)

Tipo de Red	AT	BT
Aéreo	1.298	765
Subterráneo	308	176

Costos

En los cuadros siguientes se muestran los VNR, COyM y AVNR + COyM correspondientes.

Cuadro 9.19
VNR En millones de \$

Tipo de Red	AT	BT
Aéreo	47.172	100.082
Subterráneo	70.503	140.650

Cuadro 9.20
Costos de Operación y Mantenimiento (COyM)
En millones de \$

Tipo de Red	AT	BT
Aéreo	14.084	27.133
Subterráneo	2.251	4.258

Cuadro 9.21
Anualidad del VNR + COyM
En Millones de \$

Tipo de Red	AT	BT
Aéreo	19.088	37.749
Subterráneo	9.730	19.178

Finalmente, de la división entre los costos y las respectivas potencias, surge una señal de VAD aéreos y subterráneos, según se muestra en el siguiente cuadro

Cuadro 9.22
Valores agregados de distribución (\$/kW/mes)

Tipo de Red	AT	BT
Aéreo	1.225,08	4.112,20
Subterráneo	2.628,77	9.057,31

Así, se desprende que el VAD subterráneo es entre 2 y 2,2 veces su respectiva contraparte aérea.

9.5 Consideraciones Respecto al Punto 8 de las Bases

Las bases del estudio de VAD 2004 indican que en caso de existir costos o inversiones compartidos para la provisión del servicio de distribución y de los servicios asociados al suministro de distribución sujetos a fijación de tarifas, el cálculo del valor agregado de distribución deberá incluir sólo la proporción

que se estima necesaria para la provisión del servicio de distribución. La metodología para estos efectos deberá ser expresamente detallada y fundamentada por el Consultor.

La metodología formulada por el Consultor, en el diseño de la empresa modelo, fue la de considerar el diseñar tal empresa de modo que sólo prestara el servicio de distribución eléctrica (energía y potencia), en el período comprendido entre el 1° de enero de 2003 y el 31 de diciembre de 2003, en un contexto de eficiencia, satisfacción óptima de la demanda y con la calidad de servicio que establece la normativa vigente.

La empresa modelo se diseña considerando la demanda del año base, pero con holguras eficientes en un horizonte de estudio de 15 años. Las holguras mencionadas se justifican sólo por indivisibilidades técnicas o economías provenientes del hecho que inversiones mayores en el año base minimicen los costos, considerando el horizonte de estudio. No se definen ni consideran holguras explícitas para la provisión de otros servicios asociados al suministro eléctrico de distribución. En particular, no se incluye en la empresa modelo postes adicionales de apoyo a comunicaciones, que existen en la empresa real.

10. INDEXACIÓN DE VALORES AGREGADOS

Según lo dispuesto en el punto 7.2 de las bases, se han separado los costos de las componentes de los valores agregados de acuerdo con su relación a diferentes índices de variación de precios de mercado.

Para ello se consideró la siguiente partida de costos generales y su índice asociado:

Cuadro 10.1
Asignación de Índices de Mercado

VNR	Indice
Terrenos	IPC
Edificios (2)	IPC
Vehículos	US\$A
Equipos de laboratorio	US\$A
Equipos de Computadores	US\$A
Equipos de Maestranza y Bodega	US\$A
Equipos de Comunicaciones	US\$A
Equipos de Oficina	IPC
Otros Beneficios Muebles e Inmuebles	US\$A
Km Red	Precio Cu
Postes	IPM
Estructuras	IPM
Equipos eléctricos	IPM
Toma Tierra	IPM
Otros	IPM
Cámaras	IPM
Canalización	IPM
Transformadores	IPM
Bóvedas	IPM
Obras Civiles	IPM
Casetas Obras Civiles	IPM

Costos de Explotación	Indice
Remuneraciones	ICMO
Otros	IPM

En donde,

ICMO : Índice de Costo de la Mano de Obra
IPM : Índice de Precios al por Mayor

IPCu : Índice del Precio del Cobre
 US\$A : Índice Dólar Ajustado $US\$A = US\$x(1 + \text{tasa arancelaria})$
 IPC : Índice de Precios al Consumidor

El resultado de dicha indexación se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 10.2
Composición de las Componentes de Valor Agregado para Indexación

Valor Agregado	ICMO	IPM	IPCu	US\$A	IPC
VADAT	0,367	0,503	0,116	0,002	0,012
VADBT	0,380	0,520	0,085	0,003	0,012
CFE	0,701	0,299			
CFD	0,663	0,337			
CFH	0,663	0,337			



SYSTEP Ingeniería y Diseños



INECON, Ingenieros y Economistas Consultores S.A.