



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO
PARA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

DIEGO ANDRÉS MADARIAGA SEGOVIA

**PROFESOR GUÍA:
EDGARDO SANTIBÁÑEZ VIANI**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
ALBERTO CABEZAS BULLEMORE
DANIEL VARELA LÓPEZ**

**SANTIAGO DE CHILE
2013**

RESUMEN DE LA MEMORIA
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL
POR: DIEGO MADARIAGA SEGOVIA
FECHA: 09/10/2013
PROF. GUÍA: SR. EDGARDO SANTIBÁÑEZ

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO PARA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES

El cuidado del medio ambiente y la sustentabilidad son temas que cobran cada vez más importancia en el mundo, en gran parte por la difusión de conceptos como el cambio climático. Para las empresas, esto significa una oportunidad para destacarse como sustentables, accediendo más fácilmente a ciertos mercados y captando nuevos clientes e inversionistas.

En ese camino se encuentra VTR Globalcom S.A, cuya Estrategia de Sustentabilidad está claramente definida desde el año 2008 e incluye el foco de “Ecoeficiencia Energética”. Hoy en día, no existen indicadores para gestionar este ámbito, lo que se traduce en un inexistente control del consumo energético, poco conocimiento sobre dónde enfocar los esfuerzos y una nula medición del impacto real de los proyectos ya realizados en esta materia. Mejorar esto, beneficiará a la planificación de nuevos proyectos y potenciará la comunicación de su Responsabilidad Social Empresarial hacia los distintos grupos de interés.

El proyecto presentado es el diseño de Indicadores de Desempeño Energético y su respectiva implementación. Para realizarlo, se utiliza una metodología propuesta por la AChEE, basada en el estándar ISO 50.001, y la metodología aplicada en el curso Diseño de Sistemas de Información Administrativos. Esta incluye: una revisión de experiencias internacionales, en cuanto a indicadores y proyectos; una revisión energética de la operación de la empresa; una propuesta de planificación energética; un diseño de proceso de gestión y la implementación de un prototipo informático de apoyo.

Dentro de los resultados obtenidos se tiene que el consumo energético anual, controlado por VTR, asciende a MM\$6.125, equivalentes a 305 millones de megajoules. De estos, un 79% está concentrado en el consumo de energía eléctrica de la Red de transmisión y los Sitios Técnicos. Sobre estas actividades se diseñan los indicadores, entre los que destacan: el *Power Usage Effectiveness*, kWh/Servicios Activos Mensual, MB Transmitidos/kWh Anual y kWh/\$MM EBITDA Anual. Para cada uno se calcula su línea base y se proponen metas para el año 2013.

En general, se muestra que la eficiencia ha ido mejorando con el tiempo gracias a los proyectos realizados en años anteriores, aunque existen oportunidades de mejora. Se identifican los Sitios Técnicos con mayores ineficiencias, correspondientes a Macul, Iquique y Curicó, donde se recomienda evaluar la instalación de *Free Cooling*, entre otras iniciativas. En el caso de la Red de transmisión, se propone mejorar la eficiencia en las localidades de Puerto Varas, Osorno y El Bosque, entre otras.

El prototipo implementado incluye la participación de los departamentos de mantención de la empresa, además de personal de RSE. Se construye mediante el uso de Microsoft Excel y su herramienta PowerPivot, la que permite generar fácilmente diversos reportes de eficiencia energética, además de apoyar la administración de los Indicadores de Desempeño Energético.

*Dedicado a mis padres Pablo y Marcela
Y a mis abuelos Héctor y Marcia*

Agradecimientos

Quisiera agradecer a mis padres, Pablo y Marcela por todo el apoyo brindado a lo largo de este proceso de titulación y durante toda la carrera. También a mis abuelos Héctor y Marcia, a mi hermana Paula y a mi polola Jeshu, gracias por toda la compañía, el cariño y el ánimo brindado.

A mis profesores guía y co-guía, Edgardo Santibáñez y Alberto Cabezas, gracias por todos los comentarios realizados durante el trabajo y las correcciones recibidas tanto en clases como fuera de ellas. Gracias al profesor Sebastián Ríos por los consejos sobre los alcances del tema de memoria y al profesor integrante Daniel Varela, por las acotaciones finales sobre el mismo.

Finalmente, muchas gracias a toda la gente en VTR que me dio la oportunidad de realizar este trabajo. A Raúl Troncoso, Juan Carlos Aliaga y Víctor Farías por haberme ofrecido el tema de memoria y haberme ayudado a aclarar mis dudas y reunir información. A Víctor Álvarez, Daniel Meneses, Marcelo Vega, Freddy Villarroel y Fernando Urzúa, también por haberme ayudado a recopilar la información necesaria y a entender la operación de la empresa. Gracias a todos por su tiempo y la buena acogida con la que me ayudaron en todo lo que necesité.

Tabla de contenido

1	Introducción	1
1.1	Descripción del proyecto y justificación.....	2
1.2	Objetivos.....	3
1.2.1	Objetivo general	3
1.2.2	Objetivos específicos.....	3
1.3	Resultados esperados	3
1.4	Alcances.....	4
1.4.1	Límites operacionales	4
2	Marco conceptual	6
2.1	Enfoques para el desarrollo de indicadores ambientales	6
2.2	Ecoeficiencia y sus indicadores	7
2.2.1	Definición de ecoeficiencia	7
2.2.2	Indicadores de ecoeficiencia.....	7
2.3	Sistemas de administración.....	8
2.3.1	Sistema de información	8
2.3.2	Sistema de información administrativo.....	8
2.3.3	Sistema de procesamiento de datos	9
2.4	Business Intelligence	9
2.4.1	Estructura de las herramientas Business Intelligence.....	9
3	Metodología	10
4	Descripción de la empresa.....	13
4.1	Grupos de interés de la empresa	13
5	Revisión de experiencias internacionales.....	15
5.1	Indicadores de Desempeño Energético utilizados en la industria de telecomunicaciones y TIC 15	
5.1.1	Indicadores de Desempeño Energético propuestos por organizaciones globales....	15
5.1.2	Indicadores de Desempeño Energético propuestos por organizaciones de la industria de telecomunicaciones y TIC	16
5.1.3	Indicadores de Desempeño Energético utilizados en empresas de telecomunicaciones.....	16
5.2	Proyectos de eficiencia energética realizados en la industria de telecomunicaciones....	19
5.2.1	Free Cooling	20
6	Situación actual de la empresa	22
6.1	Levantamiento del proceso a estudiar.....	22
6.2	Indicadores de Desempeño Energéticos utilizados en la empresa.....	25

6.3	Proyectos de eficiencia energética realizados en la empresa.....	26
6.4	Responsables de eficiencia energética en la empresa	27
6.5	Requisitos legales y voluntarios	27
6.5.1	Requisitos legales	27
6.5.2	Requisitos voluntarios	28
6.6	Definición de necesidades de la empresa	29
7	Revisión energética	30
7.1	Identificación de fuentes de energía en la empresa	30
7.2	Identificación de usos significativos de energía en la empresa	31
7.3	Análisis de la evolución del consumo energético de la empresa.....	32
7.3.1	Energía eléctrica	33
7.3.2	Energía fósil (Combustible).....	36
8	Diseño de Indicadores de Desempeño Energético	38
8.1	Primer listado de potenciales indicadores.....	38
8.2	Diseño de Indicadores de Desempeño Energético.....	40
9	Planificación energética	43
9.1	Establecimiento de línea base energética.....	43
9.2	Objetivos y metas energéticas propuestas	44
9.3	Iniciativas propuestas.....	45
9.3.1	Sitios técnicos	45
9.3.2	Red de transmisión	47
10	Diseño de proceso de gestión	49
10.1	Fuentes de información en la empresa	49
10.1.1	Descripción del Datawarehouse	51
10.2	Modelamiento del proceso de gestión.....	54
11	Diseño de prototipo	56
11.1	Análisis de requerimientos	56
11.1.1	Requerimientos funcionales	56
11.1.2	Requerimientos no funcionales	57
11.2	Diseño de la arquitectura.....	58
11.3	Módulos.....	58
11.4	Especificaciones de software y hardware.....	59
11.5	Diseño de la base de datos.....	60
11.6	Diseño de la interfaz.....	61
12	Implementación del prototipo	65
12.1	Ingreso de datos.....	65

12.2	Reportes.....	67
12.3	Cuadro de Mando e Iniciativas.....	68
13	Pruebas	69
13.1	Problemas y correcciones.....	69
13.2	Opiniones de los usuarios.....	69
14	Resultados	70
14.1	Verificación de ahorros de proyectos ya realizados.....	70
14.1.1	Renovación de sistema de climatización en Sitio Técnico de Viña del Mar.....	70
14.1.2	Renovación de sistema de climatización en Sitio Técnico de Independencia.....	71
14.1.3	Instalación de paneles solares en Sitio Técnico de Constitución	72
14.1.4	Iniciativas en Red de Transmisión.....	72
14.2	Comparación con empresas de telecomunicaciones en Chile	72
15	Conclusiones	75
15.1	Conclusiones generales	75
15.2	Trabajo a futuro.....	77
15.3	Brechas con ISO 50.001	78
16	Glosario	80
17	Bibliografía.....	81
18	Anexos.....	83
	Anexo A: Estrategia de Sustentabilidad de VTR	83
	Anexo B: Tipos de fuentes de estadísticas ambientales	85
	Anexo C: Criterios de elegibilidad de los indicadores	87
	Anexo D: Organigrama con Responsables en Proyectos de Eficiencia Energética	88
	Anexo E: Evolución de Promedio Mensual de RGUs, por Empresa de Telecomunicaciones en Chile (2009-2010)	90
	Anexo F: Evolución Anual de Ingresos y EBITDA por Empresa de Telecomunicaciones en Chile (2009-2012)	91
	Anexo G: Evolución Anual de Consumos Eléctricos por Empresa de Telecomunicaciones en Chile (2009-2012)	92
	Anexo H: Evolución Anual de Consumo de Diésel por Empresa de Telecomunicaciones en Chile (2009-2012)	93
	Anexo I: Indicadores de Energía Propuestos por Organizaciones Globales	94
	Anexo J: Indicadores de Energía Propuestos por Organizaciones de la industria de Telecomunicaciones y TIC.....	96

Índice de tablas

Tabla 1: Comparación entre tipos de enfoque para el diseño de indicadores	6
Tabla 2: Indicadores de Desempeño Energético y Cambio Climático en empresas de telecomunicaciones europeas	17
Tabla 3: Indicadores de eficiencia energética en empresas de telecomunicaciones europeas	18
Tabla 4: Proyectos de eficiencia energética realizados en empresas de telecomunicaciones europeas	19
Tabla 5: Hubs y localidades correspondientes Zona Norte	24
Tabla 6: Hubs y localidades correspondientes Zona Centro	24
Tabla 7: Hubs y localidades correspondientes Zona Sur.....	25
Tabla 8: Hubs y localidades correspondientes Zona Metropolitana.....	25
Tabla 9: Proyectos en eficiencia energética realizados por VTR.....	26
Tabla 10: Responsables de eficiencia energética en la empresa	27
Tabla 11: Cumplimiento de indicadores GRI por parte de la empresa	28
Tabla 12: Estimación de los consumos energéticos controlados por VTR y grupos de interés (2012)	30
Tabla 13: Cuadro resumen de usos de cada fuente de energía por tipo de sitio o actividad	31
Tabla 14: Consumo Eléctrico Mensual por Zona a Diciembre 2012	34
Tabla 15: Consumo Eléctrico Mensual por Tipo de Sitio a Diciembre 2012.....	36
Tabla 16: Listado inicial de potenciales indicadores.....	38
Tabla 17: Línea base energética para IDEs	43
Tabla 18: Metas energéticas propuestas para el año 2013.....	44
Tabla 19: Comparación Ahorros Energéticos Estimados <i>ex-ante</i> y <i>ex-post</i>	70
Tabla 20: Brechas con ISO 50.001	79
Tabla 21: Ventajas y desventajas de cada tipo de fuente de datos	85
Tabla 22: Evolución de Promedio Mensual de RGUs por Empresa de Telecomunicaciones en Chile (2009-2012)	90
Tabla 23: Evolución Anual de Ingresos y EBITDA por Empresa de Telecomunicaciones en Chile (2009-2012)	91
Tabla 24: Evolución Anual de Consumos Eléctricos por Empresa de Telecomunicaciones en Chile (2009-2012)	92
Tabla 25: Evolución Anual Consumo de Diésel por Empresa de Telecomunicaciones en Chile (2009-2012)	93

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Gráfico Participación de Emisiones de Toneladas de Carbono Equivalente Anual por Actividad (2009)	1
Ilustración 2: Cuidado del Medio Ambiente dentro de la Estrategia de Sustentabilidad de VTR ..	2
Ilustración 3: Partes de un Sistema de Información	8
Ilustración 4: Arquitectura de una aplicación Business Intelligence.....	9
Ilustración 5: Proceso de entrega de servicios de Televisión, Telefonía Fija e Internet de VTR..	23
Ilustración 6: Gráfico Participación de consumo energético anual por actividad	31
Ilustración 7: Gráfico Participación de costo energético anual por actividad	32
Ilustración 8: Gráfico Evolución Mensual Consumo Eléctrico Total Nacional VTR (2010-2012)	33
Ilustración 9: Gráfico Evolución Mensual Consumo Eléctrico por Zona (2010-2012)	34
Ilustración 10: Gráfico Participación Consumo Eléctrico Mensual por Zona a Diciembre 2012 .	34
Ilustración 11: Gráfico Evolución Mensual Consumo Eléctrico Por Tipo de Sitio (2010-2012) .	35
Ilustración 12: Gráfico Participación Consumo Eléctrico Mensual por Tipo de Sitio a Diciembre 2012	35
Ilustración 13: Gráfico Evolución Mensual Consumo Combustible Flota Vehicular Interna Total Nacional VTR (2010-2012).....	37
Ilustración 14: Gráfico Evolución Mensual Total Nacional MB Transmitidos/kWh (2010-2012).....	38
Ilustración 15: Gráfico Evolución Mensual kWh/trabajador Total Nacional (2010-2012).....	39
Ilustración 16: Gráfico Evolución Consumo Eléctrico Promedio por cada Cuadrante Total Nacional (2005-2012).....	39
Ilustración 17: Gráfico Evolución Mensual kWh/Sitio Móvil Total Nacional (2010-2012)	40
Ilustración 18: Consumo Eléctrico Mensual v/s Servicios Activos por Sitio Técnico (Dic 2012)	41
Ilustración 19: Consumo Eléctrico Mensual Red v/s Servicios Activos por Localidad (Dic 2012)	41
Ilustración 20: Gráfico comparativo PUE por Sitio Técnico (Mayo 2013)	46
Ilustración 21: Gráfico comparativo Consumo Eléctrico Mensual/Servicios Activos por Sitio Técnico (Dic 2012).....	47
Ilustración 22: Gráfico comparativo consumo eléctrico mensual red de transmisión/servicios activos por localidad (Dic 2012)	48
Ilustración 23: <i>Screenshot</i> Planilla Excel Consumo Potencias Sitios Técnicos	50
Ilustración 24: <i>Screenshot</i> Planilla Excel Consumo Fuentes de Poder	50
Ilustración 25: <i>Screenshot</i> Planilla Excel megabytes transmitidos mensualmente	51
Ilustración 26: Arquitectura del <i>Datawarehouse</i>	52
Ilustración 27: Modelamiento proceso de gestión	54
Ilustración 28: Diagrama de Casos de Uso.....	57

Ilustración 29: Esquema de módulos del prototipo	58
Ilustración 30: Diseño de la base de datos.....	60
Ilustración 31: Diseño de interfaz de reportes - Consumo Eléctrico por Sitio Técnico	61
Ilustración 32: Diseño de interfaz de reportes - PUE por Sitio Técnico	62
Ilustración 33: Diseño de interfaz de reportes - Evolución Consumo Eléctrico Mensual.....	62
Ilustración 34: Diseño de interfaz de reportes - Evolución PUE Mensual.....	63
Ilustración 35: Diseño de interfaz de reportes - Consumo Eléctrico de Red de Transmisión por Localidad	63
Ilustración 36: Diseño de interfaz de Tablero de Comando	64
Ilustración 37: Diseño de interfaz de Cuadro de Iniciativas.....	64
Ilustración 38: <i>Screenshot</i> Archivo Principal y Planillas de datos.....	65
Ilustración 39: <i>Screenshot</i> Pantalla de PowerPivot para Carga de Mediciones de Sitios Técnicos	66
Ilustración 40: <i>Screenshot</i> Pantalla de PowerPivot para Carga de Mediciones de Red de Transmisión	66
Ilustración 41: <i>Screenshot</i> Lista de campos de PowerPivot.....	67
Ilustración 42: <i>Screenshot</i> Implementación Cuadro de Mando en Excel.....	68
Ilustración 43: <i>Screenshot</i> Implementación Cuadro de Iniciativas en Excel	68
Ilustración 44: Gráfico Evolución Mensual PUE Sitio Técnico Viña del Mar (2008-2013)	70
Ilustración 45: Gráfico Evolución Consumo Eléctrico Mensual/Servicios Activos Sitio Técnico Viña del Mar (2011-2013).....	71
Ilustración 46: Gráfico Evolución Mensual PUE Sitio Técnico Independencia (2008-2013)	71
Ilustración 47: Gráfico Evolución Mensual PUE Sitio Técnico Constitución (2012-2013)	72
Ilustración 48: Gráfico Comparativo Consumo Eléctrico Anual por cada Millón de Pesos de Ingresos: Telcos en Chile (2009-2012)	73
Ilustración 49: Gráfico Comparativo Consumo Eléctrico Anual por cada Millón de Pesos de EBITDA: Telcos en Chile (2009-2012)	74
Ilustración 50: Organigrama Vicepresidencias Responsables de Proyectos de Eficiencia Energética (2012)	88
Ilustración 51: Organigrama Gerencias y Subgerencias de la VP Tecnología y Operaciones Responsables de Proyectos de Eficiencia Energética (2012)	88
Ilustración 52: Organigrama Gerencia y Subgerencia de la VP Finanzas Responsable de Proyectos de Eficiencia Energética (2012).....	89
Ilustración 53: Organigrama Gerencias y Subgerencias de la VP Comercial y Clientes Responsables de Proyectos de Eficiencia Energética (2012)	89

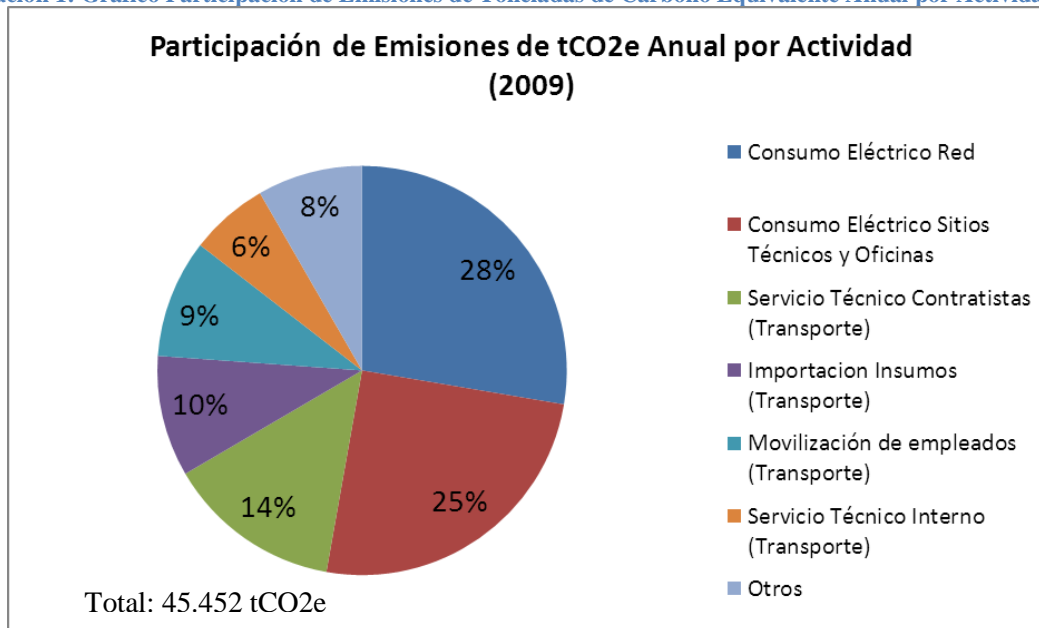
1 INTRODUCCIÓN

El cuidado del medio ambiente y la sustentabilidad son temas que cobran cada vez más importancia en el mundo, en gran parte por la difusión de conceptos como el cambio climático¹. Para las empresas, esto significa una oportunidad para destacarse en el cuidado del medio ambiente, accediendo más fácilmente a ciertos mercados y captando nuevos clientes e inversionistas. [1]

En ese camino está la empresa de telecomunicaciones VTR Globalcom S.A (en adelante VTR), que quiere beneficiar el desarrollo de su negocio a largo plazo a través de la incorporación de tecnologías más eficientes, que permitan a la compañía un mejor aprovechamiento de sus recursos y el aseguramiento de su operación en el largo plazo. Además tiene el interés de construir un activo ambiental que le permita diferenciarse y fortalecer aún más su vínculo con las generaciones más jóvenes y ser el orgullo de sus colaboradores, cada día más sensibles al tema ambiental. [2]

El año 2009, VTR calculó su Huella de Carbono, donde estimó que un 53% de los Gases de Efecto Invernadero² que emite a la atmosfera son por consumo de energía eléctrica. [3] Estos se miden en Toneladas de Carbono Equivalente (tCO_2e):

Ilustración 1: Gráfico Participación de Emisiones de Toneladas de Carbono Equivalente Anual por Actividad (2009)



Fuente: Evaluación Huella de Carbono VTR 2009

A partir de esto es que, dentro del marco de cuidado del medio ambiente, la eficiencia energética, el ahorro energético y la correcta gestión de su consumo de energía son temas de relevancia para la empresa.

¹ “Toda aquella modificación del clima atribuida directa o indirectamente a la actividad humana...”, ONU, 1988.

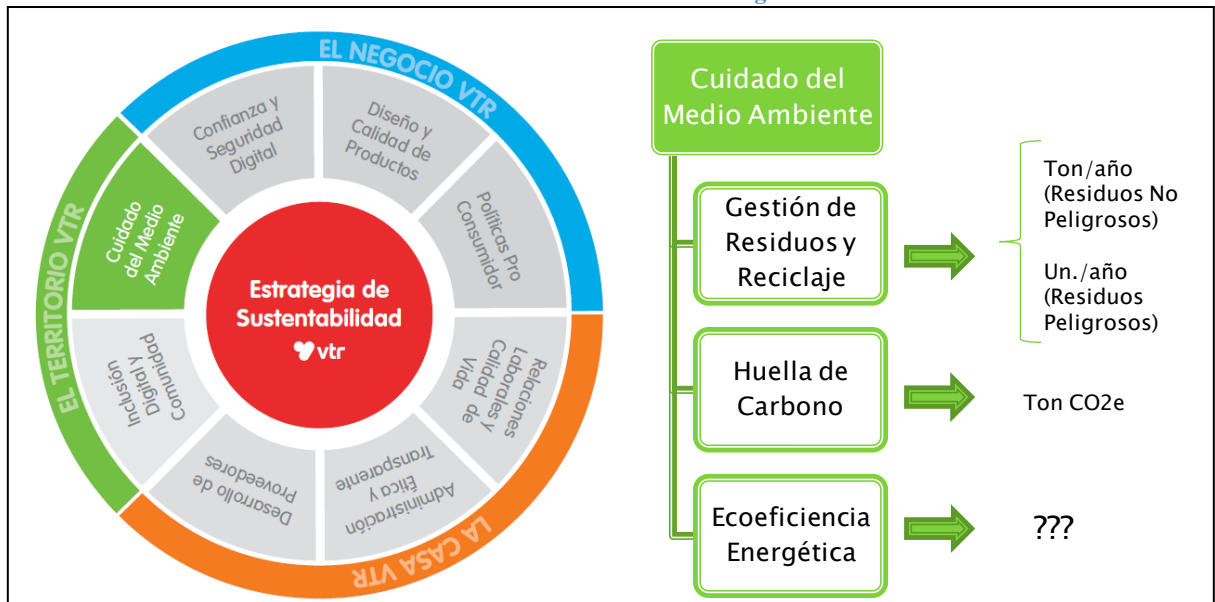
² Son aquellos gases cuya presencia en la atmósfera contribuyen al efecto invernadero y cambio climático. Se incluyen: Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido Nitroso (N_2O), Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de Azufre (SF_6).

1.1 Descripción del proyecto y justificación

Dentro de la Estrategia de Sustentabilidad de VTR³, definida en el año 2008, se considera como uno de los temas relevantes el “Cuidado del medio ambiente”. Este incluye 3 grandes focos:

1. Gestión de Residuos y Reciclaje: se gestiona el almacenamiento, transporte y disposición final, mediante empresas especializadas, de residuos catalogados como peligrosos y no peligrosos. Indicadores: “Unidades de Baterías dadas de baja” y “Toneladas de Residuos No Peligrosos Reciclados”.
2. Huella de Carbono: existe un compromiso con la reducción de Gases de Efecto Invernadero y con la lucha contra el calentamiento global, realizándose mediciones de su Huella de Carbono y acciones para reducirla. Indicador: “Toneladas de Carbono Equivalente emitidas”.
3. Ecoeficiencia Energética: se realizan proyectos para fomentar el ahorro de energía eléctrica, como instalaciones de sistemas de climatización más eficientes, reducción de potencias solicitadas en empalmes y uso de energías renovables no convencionales. Indicadores: No han sido definidos.

Ilustración 2: Cuidado del Medio Ambiente dentro de la Estrategia de Sustentabilidad de VTR



Fuente: Reporte de Sustentabilidad VTR 2008

Los dos primeros focos cuentan con indicadores claramente definidos, sin embargo, la Ecoeficiencia Energética no los tiene, lo que influye en que este sea uno de los focos menos gestionados. Esta falta de indicadores se traduce en un inexistente control del consumo energético, poco conocimiento sobre dónde enfocar los esfuerzos y una nula medición del impacto real de los proyectos ya realizados en esta materia. Mejorar esto, beneficiará a la

³ Mayor información en el Anexo A: Estrategia de Sustentabilidad de VTR.

planificación de nuevos proyectos y potenciará la comunicación de su Responsabilidad Social Empresarial (RSE) hacia los distintos grupos de interés.

El proyecto presentado es el diseño e implementación de Indicadores de Desempeño Energético, los que apoyarán la gestión de este foco tan importante para la empresa en cuanto al cuidado del medio ambiente.

Es parte de una petición de la Subgerencia de Responsabilidad Social Empresarial, dependiente de la Vicepresidencia de Asuntos Públicos y RSE, lo que asegura el acceso a gran parte de los datos requeridos durante el desarrollo del proyecto.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Diseñar e implementar Indicadores de Desempeño Energético para VTR Globalcom S.A., con el fin de: mantener un control sobre la energía consumida por la empresa, enfocar de mejor manera los esfuerzos en eficiencia energética y medir el impacto real de los proyectos realizados en esta materia. Todo esto enmarcado en potenciar la comunicación de su Responsabilidad Social Empresarial.

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar una revisión de la literatura sobre experiencias internacionales en cuánto a uso de Indicadores de Desempeño Energético y proyectos de eficiencia energética en la industria de las telecomunicaciones.
- Recopilar datos sobre consumos energéticos a nivel nacional de la empresa, para luego analizar su evolución histórica y estado actual, diferenciando por zonas y actividades.
- Diseñar Indicadores de Desempeño Energético, que permitan mantener un control sobre el consumo energético de la empresa y conocer su evolución en el tiempo, además de ayudar en la toma de decisiones. Estos deben estar enmarcados en un proceso de gestión de la energía.
- Realizar una comparación entre VTR y otras empresas de telecomunicaciones chilenas, en cuánto a indicadores diseñados. Verificar también el mejoramiento de desempeño logrado por los proyectos de eficiencia energética realizados en años anteriores.
- Implementar una herramienta informática para ayudar a generar, mantener y visualizar indicadores desarrollados.

1.3 Resultados esperados

- Marco conceptual sobre indicadores ambientales y ecoeficiencia energética.

- Revisión de Indicadores de Desempeño Energético utilizados en la industria de telecomunicaciones.
- Revisión de proyectos de eficiencia energética realizados en la industria de telecomunicaciones.
- Análisis de la evolución histórica y estado actual de los consumos energéticos de la empresa, diferenciando por zonas y actividades.
- Propuesta de Indicadores de Desempeño Energético para la empresa.
- Propuesta de objetivos, metas e iniciativas energéticas.
- Comparación entre VTR y otras empresas chilenas de telecomunicaciones, en cuanto a Indicador de Desempeño Energético.
- Verificación de ahorros de proyectos de eficiencia energética ya realizados en la empresa.
- Diseño e implementación de prototipo de herramienta informática con la que se generarán, mantendrán y visualizarán los indicadores.

1.4 Alcances

El trabajo se enmarca en la Responsabilidad Social Empresarial de la empresa, sin embargo, sólo se toma en cuenta el tema ambiental, dejando de lado lo social.

Para el estudio energético se utilizan datos disponibles desde el 2010 hasta el 2012. También se usan datos de medición de Huella de Carbono realizado en el año 2009.

Como servicios entregados por VTR sólo se toman en cuenta los principales: Telefonía Fija, Telefonía Móvil, Internet y Televisión. Se dejan de lado el resto de los negocios, como son: VTR Publicidad, La Gran Guía, Bazuca.com y CNN Chile.

1.4.1 Límites operacionales

La operación de la empresa tiene consumos energéticos de diversa índole, los cuales involucran a los distintos grupos de interés de la empresa⁴. Estos se pueden agrupar en dos grandes conjuntos:

1. Consumos energéticos que están bajo el control financiero u operacional de la empresa.
2. Consumos energéticos que no están bajo el control financiero ni operacional de la organización, pero son consecuencia de las actividades o procesos que esta lleva a cabo.

⁴ Mayor información en el capítulo 4.1 Grupos de interés de la empresa.

En este trabajo se toman en consideración sólo aquellos consumos energéticos que están bajo el control financiero u operacional de la empresa, lo que incluye toda la infraestructura medular para la entrega de servicio de VTR y el soporte de este. Se dejan fuera todas las actividades que, aunque podrían representar un consumo energético importante, no caen en esta descripción. Estas son, indicando entre paréntesis el grupo de interés involucrado:

- Transporte de personal
 - Transporte nacional e internacional de personal (Colaboradores)
 - Movilización de personal desde hogares a lugar de trabajo (Colaboradores)
- Transporte operacional externo
 - Transporte de contratistas, ligado a la implementación de proyectos (Proveedores)
 - Transporte de contratistas, involucrado en instalaciones y servicio técnico a clientes (Proveedores)
- Transporte de carga
 - Importación de insumos de puerto a puerto (Proveedores)
 - Distribución de insumos desde centro de distribución a recintos (Proveedores)
 - Transporte de residuos desde recintos a centros de acopio (Proveedores)
- Transformación de materiales
 - Producción de insumos adquiridos (Proveedores)
 - Degradación de residuos (Proveedores)
- Uso de servicios de la empresa
 - Uso de equipos (Clientes)

2 MARCO CONCEPTUAL

Para el trabajo de esta memoria y el desarrollo de los indicadores, se utiliza un enfoque mixto, que incluye tanto un enfoque sistémico como un enfoque conmensuralista. Además se hace uso del concepto de ecoeficiencia, al estar presente en la estrategia de sustentabilidad de VTR. Esto se hace a un nivel empresa, aunque estas definiciones son aplicables a niveles de industria, regiones o país.

A continuación se explican los distintos enfoques existentes para la creación de indicadores ambientales:

2.1 Enfoques para el desarrollo de indicadores ambientales

Existen dos aproximaciones para el desarrollo de indicadores ambientales en general: el enfoque sistémico y el enfoque conmensuralista. [4]

1. Enfoque sistémico: consiste en elaborar un grupo de indicadores que expliquen los principales procesos involucrados, para tomar mejores decisiones y comprender las causas a los problemas ambientales.
2. Enfoque conmensuralista: consiste en juntar una serie de variables con distinta unidad de medida dentro de un solo indicador.

A continuación se presenta una tabla comparativa entre ambos enfoques:

Tabla 1: Comparación entre tipos de enfoque para el diseño de indicadores

Tipo de enfoque	Ventajas	Desventajas
1. Enfoques de sistema: 1.1. Ambientales 1.2. Desarrollo sostenible	Son más recomendados según consenso internacional y expertos. No requieren conmensurabilidad ni valoración. Reflejan diversidad de los fenómenos.	No revelan tan inmediatamente los fenómenos.
2. Enfoques conmensurables: 2.1. Monetizados 2.2. Índices 2.3. Físico-territoriales	Son potentes como síntesis de muchos aspectos ambientales.	No se puede identificar sus componentes, ya que está compuesto por muchas variables que desaparecen en el proceso de agregación.

Fuente: Guía Metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe, CEPAL, 2009.

2.2 Ecoeficiencia y sus indicadores

2.2.1 Definición de ecoeficiencia

El concepto de ecoeficiencia fue desarrollado por el CEMDS⁵ en 1992, y se refiere a contribuir al aumento de la prosperidad económica con un uso más eficiente de los recursos y menos generación de emisiones. [5]

La ecoeficiencia es obtenida por la “entrega de bienes y servicios con precios competitivos que satisfacen las necesidades humanas y traen mayor calidad de vida, con una reducción progresiva de los impactos ambientales de los bienes y servicios a través de todo el ciclo de vida para un nivel, como mínimo, acorde con la capacidad estimada que el planeta puede soportar”. En otras palabras, ecoeficiencia significa: producir más con menor o igual cantidad de recursos.

Conforme al Consejo, los siete elementos básicos en las prácticas de las compañías que operan de forma ecoeficiente son los siguientes:

- Reducción de intensidad del material utilizado en la producción de bienes y servicios.
- Reducción de intensidad de la energía utilizada en la producción de bienes y servicios. (Ecoeficiencia energética)
- Reducción en la generación y dispersión de cualquier material tóxico.
- Apoyo al reciclaje.
- Maximización del uso sostenible de los recursos naturales.
- Extensión de la durabilidad de los productos.
- Aumento del nivel de calidad de bienes y servicios.

2.2.2 Indicadores de ecoeficiencia

El objetivo de los indicadores de ecoeficiencia es mejorar el desempeño de las compañías, mediante mediciones y estimaciones que sean transparentes y verificables, de modo que sean significativas para los diferentes grupos de interés.

Los indicadores juntan las dimensiones de la economía, la entrega de servicio y la ecología para relacionar el valor de un producto o servicio a su influencia ambiental. En este sentido, la ecoeficiencia es representada por la siguiente fórmula:

$$\frac{\textit{Valor del producto o servicio}}{\textit{Influencia ambiental}}$$

La influencia ambiental se ve entonces puesta en relación con aspectos económicos como la generación del bien o servicio por la compañía y aspectos relacionados con su consumo o uso. Para el numerador de la fórmula, el valor del producto o servicio puede ser representado por:

- Cantidad de bienes o servicios producidos o entregados.
- Ventas Netas.

⁵ Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible

En el denominador de la fórmula, la influencia ambiental en la generación del producto o servicio puede corresponder a:

- Consumo de energía.
- Consumo de materiales.
- Consumo de agua.
- Emisiones de gases con efecto invernadero.
- Emisiones de sustancias que dañan la capa de ozono.

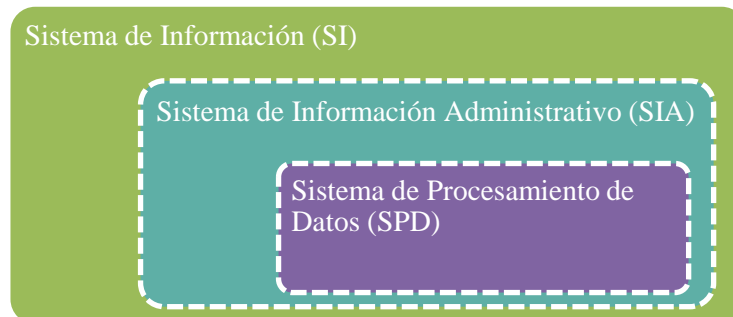
Dichos indicadores se expresan en las unidades relevantes para cada caso, en cada firma particular, aunque siempre deben estar referidos a una unidad de tiempo que dé cuenta de su mayor o menor presencia en el medio ambiente. También es posible utilizar la influencia ambiental en el numerador y la entrega de servicio en el denominador, como se estime conveniente.

Las comparaciones utilizando indicadores de ecoeficiencia, para que sean relevantes, se deben realizar entre industrias similares, entre empresas de sectores específicos o entre compañías instaladas dentro de un mismo territorio.

2.3 Sistemas de administración

Es un conjunto interrelacionado de métodos, procedimientos y decisiones mediante una organización planifica, ejecuta y controla las actividades mediante las cuales busca alcanzar sus metas y objetivos. Sus objetivos están alineados con los objetivos de la organización o empresa.

Ilustración 3: Partes de un Sistema de Información



Fuente: Apuntes curso Sistemas de Información Administrativos

2.3.1 Sistema de información

Es un sistema que maneja toda la información de apoyo al Sistema de Administración (Formal e informal, estructurada y no estructurada). Tiene como objetivo apoyar al Sistema de administración relevante.

2.3.2 Sistema de información administrativo

Es un sistema que maneja la información formal de apoyo a un Sistema de administración. Su objetivo es la identificación, manipulación (recolección, almacenamiento, actualización, recuperación) y difusión de la información relevante.

2.3.3 Sistema de procesamiento de datos

Es un sistema mecanizado que maneja parte de la información estructurada de apoyo a un Sistema de administración.

2.4 Business Intelligence

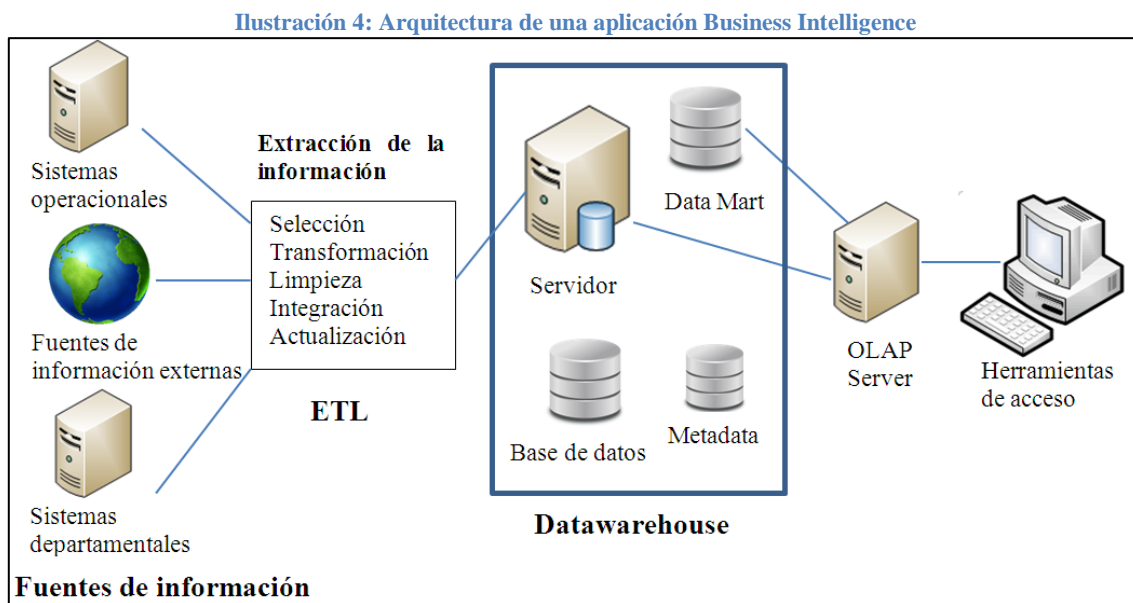
Se conoce como *Business Intelligence* (BI) al grupo de metodologías y tecnologías que permiten reunir, limpiar y transformar datos de sistemas transaccionales en información estructurada, para ocuparla directamente o para transformarla en información aún más relevante, ayudando así a la toma de decisiones sobre el negocio. [6]

Las herramientas BI tienen la capacidad de reunir y almacenar toda la información de una empresa a través de bases de datos, pudiendo así ocuparla en el momento que sea conveniente, de una manera estandarizada y ordenada. Así, se pueden descubrir tendencias, patrones de comportamiento, cambios en el mercado o en el consumo que sin el uso de estas herramientas sería muy difícil de reconocer.

Los beneficios de contar con tecnologías BI van de la mano con el desarrollo de sistemas que permitan gestionar los indicadores que la compañía defina según su planificación estratégica. Estos sistemas permiten la detección temprana de irregularidades y su posterior corrección. El poder almacenar los datos permite a la empresa poder tomar decisiones en base a su historia. [7] [8]

2.4.1 Estructura de las herramientas Business Intelligence

La arquitectura de una herramienta BI está constituida por una serie de módulos que dan forma a las diferentes aplicaciones existentes hoy en día en el mercado. Se extraen los datos, se procesan y se entregan al cliente final mediante una interfaz que permita hacer análisis adecuados.



Fuente: *Building the Datawarehouse*, W. Inmon, 2005.

3 METODOLOGÍA

Se usa una metodología alineada con la “Guía de implementación de un Sistema de Gestión de la Energía basado en la ISO 50.001” [9] [10] de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE) y la metodología aplicada en el curso Diseño de Sistemas de Información Administrativos de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile [11] [12] . Además, se agregan algunas actividades fuera de estas metodologías para cumplir con todos los objetivos específicos definidos para este trabajo.

1. Revisión de Experiencias Internacionales

Se realiza una revisión de la literatura, tanto de indicadores de desempeño energético como de proyectos de eficiencia energética realizados en la industria de telecomunicaciones. Para esto, se revisan informes realizados por organismos especializados, como la *International Telecommunication Union (ITU)* y la *European Telecommunications Network Operators (ETNO)*, además de variados Reportes de Sustentabilidad de otras empresas del rubro.

2. Formación de equipo de consulta

El equipo de consulta durante todo el proyecto se conforma con personas pertenecientes a la Subgerencia de Responsabilidad Social Empresarial (RSE), el Departamento de Soporte de Energía Eléctrica y Climatización, y el Departamento de Mantenimiento de redes; quienes manejan los conceptos y tienen acceso a toda la información que se requiera. También son los futuros usuarios del sistema.

3. Levantamiento Situación Actual de la Empresa

Se hace un levantamiento tanto de los Indicadores de Desempeño Energético utilizados actualmente en la empresa, como de los proyectos de eficiencia energética ya realizados. Para esto se tienen reuniones con el equipo de consulta, además de hacer revisiones de los reportes de sustentabilidad de VTR.

Se identifican a los departamentos responsables de la eficiencia energética en la empresa. También se revisan los requisitos legales y voluntarios aplicables en materias de energía a la empresa, de manera de asegurar su cumplimiento y que sean considerados al definir metas de reducción de consumo. [9]

Por último, en esta etapa se definen las necesidades de la empresa, que pueden priorizar objetivos de negocios, demandas de inversionistas, control de procesos, eficiencia, mejora en la toma de decisiones, índices de inversión, etc. [13]

4. Revisión Energética

Siguiendo las recomendaciones de la AChEE, se realiza un análisis del uso y consumo de energía en la empresa, dentro de los límites y alcances definidos previamente, para luego identificar las actividades donde se encuentran los usos más significativos. Esta información se encuentra disponible en los registros de mantenimiento de los distintos departamentos involucrados, además de las facturas de consumo.

En las actividades con mayores consumos se deben enfocar los esfuerzos de control y por consiguiente, los Indicadores de Desempeño Energético. Además, se realiza un análisis del consumo energético pasado y presente de estas actividades.

5. Diseño y selección de Indicadores de Desempeño Energético

Luego de revisar las experiencias internacionales en cuanto a indicadores, definir las necesidades de la empresa, identificar los usos significativos de energía y seguir las recomendaciones de la AChEE, se diseñan los Indicadores de Desempeño Energético. Se elabora un primer listado de indicadores, para luego seleccionar aquellos más relevantes y que sean factibles de implementar. Se toman en cuenta las variables que afectan el desempeño energético de la empresa.

6. Planificación Energética

Se establece la línea base energética para los indicadores diseñados anteriormente. Luego, se proponen objetivos energéticos para la empresa, además de metas en función de las líneas base calculadas y proyecciones comerciales. Las iniciativas se proponen en función de los indicadores y los proyectos de eficiencia energética realizados en experiencias internacionales.

7. Diseño de Proceso de Gestión

Se propone un proceso de gestión para los indicadores y proyectos de eficiencia energética. Para esto, se analizan las fuentes de datos disponibles para generar los IDE, se seleccionan las más adecuadas y luego se modela el proceso utilizando el estándar BPMN (*Business Process Modeling Notation*).

8. Diseño de Prototipo

Se diseña un prototipo de sistema de información para generar, mantener y visualizar los indicadores. A continuación, se siguen los pasos basados en la metodología utilizada en el curso Diseño de Sistemas de Información Administrativos:

- **Análisis de requerimientos:** Para levantar los requisitos de *software* se realizan varias reuniones con los futuros usuarios del sistema. Se utiliza el modelo FURPS (*Functionality, Usability, Reliability, Performance, Supportability*), agrupándose en requisitos funcionales y no-funcionales. Mediante lenguaje UML (*Unified Modeling Language*) se diagraman los distintos casos de uso.
- **Diseño de la arquitectura:** Se diseñan las diferentes capas que conforman el sistema, con el fin de organizar la información, tecnología y procedimientos involucrados.
- **Módulos:** Se analizan los distintos módulos que deben incluirse en el sistema para cumplir con los requerimientos.
- **Especificaciones de Software y Hardware:** Se especifica el *software* utilizado para la implementación del sistema, además del *hardware* necesario para asegurar su correcto funcionamiento.

- Diseño de la base de datos: El diseño de la base de datos tiene como finalidad dar una idea a la subgerencia de Soporte TI, para cuando a futuro el prototipo se implemente en los sistemas internos de la empresa, adaptándose al *datawarehouse* ya existente.
- Diseño de la interfaz: Se diseñan las distintas interfaces de usuario que componen el sistema.

9. Implementación del Prototipo

Se implementa el prototipo diseñado en la etapa anterior, para finalmente hacer pruebas, levantar problemas y las opiniones de los usuarios finales.

10. Resultados

Como parte de los objetivos específicos de este trabajo, se verifican los ahorros de los proyectos ya realizados en la empresa utilizando los indicadores diseñados. Además, se hace la comparación entre VTR y las otras empresas de telecomunicaciones en Chile, en cuanto a indicador de ecoeficiencia energética.

4 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

VTR Globalcom S.A. es una compañía de Telecomunicaciones, con sede en Santiago y operaciones a lo largo de Chile. Presta servicios de Internet, Televisión por pago, Telefonía Fija y Telefonía Móvil. A fines del 2011, la participación en los mercados de Televisión por pago, Internet Banda Ancha y Telefonía residencial llegaba a 44%, 38% y 19%, respectivamente. [14]

En diciembre de 2011, su dotación llegaba a las 3.564 personas. A la misma fecha, la red de la compañía contaba con 72 sucursales distribuidas en 50 ciudades entre Arica y Coyhaique, y con un *Call Center* propio.

En 2011, VTR entregó un total de 2.330.755 servicios. Esta cifra representa un aumento del 5,1% respecto de la registrada en 2010, de 2.217.586 servicios.

El 80% de la propiedad de VTR le pertenece a Liberty Global y el 20% restante, a CorpComm S.A., una empresa del grupo chileno Saieh. La compañía norteamericana LibertyGlobal es el mayor operador del mundo, fuera de Estados Unidos, de servicios de televisión, telefonía e Internet. Con sede en Denver, Colorado, posee más de 22.000 mil empleados en 13 países de Europa y América, y 19,5 millones de clientes a nivel global.

4.1 Grupos de interés de la empresa

La empresa cuenta con los siguientes grupos de interés o *stakeholders*, a los cuales les influye de distinta manera este trabajo:

- Accionistas
 - Empresas dueñas de VTR
- Proveedores
 - De insumos generales
 - De servicios a clientes
 - De tecnología
 - De servicios contratados
- Clientes
 - Clientes actuales y potenciales
 - Clientes/Segmentos emergentes
 - Padres, niños y adolescentes
 - Usuarios no regularizados
- Sociedad
 - Organizaciones sociales
 - Líderes de opinión / ONG
 - Autoridades nacionales y locales
 - Reguladores / legisladores
 - Vecinos / agrupaciones vecinales
 - Fundaciones e instituciones / medios de comunicación

- Colaboradores
 - Empleados
 - Familias de colaboradores
 - Sindicatos

Tanto a accionistas, proveedores y colaboradores, les interesa que VTR sea sustentable en el tiempo, para asegurar su operación en el largo plazo. Además les interesa que mediante iniciativas que cuiden el medio ambiente se muestre una mejor imagen de la empresa, manteniendo y capturando a nuevos clientes. Para los clientes y la sociedad, los temas medioambientales son cada vez más relevantes y a futuro podrían significar una razón más para preferir un servicio u otro. [1]

5 REVISIÓN DE EXPERIENCIAS INTERNACIONALES

5.1 Indicadores de Desempeño Energético utilizados en la industria de telecomunicaciones y TIC

Existen variados indicadores de desempeño energético, sugeridos tanto por organizaciones globales (aplicables a empresas de distintos rubros) como por organizaciones específicas de la industria de telecomunicaciones que se podrían aplicar a este trabajo. También hay aquellos diseñados e implementados por las mismas empresas. Estos se enmarcan en distintas metodologías, por lo que no sería correcto seleccionarlos desde una gran lista sin tomar en cuenta los objetivos a los que se remiten.

La finalidad de esta sección es tener en cuenta qué indicadores de desempeño energético se están utilizando en la actualidad en la industria, para tener algunas ideas sobre cuáles podrían ser útiles para el caso de VTR. A continuación se presenta un resumen de los más destacados.

5.1.1 Indicadores de Desempeño Energético propuestos por organizaciones globales⁶

Entre las organizaciones globales dedicadas a crear estándares e indicadores ambientales aplicables a distintas industrias se encuentran el *Dow Jones Sustainability Index*, los estándares ISO ambientales y el *Global Reporting Initiative*, entre otros.

En general, los indicadores que proponen tienen como objetivo reportar la cantidad de energía que usan las empresas para ser comparadas con otras, siendo esta información más relevante para los inversionistas que para la gestión del consumo de energía [13]. Sin embargo, dan una directriz de qué indicadores se podrían aplicar de igual manera.

Los indicadores aplicables al caso de VTR son:

- Cantidad de energía eléctrica consumida (kWh⁷)
- Cantidad de combustible consumido (litros⁸)
- Consumo Promedio de Flota de Vehículos (litros/número de vehículos)
- Eficiencia Promedio de Flota de Vehículos (litros/km.⁹ recorridos)
- Consumo de energía eléctrica por Servicio entregado (kWh/RGU¹⁰)
- *Power Usage Effectiveness* (PUE) (Consumo de energía total de *data center*¹¹/Consumo de energía exclusivo de equipamiento de tecnologías de la información). Permite

⁶ Mayor información en el Anexo I: Indicadores de Energía Propuestos por Organizaciones Globales.

⁷ kWh: Kilowatt-hora. Es la unidad de medida de energía comúnmente utilizada por las empresas distribuidoras de energía eléctrica para facturar lo consumido por sus clientes.

⁸ Litro es la unidad de medida de volumen comúnmente utilizada por las empresas distribuidoras de combustible para facturar lo consumido por sus clientes.

⁹ Km o kilómetro es una unidad de medida de distancia comúnmente utilizada en el mundo, además de la milla.

¹⁰ RGU: *Revenue Generating Unit*. Son los suscriptores a los distintos servicios que brinda la compañía: Telefonía Fija, Internet y Televisión. Por ejemplo, un cliente puede equivaler a dos RGU si está suscrito tanto a Telefonía como Internet.

conocer cuánta energía llega directamente a los equipo TI y cuánta se pierde en otros equipos, como los de climatización.

- Cantidad de energía consumida/Terabyte¹² transmitidos
- Porcentaje de productos que cumplen el requisito de ser eficientes

5.1.2 Indicadores de Desempeño Energético propuestos por organizaciones de la industria de telecomunicaciones y TIC¹³

Además de las organizaciones globales en materias ambientales y desarrollo de indicadores, existen organismos dedicados exclusivamente a la industria de telecomunicaciones y TIC. Estos presentan indicadores y metodologías más precisas que las globales, al conocer desde adentro la industria.

Entre las organizaciones existentes se encuentra la ETNO (*European Telecommunications Networks Operators Association*), el ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*), *The Green Grid*, la GSMA (*GSM Association*) y la ITU (*International Telecommunication Union*), entre otras [13].

Para VTR, en particular, algunos indicadores adecuados a su operación serían los siguientes:

- Consumo total anual de electricidad de la red
- Consumo de combustible diésel de flota móvil y grupos electrógenos¹⁴
- Consumo de gasolina sin plomo de flota móvil y generadores eléctricos móviles
- Consumo de energía por línea de la red de banda ancha.
- Cantidad de energía requerida para transportar 1Mbps¹⁵
- Número de suscriptores en hora de alta demanda por cantidad de energía consumida en sitio móvil.
- *Power Usage Effectiveness* (PUE) (Consumo de energía total de *data center*/Consumo de energía exclusivo de equipamiento TI) o *Data center infrastructure efficiency* (DCiE) = $1/PUE$
- Cantidad de energía consumida por unidad de ingreso de negocio móvil

5.1.3 Indicadores de Desempeño Energético utilizados en empresas de telecomunicaciones

¹¹ *Data Center* o Centro de Datos es aquella ubicación donde se alojan los sistemas computacionales, tanto de almacenamiento como de telecomunicaciones, primordiales en la entrega de servicio de las empresas.

¹² Terabyte es una unidad de almacenamiento de información, equivalente a 10^{12} bytes.

¹³ Mayor información en el Anexo J: Indicadores de Energía Propuestos por Organizaciones de la industria de Telecomunicaciones y TIC.

¹⁴ Grupo electrógeno es una máquina que mueve un generador eléctrico a través de un motor de combustión interna. Son utilizados como apoyo de emergencia cuando hay cortes en el suministro eléctrico.

¹⁵ Mbps o Megabit por segundo, es una unidad de medida de la cantidad promedio de datos que se traspasan entre equipos en una unidad de tiempo.

Las empresas de telecomunicaciones utilizan distintos indicadores de desempeño energético de acuerdo a la estrategia de negocios que tenga su organización. Las prioridades usualmente son tener beneficios económicos y ambientales, pero otras prioridades pueden estar ligadas exclusivamente a objetivos de negocios, demanda de información por parte de inversionistas o ayudar a tomar decisiones internas. [13] También dependen de las metas impuestas por los países donde operen o por las organizaciones ambientales a las que puedan pertenecer.

Se realiza una revisión de indicadores de desempeño energético utilizados en empresas de telecomunicaciones europeas, tomando en cuenta una serie de reportes de sustentabilidad de estas compañías y un reporte de la *Energy Task Force* de la ETNO¹⁶. A continuación se presenta un cuadro resumen sobre cuáles son los indicadores más utilizados [15].

Tabla 2: Indicadores de Desempeño Energético y Cambio Climático en empresas de telecomunicaciones europeas

	A1 Telekom Austria	Cable & Wireless	Deutsche Telekom	KPN	Magyar Telekom	Swisscom	TDC	Telecom Italia	Telefonica	Telekom Slovenije	Telenor	Telia Sonera	Nº de Empresas
Reducción CO2 anual (% g CO2)	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	10
Reducción Consumo Energía Eléctrica anual (% kWh)		✓			✓	✓				✓			4
Emisión de CO2 por Consumo Energía Eléctrica (g CO2/kWh)	✓	✓			✓	✓	✓	✓		✓			7
Compra Energía Renovable (% de cada tipo)	✓			✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	9
Indicadores Eficiencia Energética	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		8

Fuente: *Energy Task Force Annual Report 2010, ETNO.*

Los indicadores y metas más reportadas por las empresas son:

- Reducción CO2 anual
- Indicadores de Eficiencia Energética
- Compra de Energía Renovable

Esto va alineado a la tendencia mundial de gestión de gases de efecto invernadero emitidos por las empresas. Además se muestra n los indicadores de eficiencia energética como indicadores adecuados para medir cuánto más sustentable se está siendo sin desincentivar el crecimiento.

¹⁶ *European Telecommunications Network Operators*

Al ser el foco de eficiencia energética el más relevante para este trabajo, se presenta a continuación el detalle de los indicadores de este tipo utilizados en empresas de telecomunicaciones europeas.

Tabla 3: Indicadores de eficiencia energética en empresas de telecomunicaciones europeas

	A1 Telekom Austria	Cable & Wireless	Deutsche Telekom	KPN	Magyar Telekom	Swisscom	TDC	Telecom Italia	Telefonica	Telekom Slovenije	Telenor	Telia Sonera	Nº de empresas
Bits/kWh					✓	✓							2
Bits/kg CO2													0
Bits/Joule						✓	✓	✓					3
PUE o DCiE	✓			✓									2
kWh/US\$ Ingresos											✓		1
kWh/acceso eq.									✓				1
kWh/empleado									✓				1

Fuente: *Energy Task Force Annual Report 2010, ETNO.*

Los indicadores de eficiencia energética más utilizados son:

- Bits¹⁷/Joule¹⁸
- Bits/kWh
- PUE o DCiE¹⁹

Se aprecia una mayor inclinación por parte de las empresas por mostrar la cantidad de bits transmitidos como medida de entrega de servicio. Esta se contrasta a su vez tanto por los Joule, como por los kWh transmitidos. Se prefiere el Joule al ser una medida universal de energía donde se agrega el consumo de energía eléctrica y de combustible. (El kWh se asocia comúnmente al consumo exclusivo de energía eléctrica).

También es comúnmente utilizado en la industria el PUE o DCiE, siendo indicadores de eficiencia energética especialmente diseñados para *data center*, permitiendo conocer cuánto se consume exclusivamente en equipos computacionales, en comparación a lo consumido en climatización y otros.

¹⁷ Bit es la unidad mínima de información empleada en informática y comunicación digital.

¹⁸ Joule o Julio es la unidad del Sistema Internacional utilizada para medir energía, trabajo y calor.

¹⁹ PUE, DCiE y su definición se encuentran en los capítulos anteriores: 5.1.1 y 5.1.2

5.2 Proyectos de eficiencia energética realizados en la industria de telecomunicaciones

Diversos proyectos se han llevado a cabo en distintas empresas de telecomunicaciones para mejorar su eficiencia energética, disminuir sus consumos y reducir los gastos en energía. Estos abarcan todos los tipos de sitios: sitios técnicos, red de transmisión, sitios móviles, oficinas y sucursales²⁰.

A continuación se presentan los proyectos en eficiencia energética más importantes realizados por distintas empresas de telecomunicaciones en Europa [15], reportados por cada una de ellas a la ETNO.

Tabla 4: Proyectos de eficiencia energética realizados en empresas de telecomunicaciones europeas

	Empresa	Ahorro Anual Energía (%)	Ahorro Anual Energía (MWh)	PRI (años)	Proyecto
1	A1 Telekom Austria	-	-	-	Sistema de Gestión de la Energía
2	Belgacom	40%	-	-	<i>Free Air Cooling</i> en <i>Data Center</i>
3	Cable&Wireless	40%	8.221	2	Ventiladores más eficientes (EC Plug) en <i>Data Center</i>
4	Cyta	10%	-	1	GPS en Flota Vehicular
5	Deutsche Telekom	37%	1.539	4	Unidades de cogeneración en <i>Data Center</i> y Oficinas
6	Deutsche Telekom	67%	-	3	Sistema automático de climatización en oficinas
7	Deutsche Telekom	-	-	-	Reemplazo de baterías por celdas de combustible en sitios técnicos
8	KPN	-	-	-	Incentivo a Teletrabajo y Videoconferencias
9	Magyar Telecom	80%	-	2,5	Sistema automático de climatización en sitios móviles
10	Magyar Telecom	-	-	4	Reemplazo de baterías por celdas de combustible en sitios móviles
11	Magyar Telecom	30%	-	1,5	Sistema automático de climatización en sitios técnicos
12	France Telecom	20%	-	-	Aumento de temperatura de trabajo en <i>Data Center</i>
13	France Telecom	-	6.600	2	Bases solares en sitios móviles
14	Swisscom	-	-	-	Servicios de teletrabajo y boleta electrónica para clientes
15	TDC	60%	-	1	Movimiento de clientes desde tecnología PSTN
16	Telecom Italia	80%	-	3	<i>Adiabatic Free Cooling</i> en <i>Data Center</i>
17	Telecom Italia	40%	-	-	Etiqueta verde en productos entregados a clientes
18	Telecom Italia	-	-	-	<i>Free Air Cooling</i> y refrigeración subterránea para gabinetes de red
19	Telefónica	-	732	1,5	Cambio de servidores a más eficientes en <i>Data Center</i>
20	Telefónica	-	7.000	1,5	Medidores de consumo eléctrico en sitios móviles y oficinas
21	Telekom Slovenije	-	-	-	Aumento de temperatura de trabajo en <i>Data Center</i>
22	Telekom Slovenije	-	-	8	Bases solares
23	Telekom Slovenije	-	-	-	Iluminación T5 y LED
24	Telenor Norway	-	20.000	-	Cambio a infraestructura más eficiente en sitios móviles
25	Telia Sonera	-	1.800	3,5	Luces LED en balizas de sitios móviles

Fuente: *Energy Task Force Annual Report 2010, ETNO*

Los proyectos realizados por la mayor cantidad de empresas son:

- *Free Cooling* en Sitios Técnicos y gabinetes de red
- Sistema automático de climatización en Sitios Técnicos, Sitios Móviles y oficinas

²⁰ Mayor información sobre los distintos tipos de sitio en el capítulo 6.1 Levantamiento del proceso a estudiar.

- Aumento de temperaturas de trabajo en Sitios Técnicos
- Reemplazo de baterías por celdas de combustible en Sitios técnicos y Sitios Móviles
- Paneles solares en Sitios Móviles

Se puede notar que la mayoría de los esfuerzos se enfocan en mejorar la eficiencia energética en sitios técnicos, incluyendo *Data Centers*. Esto se hace cambiando la tecnología utilizada en los sistemas de climatización, ya que significan por lo general, el mayor consumo en este tipo de sitios (y en consecuencia, en toda la empresa). Se destaca la tecnología *Free Cooling*²¹, también utilizada en la red de transmisión.

En cuanto a sitios móviles, predomina el uso de paneles fotovoltaicos (energía solar), al tener un menor consumo de energía en comparación a *Data Centers*. También se utiliza celdas de combustible²² en reemplazo de baterías, sistemas de climatización automatizados y luces de tecnología LED²³ en balizas.

Las oficinas y sucursales también cuentan con sistemas de climatización automático y unidades de cogeneración²⁴ (para aquellas oficinas aledañas a *Data Centers*). Por último, en el caso de consumo de combustible por parte de la flota móvil, se aprecia el proyecto de uso de GPS²⁵ para tener un mayor control de esta.

Otros proyectos mencionados se explican a continuación:

- Ventiladores EC Plug: son ventiladores para el sistema de climatización con motor EC o *Electronically Commutated*, los cuales son más eficientes que los motores con escobillas. Estos ventiladores, además son ubicados debajo de las unidades de climatización y no dentro de ellas.
- Movimiento de clientes desde tecnología PSTN: la PSTN, *Public Switched Telephone Network* o Red Telefónica Básica Conmutada, se trata de la red telefónica clásica, diseñada primordialmente para transmisión de voz. Con el cambio de clientes desde esta tecnología a Banda Ancha o Telefonía Móvil, nace la oportunidad de mover a los clientes restantes a equipos más eficientes o a nuevas plataformas, significando ahorros energéticos.

5.2.1 Free Cooling

²¹ Definición de *Free Cooling* en el capítulo 5.2.1

²² Celda de combustible es un dispositivo que convierte la energía de un combustible en electricidad, a través de una reacción química.

²³ LED, Light-Emitting Diode o Diodo emisor de luz, es un componente electrónico utilizado como indicador en muchos dispositivos y en iluminación de bajo consumo.

²⁴ Cogeneración: es el procedimiento mediante el cual se obtiene simultáneamente energía eléctrica y energía térmica útil (vapor, agua caliente sanitaria).

²⁵ GPS, *Global Positioning System* o Sistema de posicionamiento global, es un sistema global de navegación por satélite que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto con receptor GPS.

El *Free Cooling* o enfriamiento gratuito, es un método económico de climatización de *data centers*, que consiste en la utilización del aire frío del exterior para la refrigeración en los sistemas de aire acondicionado. Existen tres tipos de métodos de enfriamiento gratuito [16]:

- *Air-side free cooling* o *Free Air Cooling*: es donde el aire externo es ingresado directamente al data center a través de filtros o indirectamente a través de intercambiadores de calor.
- *Adiabatic Free Cooling*: es una variación del *Air-side free cooling*, donde el aire externo es llevado a una cámara y se utiliza junto con evaporación de agua para enfriar el aire interno.
- *Water-side Free Cooling*: es donde se utiliza un medio de refrigeración, como el agua o glicol²⁶, el cual circula directamente a través de torres de enfriamiento en vez de cámaras de refrigeración. El agua refrigerada puede ser utilizada inmediatamente o ser guardada para el corto o largo plazo. Cuando la temperatura ambiente es más baja que cierta temperatura establecida, el sistema puede automáticamente hacer pasar el agua por las torres, enfriándose gratuitamente por el aire externo y lográndose importantes ahorros energéticos.

²⁶ Glicol: compuesto químico, comúnmente utilizado como anticongelante en los circuitos de refrigeración de motores de combustión interna.

6 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

6.1 Levantamiento del proceso a estudiar

Los indicadores a diseñar tomarán en cuenta el consumo energético operacional, como se señala en los alcances del trabajo, por lo tanto, es importante conocer el proceso de entrega de servicios que la empresa tiene.

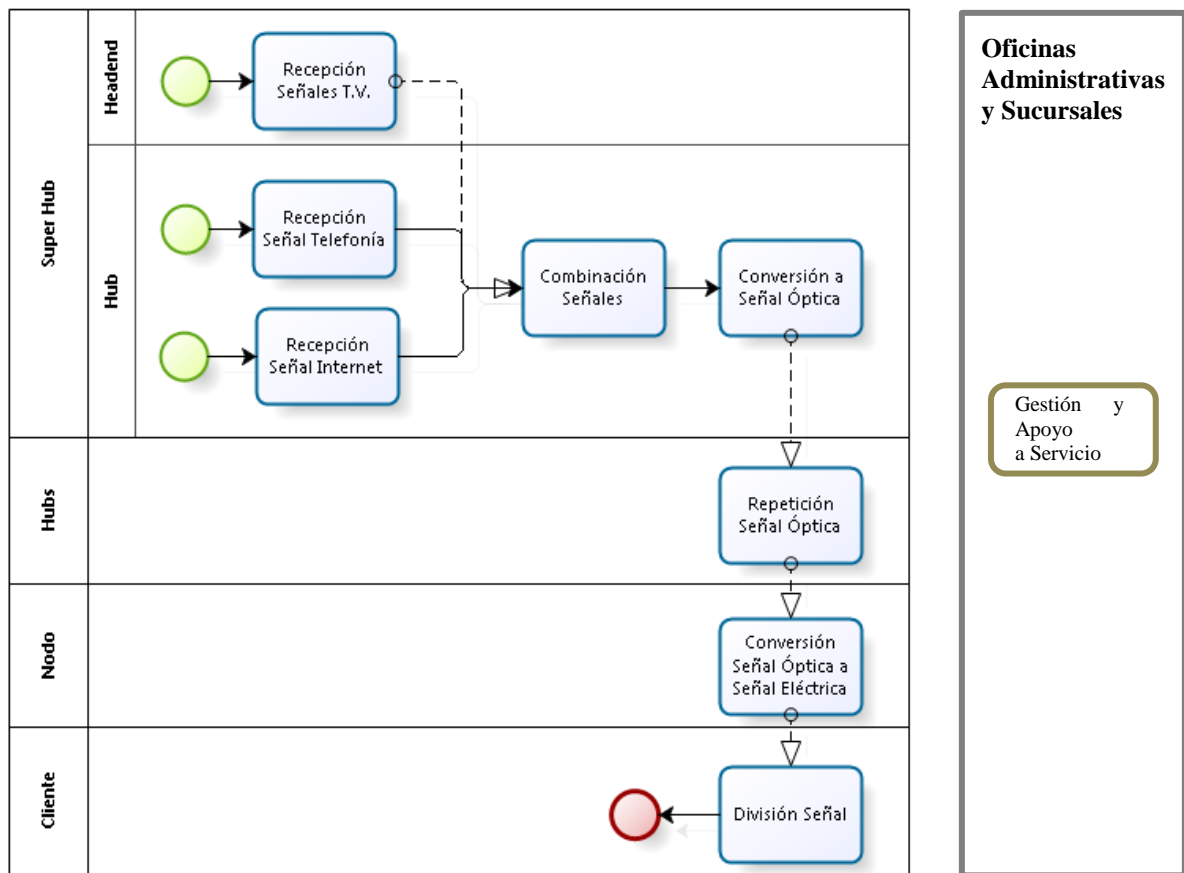
Básicamente, como se menciona en la descripción de la empresa, el servicio que se entrega es la transmisión de señales de Televisión, Telefonía Fija, Internet y Telefonía Móvil. Para esto se cuenta con Sitios Técnicos (*Superhub*, *Hubs* y *Data Center*), Red de transmisión (Nodos), Sitios Móviles y Oficinas Administrativas y Comerciales. El sistema en su conjunto se conoce como Red HFC o Híbrida, ya que combina la tecnología de transmisión óptica con eléctrica. A continuación se presenta una descripción de cada uno de los tipos de sitio involucrados:

- *Superhub*: es un sitio técnico formado por un *Headend* y un *Hub*. En el *Headend* se reciben las señales de televisión abierta y satelital. En el *Hub* se reciben las señales de Telefonía e Internet. Aquí se combinan los tres tipos de señales y se convierten a señal óptica, para ser transmitidas por un mismo cable de Fibra óptica. Existe un solo sitio técnico de este tipo, ubicado en la localidad de La Cisterna.
- *Hubs*: son sitios técnicos que reciben las señales del *superhub* y la replican para transportarla a destino. Son un total de 27 a lo largo de Chile.
- *Datacenter*: es un sitio técnico donde se alojan los sistemas computacionales de almacenamiento de información de la empresa. Existe un sólo *datacenter*, ubicado en Peñalolén.
- Nodos: forman parte de la Red de transmisión de VTR. En estos lugares la señal óptica se transforma en eléctrica, en el último tramo antes de llegar a los clientes. Cada nodo alimenta a cuatro cuadrantes de 500 hogares cada uno, llegando a un total de 2.000 hogares por nodo. Aquí también se encuentran las fuentes de poder que alimentan de energía eléctrica a la red.
- Sitios Móviles: se refiere a los sitios donde se encuentran las antenas y todos los equipos de telecomunicación necesarios para transmitir las señales de telefonía móvil entre usuarios.
- Oficinas Administrativas: son las oficinas que apoyan todo el negocio de VTR, donde se hace todo el trabajo administrativo. Se incluyen las oficinas de ejecutivos, subgerencias y gerencias.
- Sucursales: son aquellas oficinas comerciales donde se hace la venta y post-venta de los servicios ofrecidos por la empresa.

Además de estos tipos de sitio, cabe mencionar la flota vehicular interna utilizada por VTR, utilizada para labores de mantención, reparación, contingencias y transporte de técnicos y otros empleados.

A continuación se presenta un modelo del proceso de entrega de servicios de la empresa, incluyendo Televisión, Telefonía Fija e Internet:

Ilustración 5: Proceso de entrega de servicios de Televisión, Telefonía Fija e Internet de VTR



Fuente: Elaboración propia

Cada uno de estos tipos de sitios consume energía eléctrica, a través de los equipos que se señalan a continuación:

- Superhub
 - Antenas Parabólicas
 - Antenas Yagi
 - Codificadores
 - Servidores
 - Equipos de climatización
- Hubs
 - Servidores
 - *Switches*
 - Equipos de climatización
- Nodos
 - Amplificadores (Mantenimiento de nivel de la señal óptica)
 - *Taps* (Guiar señales con niveles adecuados a cada domicilio)
 - Acopladores

La operación de la empresa está dividida en cuatro zonas administrativas, las q se denominan de la siguiente forma:

- Zona Norte: corresponde a la zona geográfica que abarca desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Coquimbo.
- Zona Centro: corresponde a la zona geográfica de la Región de Valparaíso y la Región del Libertador Bernardo O’Higgins.
- Zona Metropolitana: corresponde a la zona geográfica cubierta por la Región Metropolitana.
- Zona Sur: corresponde a la zona geográfica que abarca desde la Región del Maule hasta la Región de Los Lagos.

A continuación se muestran los *hubs* instalados en cada una de estas zonas, además de las localidades a las cuales estos alimentan, según se guarda la información de servicios activos en el *datawarehouse* de la empresa.

Tabla 5: Hubs y localidades correspondientes Zona Norte

Zona	Hub	Localidades
Zona Norte	Antofagasta	Antofagasta
	Arica	Arica
	Calama	Calama
	Copiapó	Copiapó
	Iquique	Alto Hospicio, Iquique
	La Serena	Coquimbo, La Serena

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: Hubs y localidades correspondientes Zona Centro

Zona	Hub	Localidades
Zona Centro	Los Andes	Los Andes, San Felipe, San Esteban
	Quillota	La Calera, La Cruz, Limache, Quillota
	Rancagua	Machalí, Rancagua, Rengo
	San Antonio	San Antonio, Santo Domingo
	San Fernando	San Fernando
	Viña del mar	Con Con, Quilpué, Valparaíso, Villa alemana, Viña del mar

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Hubs y localidades correspondientes Zona Sur

Zona	Hub	Localidades
Zona Sur	Chillán	Chillán, San Carlos
	Concepción	Chiguayante, Concepción, Penco, San Pedro de la Paz, Talcahuano
	Constitución	Constitución
	Curicó	Curicó
	Los Ángeles	Los Ángeles
	Osorno	Osorno
	Puerto Montt	Puerto Montt, Puerto Varas
	Talca	Talca
	Temuco	Temuco
	Valdivia	Valdivia

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Hubs y localidades correspondientes Zona Metropolitana

Zona	Hub	Localidades
Zona Metropolitana	Independencia	Colina, Conchalí, Huechuraba, Independencia, Lampa, Providencia, Quilicura, Quinta Normal, Recoleta, Renca, Santiago Centro
	La Cisterna (Superhub)	El Bosque, La Cisterna, Pedro Aguirre Cerda, San Bernardo, San Joaquín, San Miguel
	La Florida	La Florida, Macul, Peñalolén, Puente Alto
	Las Condes	Las Condes, Lo Barnechea, Vitacura
	Maipú	Cerrillos, Estación Central, Lo Prado, Maipú, Melipilla, Padre Hurtado, Pudahuel
	Peñalolén ("Sexto Hub")	La Reina, Ñuñoa

Fuente: Elaboración propia

6.2 Indicadores de Desempeño Energéticos utilizados en la empresa

Como se menciona en el capítulo “Antecedentes del Proyecto y Justificación”, la empresa no tiene definidos IDE como tal. Lo que se hace es mostrar año a año en su Reporte de Sustentabilidad las siguientes estimaciones:

- Estimación anual del consumo eléctrico de sitios técnicos *triple play* (MWh)
- Estimación anual del consumo de combustibles fósiles en generadores (m3)
- Estimación *ex-ante* de ahorros por proyectos de en eficiencia energética (MWh y \$)

Estos indicadores tienen como objetivo sólo reportar y no hacer gestión interna del consumo energético de la empresa, basándose en recomendaciones de *Global Reporting Initiative*²⁷ y siendo calculados en base a estimaciones de cada encargado.

6.3 Proyectos de eficiencia energética realizados en la empresa

Para revisar el contexto en el que se encuentra la empresa, se revisaron los Reportes de Sustentabilidad desde el año 2008 hasta el año 2010, además de tener varias reuniones con el Jefe de Relaciones Comunitarias. De aquí se extrajeron las distintas acciones en eficiencia energética que ha hecho VTR, además de definir claramente la importancia de definir indicadores en esta materia²⁸.

A continuación se presenta un cuadro resumen de los hitos y acciones que ha hecho VTR en el pasado en cuánto a eficiencia energética: [17] [18] [2] [14]

Tabla 9: Proyectos en eficiencia energética realizados por VTR

Actividad	Proyecto	Año	Reducción estimada
Red de transmisión	Cambio de tecnología de Cable Coaxial a HFC	2009	30% consumo de red
	Reducción de potencias solicitadas para fuentes externas	2010	28% consumo de red
	Disminución de demanda de energía de baterías en fuentes	2010	
	Eliminación de fuentes secundarias de la Red Externa	2010	
Sitio Técnico	Instalación de paneles solares en sitio técnico de Constitución	2010	No estimado
	Renovación de sistema de climatización en Viña del Mar	2010	202 MWh anual
	Renovación de sistema de climatización en Independencia	2011	No estimado
Sitio Móvil	Sistemas de climatización eficientes en sitios móviles	2010	No estimado
Oficinas y Sucursales	Sistema de climatización y control automático de iluminación en <i>Workcenter</i> de San Antonio	2011	20% consumo sitio
	Sistema de climatización automático en <i>Workcenter</i> Horizonte	2012	No estimado
	Sistema de climatización automático en Til-til	2012	No estimado

Fuente: Elaboración propia

Ha habido un esfuerzo claro en impulsar el ahorro energético en la empresa, sin embargo, han sido acciones que se han propuesto año a año y donde no se ha hecho una medición de cuánto han ayudado efectivamente a la ecoeficiencia. Indicadores en esta materia se hacen necesarios.

En cuanto a indicadores, tal como se menciona en el capítulo “Descripción del proyecto y justificación” de este mismo informe, no están definidos en cuanto a ecoeficiencia energética.

²⁷ Mayor información sobre *Global Reporting Initiative* en el Anexo I: Indicadores de Energía Propuestos por Organizaciones Globales.

²⁸ Mayor información en el capítulo 1.1 Descripción del proyecto y justificación.

6.4 Responsables de eficiencia energética en la empresa

El mes de Agosto de cada año, las distintas gerencias de la empresa presentan sus presupuestos para el año siguiente, en el cual se incluyen los distintos proyectos en eficiencia energética a realizar. Los departamentos y subgerencias responsables de los proyectos en eficiencia energética en los distintos tipos de sitio/actividades son:

Tabla 10: Responsables de eficiencia energética en la empresa

Actividad	Departamento/Subgerencia Responsable	Gerencia
Red de transmisión (Nacional)	Dpto. de Mantenimiento de Red de la Subgerencia de Planificación y abastecimiento	Gerencia de Logística y Compras
Sitios Técnicos 3Play (Nacional)	Dpto. de Soporte de Energía y Climatización de la Subgerencia de Operaciones y Energía	Gerencia de Operaciones, Servicios y T.I.
Sitios Móviles (Nacional)	Subgerencia de Infraestructura	Gerencia de Ingeniería e Infraestructura
Oficinas y Sucursales (Zona Norte, Centro y Sur)	Subgerencia Zonal de Soporte de cada zona	Gerencia de cada zona
Oficinas y Sucursales (Zona Metropolitana)	Subgerencia de Administración	Gerencia de Administración y finanzas

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo D se incluye un organigrama de la empresa, con las vicepresidencias, gerencias y remarcándose las subgerencias responsables en los proyectos de eficiencia energética.

6.5 Requisitos legales y voluntarios

6.5.1 Requisitos legales

No existe un marco legal en Chile que obligue a las empresas privadas a cumplir ciertos requisitos en cuanto al uso, consumo y eficiencia de la energía. En la actualidad, las leyes van enfocadas a crear estándares de eficiencia energética para los productos comercializados en el país y a incentivar el uso de Energías Renovables No Convencionales²⁹ en empresas generadoras de energía eléctrica. Sin embargo, el tema ambiental cobra cada vez más fuerza en el país, por lo que podrían aparecer requisitos legales a futuro.

Se puede mencionar la norma eléctrica NCh4-2003, sobre Instalaciones de Consumo en Baja Tensión, la cual cumple VTR al instalar o modificar sus instalaciones eléctricas. Esta tiene como objetivo fijar las normas mínimas de seguridad en instalaciones de este tipo.

²⁹ Energías Renovables No Convencionales (ERNC) son todas aquellas fuentes que se caracterizan porque en sus procesos de transformación y aprovechamiento en energía útil no se consumen ni agotan en una escala humana. En Chile, se incluye a la energía eólica, pequeñas hidroeléctricas, biomasa, biogás geotermia, solar y mareomotriz.

6.5.2 Requisitos voluntarios

Las empresas pueden suscribirse voluntariamente a iniciativas, tanto nacionales como internacionales, que exijan ciertos estándares ambientales. VTR hoy en día está suscrita a las siguientes iniciativas internacionales, como parte de su estrategia de Cuidado del Medio Ambiente:

- *Global Reporting Initiative (GRI)*: Organización sin fines de lucro, formada por múltiples *stakeholders*, que desarrolla guías y estándares para desarrollar reportes de sustentabilidad [19]. Incluye las áreas de economía, medio ambiente, social y gobierno.³⁰
- Red Pacto Global: Iniciativa de las Naciones Unidas que promueve una serie de principios entre sus organizaciones participantes, en temas de Derechos Humanos, Normas Laborales, Medio Ambiente y Anticorrupción.
- *Mayday Network*: Iniciativa nacida en Inglaterra que promueve, entre sus empresas participantes, a la toma de acciones para enfrentar el cambio climático. Propone una serie de compromisos entorno a la medición y reducción de Gases de Efecto Invernadero, los cuales son escogidos por las empresas año a año. En Chile, es coordinado por Acción RSE.

Ninguna de las iniciativas suscritas hace mención a requisitos en cuanto a Uso, Consumo o Eficiencia de la Energía, por lo que, para efectos de este trabajo, se toma como requisito a cumplir, el reporte de los indicadores energéticos recomendados por *Global Reporting Initiative* (GRI). A continuación, se presenta un cuadro de contraste entre lo pedido por GRI y lo reportado actualmente por la empresa:

Tabla 11: Cumplimiento de indicadores GRI por parte de la empresa

Indicador propuesto por GRI	Nivel de cumplimiento por VTR
Consumo directo de energía por fuentes primarias	Sólo se reporta estimación de consumo eléctrico sitios técnicos y combustible de equipos portátiles.
Consumo indirecto de energía por fuentes primarias	No aplica.
Ahorro de energía debido a la conservación y a mejoras en la eficiencia	Sólo se reportan ahorros estimados <i>ex-ante</i> la implementación de proyectos, no <i>ex-post</i> .

Fuente: Elaboración propia

Existe una oportunidad para mejorar el reporte que hace VTR de su consumo energético, según los estándares de GRI, agregando el consumo del resto de las actividades de la empresa y el ahorro de energía (*ex-post*) de sus proyectos de eficiencia energética.

³⁰ Mayor información en el Anexo I: Indicadores de Energía propuestos por Organizaciones Globales.

6.6 Definición de necesidades de la empresa

Las necesidades que tiene la empresa al momento de diseñar los indicadores son los siguientes:

- Tener un control sobre la energía consumida en la empresa y los gastos asociados
- Priorizar los esfuerzos en eficiencia energética
- Medir el impacto real de los proyectos de eficiencia energética
- Potenciar la eficiencia energética en toda la empresa
- Comparar con otras empresas de telecomunicaciones en Chile
- Permitir la comparación con estándares internacionales

Todo esto enmarcado en potenciar la Responsabilidad Social Empresarial de la empresa, según lo indicado en su Estrategia de Sustentabilidad.

7 REVISIÓN ENERGÉTICA

7.1 Identificación de fuentes de energía en la empresa

Actualmente, VTR incurre en consumos energéticos en diversos puntos de su operación y el soporte de esta. Se puede identificar el consumo tanto de energía eléctrica como de energía fósil (combustibles), de parte de la empresa misma o sus grupos de interés³¹ (se incluye proveedores y colaboradores). Estos son estimados a partir de las facturas disponibles y la evaluación de huella de carbono de la empresa, transformando las unidades de medida facturadas (kWh de energía eléctrica y litros de combustible) a una unidad común (megajoules). Los factores de conversión utilizados son los siguientes [20] [21]:

- 1 kWh de energía eléctrica = 3,6 megajoules
- 1 litro de combustible diésel = 36,2 megajoules

A continuación, se presenta un cuadro resumen con una estimación de la totalidad de consumos energéticos, clasificados según corresponda a VTR o sus grupos de interés:

Tabla 12: Estimación de los consumos energéticos controlados por VTR y grupos de interés (2012)

Fuente	Actividad	Energía (Millones de megajoules)	Participación por actividad (%)	Participación por fuente (%)
VTR	Red de transmisión (Energía Eléctrica)	141,1	30%	64%
	Sitios Técnicos (Energía Eléctrica)	99,7	21%	
	Flota Vehicular Interna (Combustible)	28,5	6%	
	Oficinas y sucursales (Energía Eléctrica)	20,8	4%	
	Sitios Móviles (Energía Eléctrica)	13,0	3%	
	Grupo Electrónico Sitios Técnicos (Combustible)	2,4	0%	
	Grupo Electrónico Sitios Móviles (Combustible)	0,1	0%	
	Generadores Portátiles Red (Combustible)	0,1	0%	
Grupos de Interés	Flota Vehicular Contratistas (Combustible)	63,3	13%	36%
	Importación Insumos (Combustible)	43,9	9%	
	Movilización de Empleados (Combustible)	42,9	9%	
	Distribución de insumos (Combustible)	6,9	1%	
	Adquisición combustibles (Combustible)	5,7	1%	
	Viajes Nacionales (Combustible)	3,5	1%	
	Proyectos (Combustible)	3,0	1%	
	Viajes internacionales (Combustible)	2,3	0%	
	Transporte urbano (Combustible)	0,9	0%	
	Transporte de residuos (Combustible)	0,1	0%	
	Total	478,2	100%	100%

Fuente: Elaboración propia

³¹ Mayor información en el capítulo 4.1 Grupos de interés de la empresa.

Para el propósito del diseño de indicadores, se toman en cuenta sólo los consumos energéticos que son controlados financiera u operacionalmente por la empresa, los que se puede apreciar corresponden al 64% del consumo total. A continuación, se muestra un cuadro resumen de los usos (controlados por VTR) de las distintas fuentes de energía, por tipo de sitio o actividad:

Tabla 13: Cuadro resumen de usos de cada fuente de energía por tipo de sitio o actividad

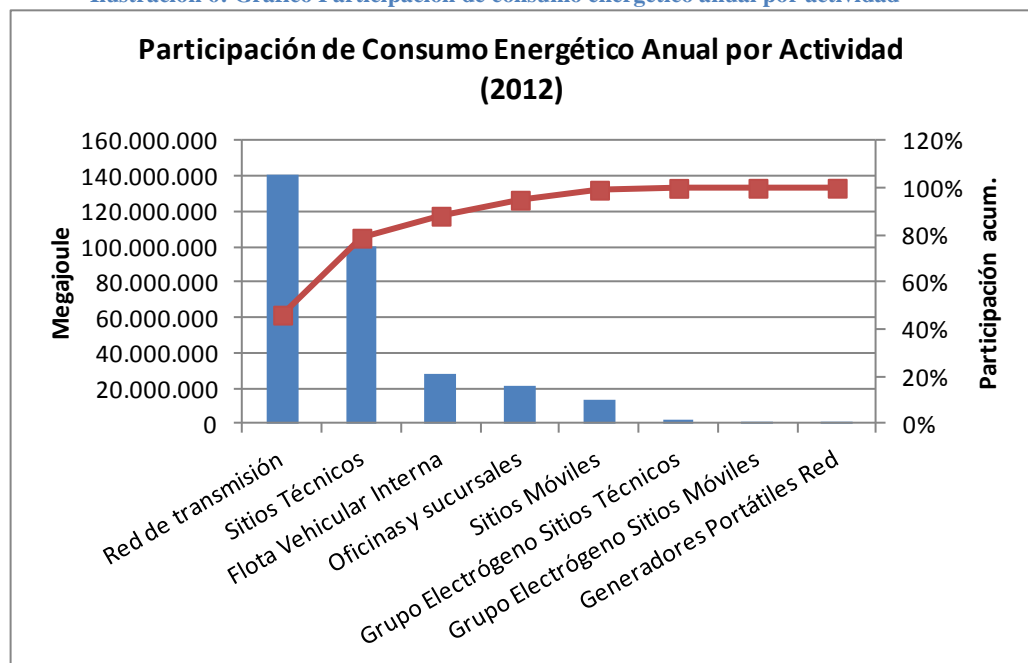
Actividad	Energía Eléctrica	Energía Fósil (Combustible)
Sitios Técnicos (<i>Hub, SuperHub y Data Center</i>)	Equipos de telecomunicaciones, TI y climatización	Grupo Electrónico
Red de transmisión	Equipos de telecomunicaciones, TI y climatización	Generadores Portátiles
Sitios Móviles	Equipos de telecomunicaciones, TI y climatización	Grupo Electrónico
Oficinas (<i>Administrativas, Sucursales y Call Center</i>)	Equipos de ofimática, TI, iluminación y climatización	-
Mantenimiento de sitios y red	-	Flota Vehicular

Fuente: Elaboración propia

7.2 Identificación de usos significativos de energía en la empresa

Luego de reunir diferentes facturas de energía, de todo el año 2012, de las distintas zonas de la empresa, se calcula que el consumo directo de energía en VTR, a nivel nacional, fue de MM\$6.125 equivalentes a 305 millones de megajoules. Este consumo se distribuye, por fuentes de energía, en un 90% de energía eléctrica y un 10% de energía fósil. A continuación, se muestra el desglose por actividad:

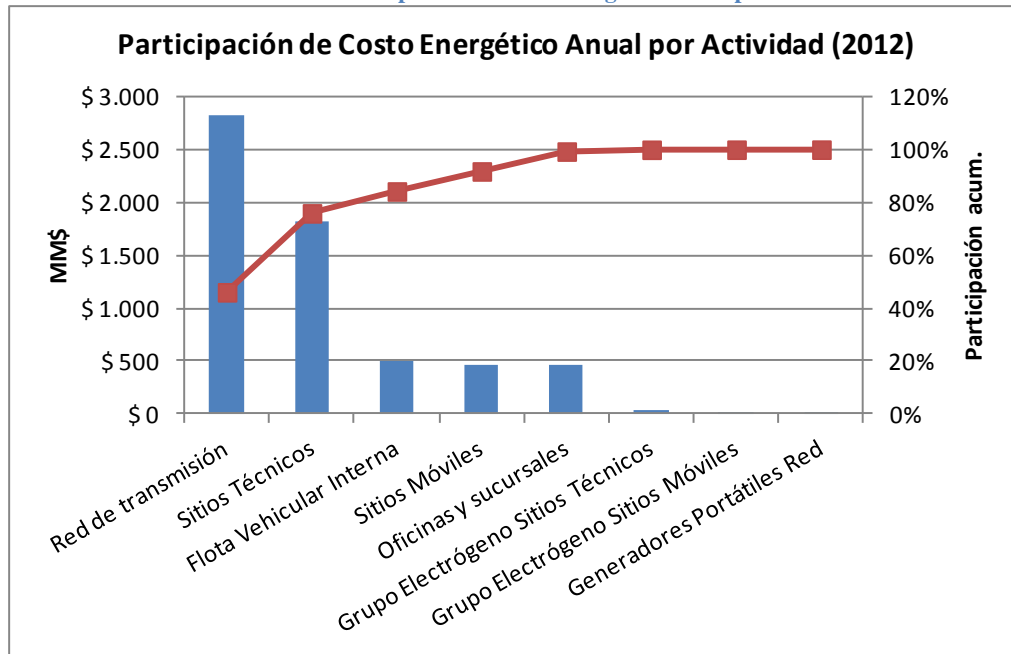
Ilustración 6: Gráfico Participación de consumo energético anual por actividad



Fuente: Elaboración propia

Los usos de consumo energético significativos son: la energía eléctrica utilizada en la Red de Transmisión y Sitios Técnicos, donde se encuentra el 79% del consumo de energía total controlado por la empresa (241 millones de megajoules).

Ilustración 7: Gráfico Participación de costo energético anual por actividad



Fuente: Elaboración propia

Al analizar los costos que significan estos usos de energía, la participación se mantiene, siendo la Red de Transmisión y los Sitios Técnicos aquellas actividades donde se encuentran los mayores costos de energía: MM\$4.649, equivalentes a un 76% del costo total.

7.3 Análisis de la evolución del consumo energético de la empresa

Se realiza un análisis de la evolución del consumo por parte de las actividades más significativas para la empresa, tanto de energía eléctrica, como de energía fósil, mencionadas en la sección anterior. Además de esto, se hace un análisis por zona administrativa³². Se estiman los consumos de acuerdo a las siguientes fuentes de información y cálculos:

- Consumo Eléctrico Red de transmisión: Potencias eléctricas medidas por departamento de mantenimiento respectivo. Fórmula utilizada:

$$\text{Consumo Mensual (kWh)} = \frac{\text{Potencia Registrada (Amperes)} * 90 \text{ (Volts)} * 24 \text{ (horas)} * 30 \text{ (días)}}{1000}$$

³² Mayor información sobre denominación de zonas en el capítulo 6.1 Levantamiento del proceso a estudiar.

- Consumo Eléctrico Sitios Técnicos: Potencias eléctricas medidas por departamento de mantenimiento respectivo. Fórmula utilizada:

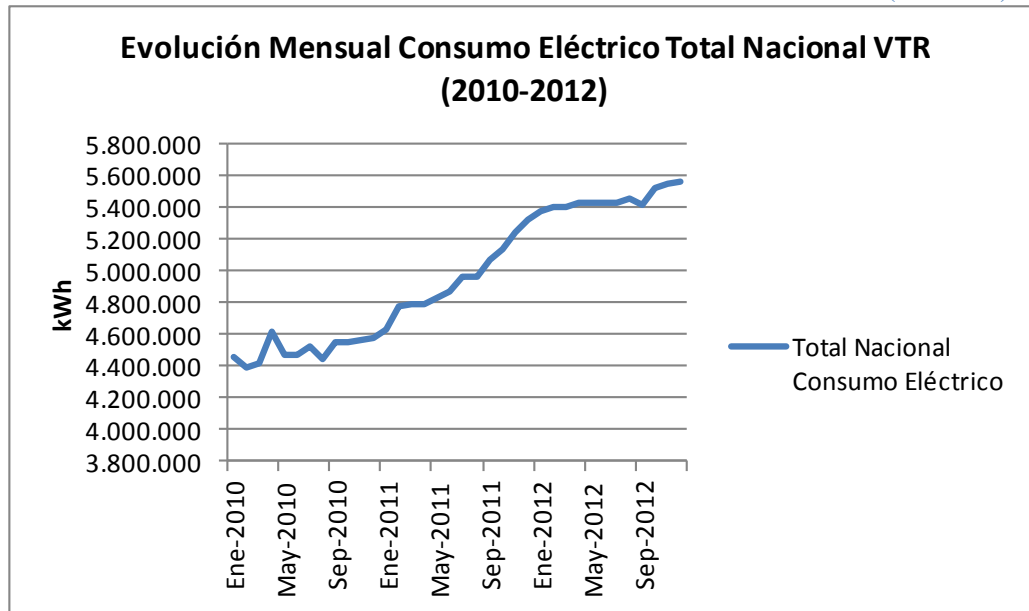
$$\text{Consumo Mensual (kWh)} = \text{Potencia Registrada (kW)} * 24 \text{ (horas)} * 30 \text{ (días)}$$

- Consumo Eléctrico Sitios Móviles: Facturas registradas (en kWh) por departamento encargado de sitios.
- Consumo Eléctrico Oficinas y Sucursales: Facturas registradas (en kWh) por jefes zonales.
- Consumo Combustible Flota Vehicular Interna: Facturas registradas (en litros) por departamento de control de gestión.

7.3.1 Energía eléctrica

La evolución del consumo eléctrico total de la empresa es la siguiente:

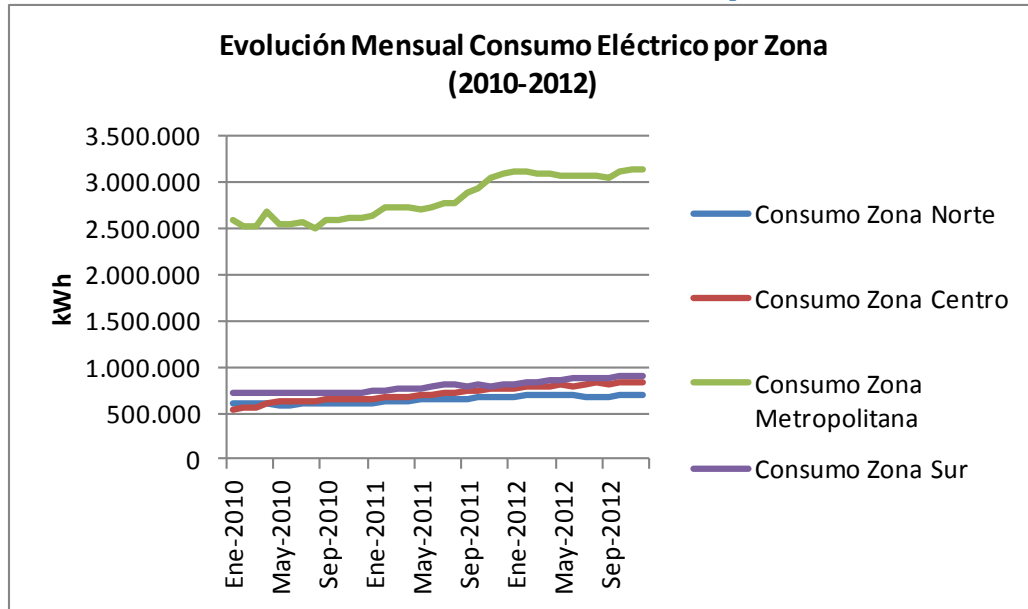
Ilustración 8: Gráfico Evolución Mensual Consumo Eléctrico Total Nacional VTR (2010-2012)



Fuente: Elaboración Propia

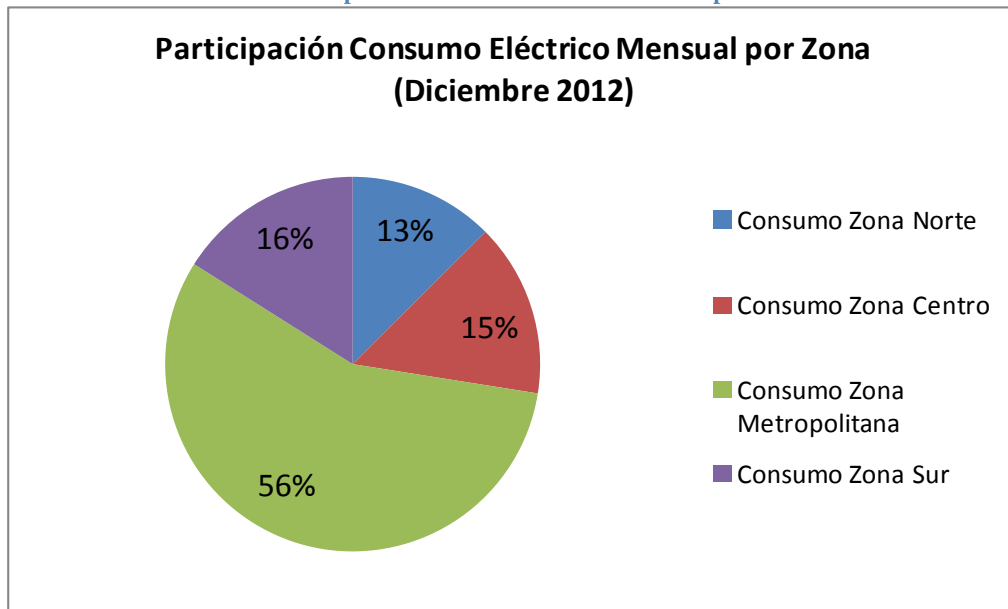
El consumo eléctrico mensual de toda la empresa es cercano a los 5.600 MWh (a diciembre del 2012), presentando un aumento de un 25% en los últimos dos años, lo que es congruente con el crecimiento de la empresa y el aumento en el número de clientes año a año.

Ilustración 9: Gráfico Evolución Mensual Consumo Eléctrico por Zona (2010-2012)



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 10: Gráfico Participación Consumo Eléctrico Mensual por Zona a Diciembre 2012



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14: Consumo Eléctrico Mensual por Zona a Diciembre 2012

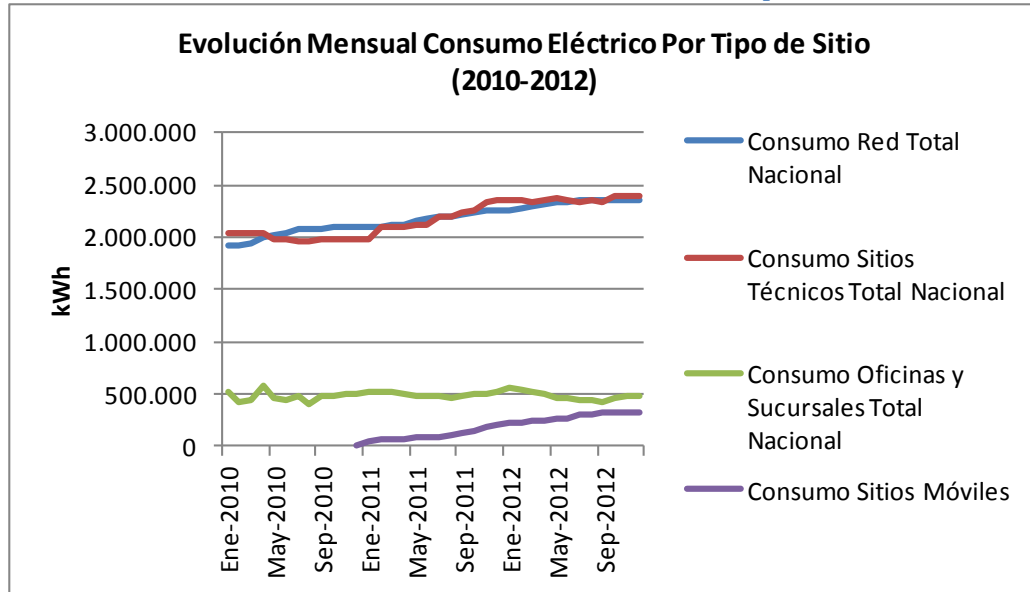
Zona	kWh Mensual	Participación
Consumo Zona Norte	696.845	13%
Consumo Zona Centro	832.423	15%
Consumo Zona Metropolitana	3.139.844	56%
Consumo Zona Sur	891.753	16%
Total Nacional Consumo Eléctrico	5.560.865	100%

Fuente: Elaboración Propia

Al analizar los consumos por zona, se observa que la mayor parte ocurre en la Zona Metropolitana, alrededor de 3.100 MWh, equivalente a un 56% del consumo eléctrico total. Esto es congruente con la realidad, donde la mayor parte de los servicios entregados por VTR se concentran ahí³³. El resto de las zonas presentan un consumo mensual entre los 700 y 900 MWh cada una.

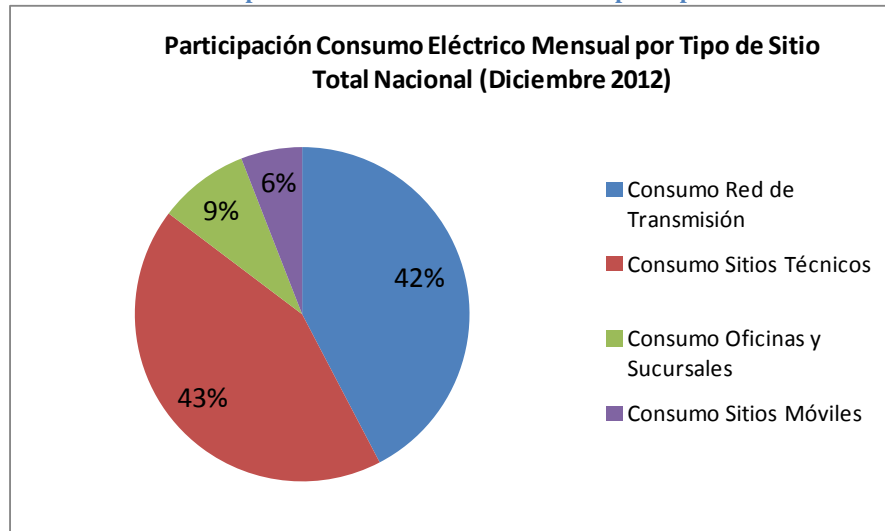
El crecimiento ha sido distinto en los dos últimos años en cada zona: la Zona Centro es la que más ha aumentado su consumo (54%), seguida por la Zona Sur (25%), Zona Metropolitana (21%) y Zona Norte (14%).

Ilustración 11: Gráfico Evolución Mensual Consumo Eléctrico Por Tipo de Sitio (2010-2012)



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 12: Gráfico Participación Consumo Eléctrico Mensual por Tipo de Sitio a Diciembre 2012



Fuente: Elaboración Propia

³³ Un 52% de los servicios RGU entregados por VTR se encuentran en la Zona Metropolitana a diciembre de 2012.

Tabla 15: Consumo Eléctrico Mensual por Tipo de Sitio a Diciembre 2012

Tipo Sitio	kWh Mensual	Participación
Consumo Red de Transmisión	2.354.180	42%
Consumo Sitios Técnicos	2.389.334	43%
Consumo Oficinas y Sucursales	488.037	9%
Consumo Sitios Móviles	329.313	6%
Total Nacional Consumo Eléctrico	5.560.865	100%

Fuente: Elaboración Propia

Al analizar los datos de consumo por tipo de sitio, se puede observar que las fuentes de mayor consumo energético son los Sitios Técnicos (43%) junto a la Red de Transmisión (42%). Luego, con una participación mucho menor, se encuentran las Oficinas y Sucursales (9%) y Sitios Móviles (6%).

La evolución mensual que ha tenido el consumo de los Sitios Técnicos y la Red de Transmisión ha ido a la par durante los dos últimos años, siendo de alrededor de un 18% y 23% respectivamente. Esto nos indica nuevamente que los esfuerzos en eficiencia energética deberían enfocarse en los dos primeros, al ser los de mayor crecimiento.

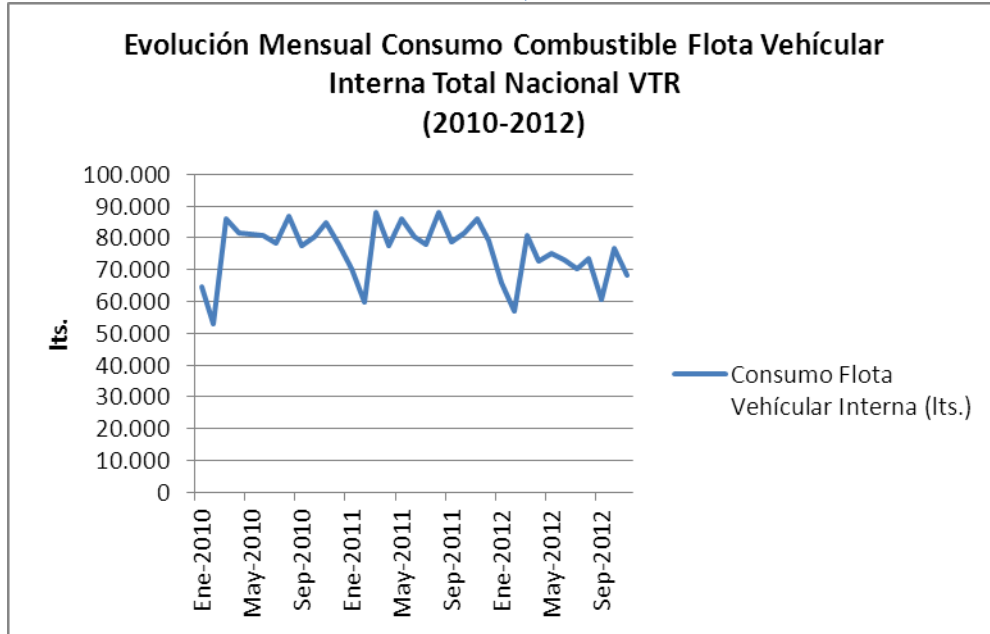
El consumo de los Sitios Móviles comienza a finales del 2010, preparando la infraestructura para ofrecer el servicio de Telefonía Móvil en el año 2012 y llegando a 330 MWh mensuales a finales de ese año. Por otro lado, el consumo de las Oficinas y Sucursales se ha mantenido relativamente constante en el tiempo, en alrededor de 500 MWh al mes.

7.3.2 Energía fósil (Combustible)

La energía fósil analizada incluye sólo la flota vehicular interna de la empresa. Se excluye el consumo correspondiente a grupos electrógenos al ser menor al 1% del gasto total de la empresa y no contar con registros históricos.

En su mayoría, el tipo de combustible utilizado es Diésel (89% del total de combustible anual), aunque también se tienen algunos vehículos que ocupan Gasolina 95 Octanos (11% del total de combustible anual).

Ilustración 13: Gráfico Evolución Mensual Consumo Combustible Flota Vehicular Interna Total Nacional VTR (2010-2012)



Fuente: Elaboración propia

Existe una clara estacionalidad en el consumo, con una disminución en los meses de Enero, Febrero y Septiembre, lo que correspondería a meses de vacaciones de verano y fiestas patrias.

Se puede notar una disminución en el consumo de combustible el año 2012 con respecto a los dos años anteriores (una baja de un 16% en promedio). Ese año se compraron 786.811 litros de combustible, mientras que en los años 2010 y 2011, fueron 931.780 y 952.059 litros (estimados), respectivamente. Esto puede deberse a la incorporación de GPS en la flota y un mayor control del manejo de los operarios.

8 DISEÑO DE INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

8.1 Primer listado de potenciales indicadores

En base a la medición de Huella de Carbono del año 2009 y a los focos críticos de emisión de CO₂, además del benchmarking realizado con otras empresas de telecomunicaciones, se propuso el siguiente listado inicial de potenciales indicadores:

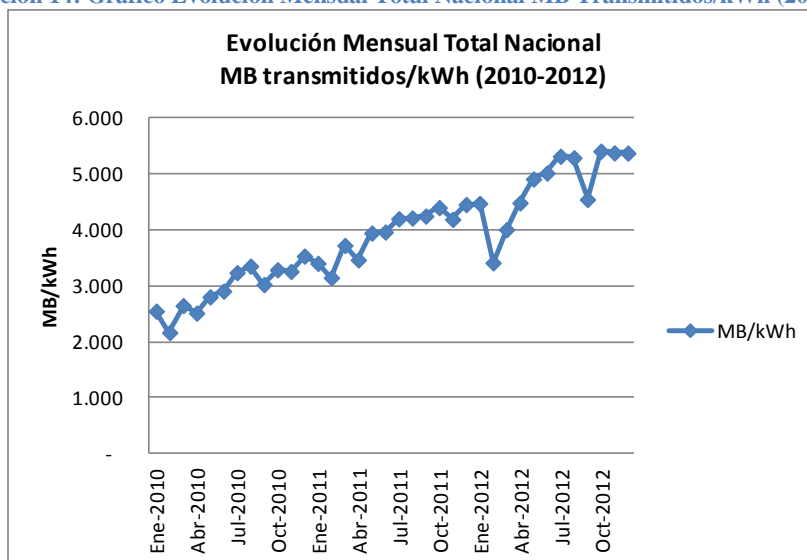
Tabla 16: Listado inicial de potenciales indicadores

Nº	Indicador Propuesto	Posible Fuente de Datos		Periodicidad de producción de datos		Serie de tiempo disponible	
		Numerador	Denominador	Numerador	Denominador	Numerador	Denominador
1	Bits transmitidos/Joule	Planificación de redes	Jefes Zonales	Mensual	Mensual	2006-2012	2010-2012
2	Bits transmitidos/Kwh	Planificación de redes	Jefes Zonales	Mensual	Mensual	2006-2012	2010-2012
3	Ventas Netas/Kwh	Control de gestión	Jefes Zonales	-	Mensual	-	2010-2012
4	EBITDA/Kwh	Control de gestión	Jefes Zonales	-	Mensual	-	2010-2012
5	Nº de clientes/Kwh Red	Control de gestión	Jefes Zonales	-	Mensual	-	2010-2012
6	Nº de clientes/nº de nodos	Control de gestión	Mantención de red	-	Mensual	-	2010-2012
7	Nº de clientes/nº de fuentes	Control de gestión	Mantención de red	-	-	-	-
8	Nº de fuentes/Kwh Red	Mantención de red	Jefes Zonales	Mensual	Mensual	2010-2012	2010-2012
9	Nº de nodos/kWh Red	Mantención de red	Jefes Zonales	Mensual	Mensual	2010-2012	2010-2012
10	Nº de trabajadores/kWh oficinas	Recursos humanos	Jefes Zonales	-	Mensual	-	2010-2012
11	Nº de sitios técnicos/kWh sitios técnicos	Jefes Zonales	Jefes Zonales	Mensual	Mensual	2010-2012	2010-2012
12	Nº de clientes/Kwh sitios técnicos	Control de gestión	Jefes Zonales	-	Mensual	-	2010-2012
13	% ERNC utilizada en sitios técnicos	Jefes Zonales	-	-	-	-	-
14	% sitios técnicos con ERNC	Jefes Zonales	-	-	-	-	-
15	% sitios técnicos móviles con ERNC	Jefes Zonales	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta un análisis de la evolución en el tiempo de algunos de estos indicadores:

Ilustración 14: Gráfico Evolución Mensual Total Nacional MB Transmitidos/kWh (2010-2012)

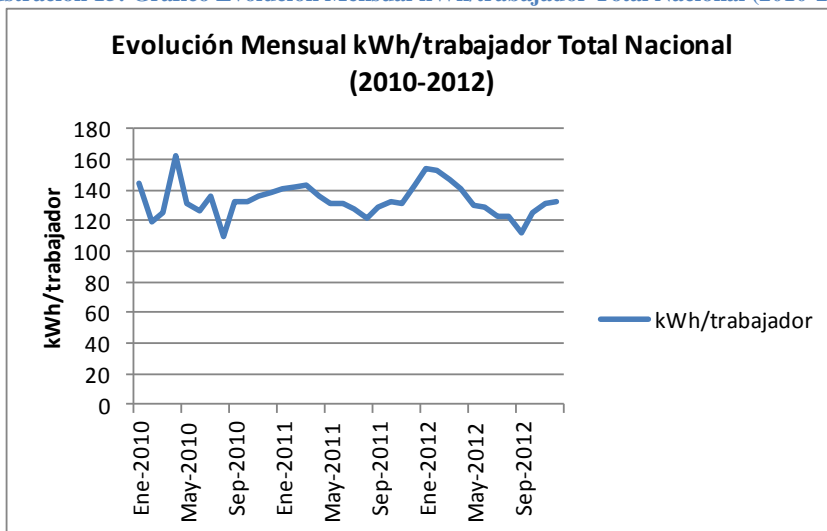


Fuente: Elaboración Propia

Este indicador muestra cuánto se está brindando de servicio mensualmente (MB transmitidos), en relación al consumo energético que se está incurriendo. Lo que indica es que los clientes de VTR, hacen cada vez mayor uso de internet, lo que no repercute en el consumo energético, sino que sólo se está utilizando de mejor manera la capacidad de banda ancha que ya se tiene.

El indicador ha aumentado de manera constante en el tiempo, en un 111% durante los últimos 2 años, lo que puede interpretarse (y comunicarse) como que VTR ha sido más eficiente en el uso de energía, al entregar mayor servicio por cada kWh consumido.

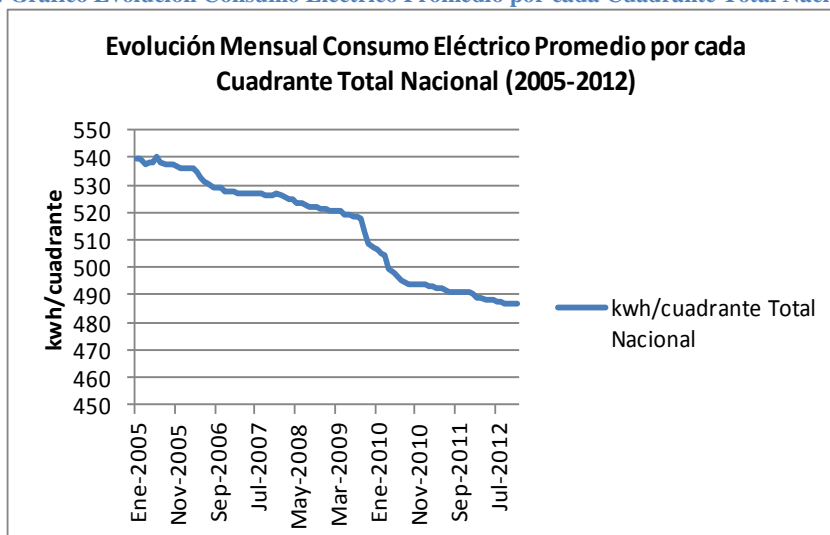
Ilustración 15: Gráfico Evolución Mensual kWh/trabajador Total Nacional (2010-2012)



Fuente: Elaboración Propia

Este indicador aclara cuánta energía eléctrica está consumiendo en promedio cada trabajador de la empresa, en oficinas y sucursales a nivel nacional. Se observa que se mantiene relativamente constante durante los últimos años (en torno a los 130 kWh mensuales por trabajador), con aumentos del consumo en los meses de verano, lo que se explicaría por un mayor uso de los equipos de aire acondicionado.

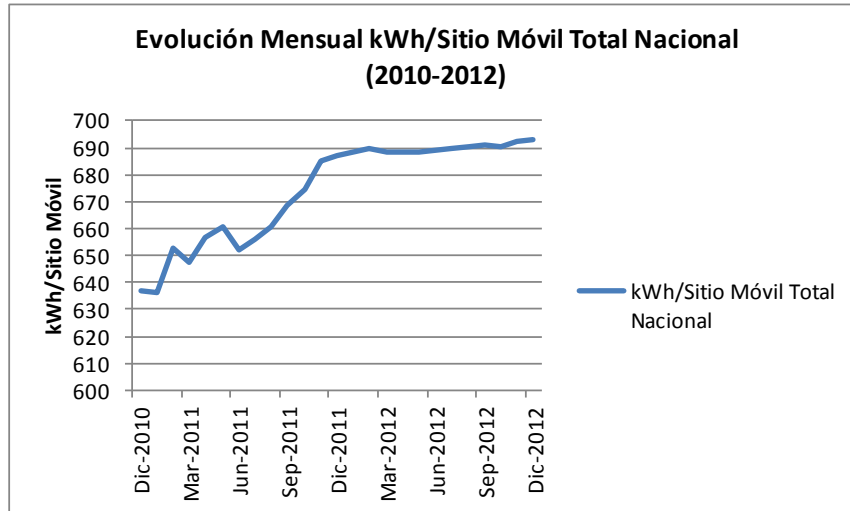
Ilustración 16: Gráfico Evolución Consumo Eléctrico Promedio por cada Cuadrante Total Nacional (2005-2012)



Fuente: Elaboración Propia

El indicador muestra cuánto es el consumo mensual promedio por cada cuadrante (cada nodo alimenta a una zona dividida en 4 cuadrantes). Se puede apreciar una disminución del consumo por cuadrante, un 10% en los últimos 7 años. Esta disminución se explica, además de los proyectos de eficiencia realizados, por una mejora de la tecnología de la red de transmisión.

Ilustración 17: Gráfico Evolución Mensual kWh/Sitio Móvil Total Nacional (2010-2012)



Fuente: Elaboración Propia

Este indicador muestra cuánto es el consumo eléctrico mensual por cada Sitio Móvil a nivel nacional. Se puede observar un crecimiento del consumo durante todo el año 2011, debido a que recién se estaban instalando y haciendo pruebas en estos. En el año 2012 el consumo se estabiliza en alrededor de 690 kWh mensuales por sitio, dando paso al comienzo del servicio de telefonía móvil, en abril de ese año.

8.2 Diseño de Indicadores de Desempeño Energético

La identificación de usos significativos de energía indica que los Indicadores de Desempeño Energético (en adelante IDE) deben ir dirigidos a las actividades que representan un mayor consumo y costo, es decir:

- Red de transmisión
- Sitios técnicos (*Superhub, Hubs y Datacenter*)

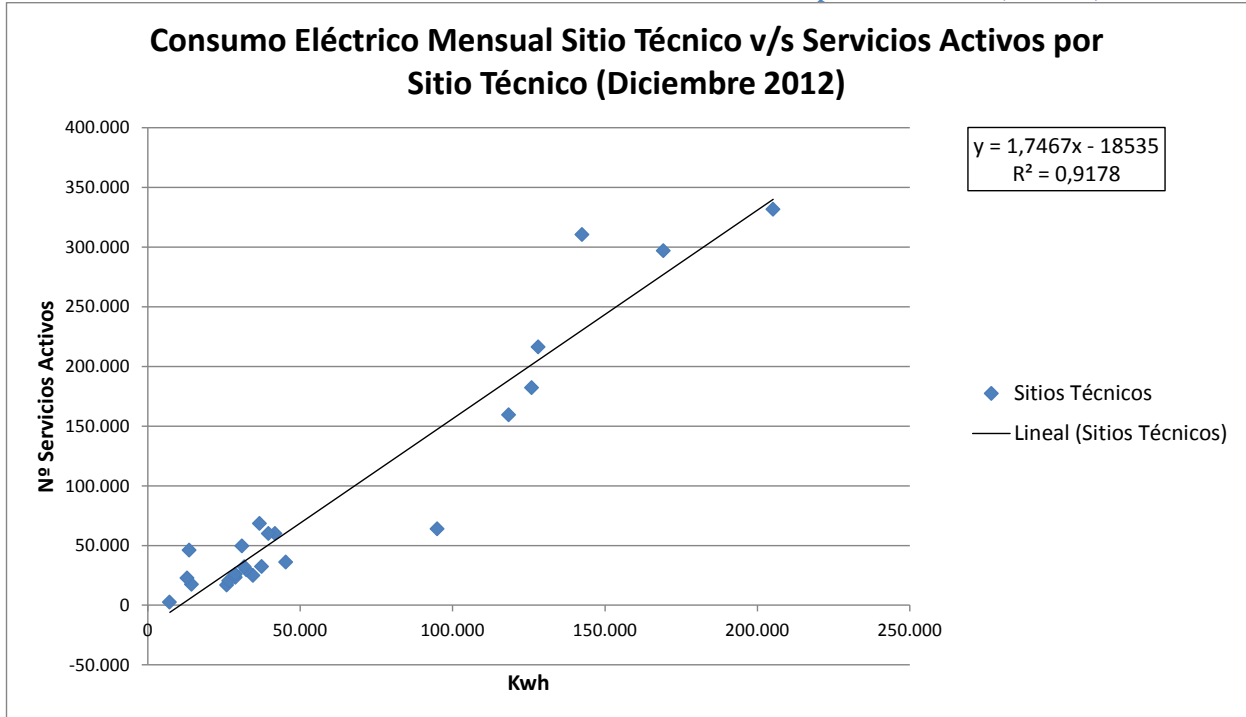
Esto no quiere decir que se dejen de lado el resto de los tipos de sitio, sin embargo no será necesario, en esta primera etapa, mantener indicadores para gestionar su consumo.

Siguiendo las recomendaciones de la AChEE, se analizan los principales *drivers* del consumo de los sitios técnicos y la red, para verificar la relación entre estos y el consumo eléctrico. Para ambas actividades, según los encargados de mantención, el principal *driver* es la cantidad de Servicios Activos conectados a cada Sitio Técnico o en cada Localidad alimentada por la Red de Transmisión.

Se definen como Servicios Activos a la suma de suscriptores tanto de Telefonía Fija, Internet y Televisión que tiene la compañía. Por ejemplo, un cliente puede equivaler a dos

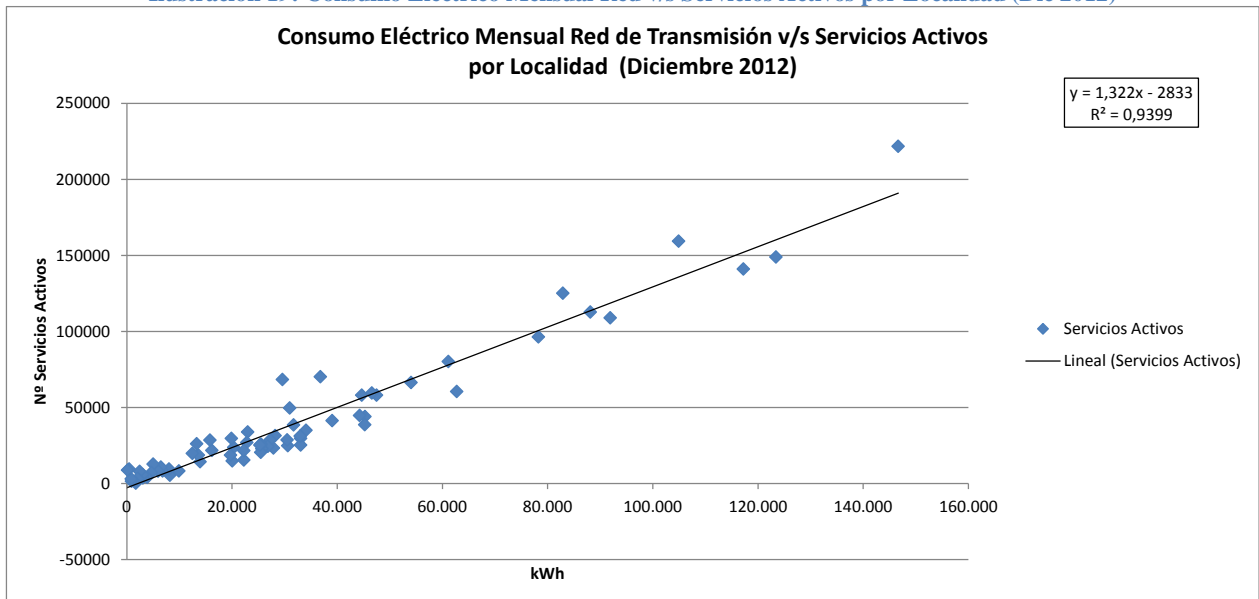
Servicios Activos si está suscrito tanto a Telefonía como Internet. Estos están conectados a los distintos Sitios Técnicos de acuerdo a su proximidad. Es equivalente al concepto de RGU (*Revenue Generating Unit*) en la industria de telecomunicaciones.

Ilustración 18: Consumo Eléctrico Mensual v/s Servicios Activos por Sitio Técnico (Dic 2012)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 19: Consumo Eléctrico Mensual Red v/s Servicios Activos por Localidad (Dic 2012)



Fuente: Elaboración propia

Efectivamente se puede observar una relación lineal entre el consumo eléctrico de cada sitio y la cantidad de Servicios Activos que este tiene. Lo mismo sucede con la red de transmisión y el consumo energético que presenta en cada localidad. Ambas líneas de tendencia muestran un R-cuadrado mayor a 0,9.

Luego de analizar los *drivers* que afectan el consumo, la disponibilidad de información de estos, la revisión de experiencias internacionales realizada con anterioridad y las necesidades de la empresa, los indicadores diseñados para cada actividad son:

- Sitios técnicos: kWh consumidos (Anual), PUE (Promedio entre sitios), kWh/Servicios Activos (Promedio mensual entre sitios) y Pesos invertidos en proyectos de eficiencia energética (Anual).
- Red de transmisión: kWh consumidos (Anual), kWh/Servicios Activos (Promedio mensual entre localidades) y Pesos invertidos en proyectos de eficiencia energética (Anual).
- Indicadores Globales: kWh Totales consumidos³⁴ (Anual), kWh Total/Servicios Activos (Promedio mensual), MB Transmitidos³⁵/kWh Total (Anual), kWh Total/MM\$EBITDA (Anual) y Pesos invertidos en proyectos de eficiencia energética (Anual).

³⁴ kWh totales = kWh Sitios Técnicos + kWh Red de transmisión

³⁵ MB transmitidos incluye sólo los datos del servicio de internet.

9 PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA

9.1 Establecimiento de línea base energética

Se calcula la línea base para los indicadores diseñados en el capítulo anterior, para definir metas para los próximos años. Se consideran los años 2010, 2011 y 2012.

Tabla 17: Línea base energética para IDEs

Actividad	Objetivo	Unidad de medida	Línea Base		
			2010	2011	2012
Sitios Técnicos 3Play	Control y Reporte Consumo	KWH Anual	23.968.238	26.051.429	28.299.917
	Mejorar Eficiencia Climatización	PUE promedio por sitio	2,7	2,5	2,5
	Mejorar Eficiencia Sitios Técnicos	KWH/Servicios Activos Mensual	-	0,76	0,73
	Control Inversión Proyectos	\$ Anual	\$ 80.757.307	\$ 331.329.684	0
Red de Transmisión	Control y Reporte Consumo	KWH Anual	24.331.109	26.133.635	27.922.969
	Mejorar Eficiencia de Red	KWH/Servicios Activos Mensual	-	0,84	0,81
	Control Inversión Proyectos	\$ Anual	\$ 241.455.456	0	0
Indicadores Globales	Control y Reporte Consumo	KWH Total Anual	48.299.347	52.185.064	56.222.886
	Mejorar Eficiencia Global	KWH Total/Servicios Activos Mensual	-	1,60	1,54
		MB Transmitidos/KWH Anual	3.294	4.410	5.303
	Comparación con Telcos Chilenas	KWH Total/\$MM EBITDA Anual	319	361	428
	Control Inversión Total Proyectos	\$ Anual	\$ 322.212.763	\$ 331.329.684	-

Fuente: Elaboración propia

En general, la evolución de los indicadores muestra que la empresa ha sido cada vez más eficiente en la entrega de servicios con el paso de los años. Pese a que el consumo eléctrico ha ido en aumento, tanto para sitios técnicos como para red de transmisión, (lo que es esperable para toda empresa en crecimiento) los indicadores de desempeño han ido mejorando.

Para el caso de los Sitios Técnicos, el PUE promedio por sitio ha mejorado en 0,2 puntos desde el año 2010, logrando 2,5 puntos de PUE a finales del 2012. Según *The Green Grid*³⁶, esto caracterizaría a los Sitios Técnicos de VTR con una eficiencia energética de su climatización dentro del promedio y con posibilidades de mejora.

Los kWh mensuales consumidos por Servicio Activo han ido disminuyendo, de 0,76 en 2011 a 0,73 en 2012, lo que indicaría que se está siendo más eficiente en el consumo total de electricidad en sitios técnicos. Esto demuestra que se ha usado de mejor manera la capacidad de los equipos computacionales instalados y se ha optado por equipos más eficientes al momento de cambiarlos.

En la Red de transmisión, el consumo energético por Servicio Activo también ha disminuido entre el 2011 y 2012 (0,84 y 0,81 kWh mensual/servicio activo, respectivamente).

³⁶ Mayor información sobre *The Green Grid* en el Anexo J: Indicadores de Energía Propuestos por Organizaciones de la industria de Telecomunicaciones y TIC.

Los indicadores globales también muestran una mejora en la eficiencia energética de la empresa: los kWh consumidos por cada servicio activo han disminuido a 1,54 y los Megabytes transmitidos por cada kWh de consumo han ido en aumento año a año, llegando a los 5.303 MB anuales por cada kWh.

En el caso del indicador kWh total/MM\$ EBITDA, se puede apreciar una tendencia al alza progresiva, mientras se desearía que este fuera en bajada. Este representa que se está consumiendo 428 kWh al año, por cada millón de pesos de EBITDA generado por la empresa, al año 2012.

9.2 Objetivos y metas energéticas propuestas

A continuación se presentan los objetivos perseguidos con cada indicador, junto a las metas propuestas para el año para el año 2013 calculadas a partir de la línea base energética:

Tabla 18: Metas energéticas propuestas para el año 2013

Actividad	Objetivo	Unidad de medida	Meta 2013
Sitios Técnicos 3Play	Control y Reporte Consumo	KWH Anual	< 30.300.000
	Mejorar Eficiencia Climatización	PUE promedio por sitio	< 2,5
	Mejorar Eficiencia Sitios Técnicos	KWH/Servicios Activos Mensual	< 0,73
	Control Inversión Proyectos	\$ Anual	> \$130.000.000
Red de Transmisión	Control y Reporte Consumo	KWH Anual	< 29.900.000
	Mejorar Eficiencia de Red	KWH/Servicios Activos Mensual	< 0,81
	Control Inversión Proyectos	\$ Anual	> \$80.000.000
Indicadores Globales	Control y Reporte Consumo	KWH Total Anual	< 60.200.000
	Mejorar Eficiencia Global	KWH Total/Servicios Activos Mensual	< 1,54
		MB Transmitidos/KWH Anual	> 6.196
	Comparación con Telcos Chilenas	KWH Total/\$MM EBITDA Anual	< 495
Control Inversión Total Proyectos	\$ Anual	> \$210.000.000	

Fuente: Elaboración propia

Para cada uno de los indicadores se proponen metas alcanzables, con el fin de mantener motivada a la organización. Las metas se calculan en base a la tendencia lineal presentada por los indicadores en los tres años anteriores, además de estimaciones comerciales internas de la empresa, proponiéndose tener un desempeño mejor al esperado en cada caso.

Las metas de los indicadores de control y reporte del consumo energético en kWh, fueron estimadas tomando en cuenta la proyección de cantidad de Servicios Activos de la empresa para el año 2013. Se estima que este crecimiento sea de un 7%, cifra menor al crecimiento de un 10% de los años anteriores, lo que se traduce en una estimación de consumo anual de energía eléctrica de 30.300.000 kWh para Sitios Técnicos y 29.900.000 kWh para Red de Transmisión.

En el caso de los indicadores PUE y kWh/Servicios Activos, se propone como meta mejorar el desempeño del año anterior, es decir, del 2012. Para la inversión en proyectos de eficiencia, se propone superar el promedio invertido en los tres años anteriores.

El indicador global MB transmitidos/kWh se estima que irá en crecimiento, ya que cada vez se utilizan más los servicios de internet. Por esto se plantea superar la tendencia lineal que muestra el indicador.

Finalmente, para el indicador que permite comparar el desempeño de VTR con otras empresas de telecomunicaciones chilenas³⁷, kWh total/\$MM EBITDA, se esperaría detener el crecimiento que se ha presentado en el pasado.

Para todos los indicadores diseñados, se propone aumentar la exigencia con los años, conforme la organización vaya adoptando su uso. Por ejemplo, para los años siguientes se podría tener como meta llegar a PUE inferior a 1.5 como recomienda *The Green Grid*. También se podría tener en cuenta el desempeño de las otras empresas de telecomunicaciones chilenas al momento de definir la meta de kWh total/\$MM EBITDA.

9.3 Iniciativas propuestas

A continuación, se presenta una serie de iniciativas propuestas para lograr las metas definidas anteriormente, las que fueron levantadas a partir de la revisión de experiencias internacionales. Luego, se muestran los sitios técnicos y localidades donde se debieran priorizar estas iniciativas, a partir de los reportes de consumo y eficiencia energética.

9.3.1 Sitios técnicos

- Auditoría Energética mediante empresa especializada. Existen beneficios financieros que da el estado para hacer esto, a través de la AChEE.
- Aumento de temperaturas de funcionamiento.
- Mejorar la administración de flujos de aire mediante rediseño de sitios.
- Renovar sistemas de climatización por más eficientes.
- Instalar *Free Cooling*³⁸ en Sitios con mayor consumo y alto PUE, donde sea factible el uso de esta tecnología. Se recomienda en sitios donde la temperatura externa sea baja durante gran parte del año.

Se recomienda realizar estas iniciativas, previa evaluación técnica y económica, en aquellos sitios técnicos muy ineficientes (con un PUE > 3,0). Ordenados de mayor a menor, estos son:

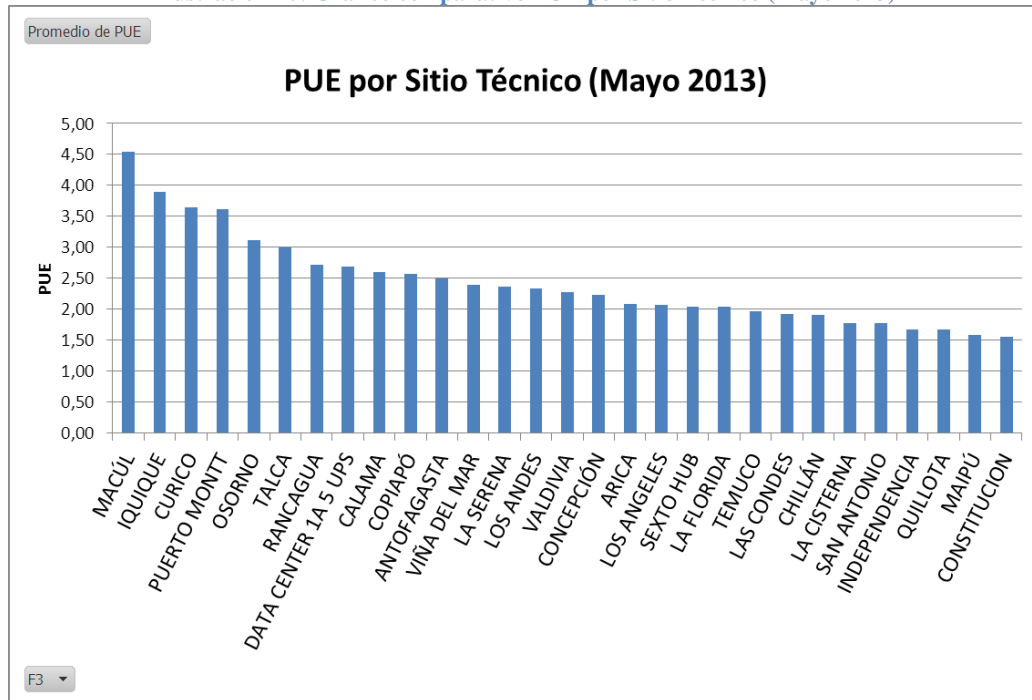
- Macul (PUE 4,54),
- Iquique (PUE 3,9)
- Curicó (PUE 3,65)
- Puerto Montt (PUE 3,62)
- Osorno (PUE 3,11)
- Talca (PUE 2,99)

³⁷ Mayor información en el capítulo 14.2 Comparación con empresas de telecomunicaciones en Chile.

³⁸ Definición de *Free Cooling* en el capítulo 5.2.1

El PUE registrado para el resto de los sitios técnicos se muestra en el gráfico siguiente:

Ilustración 20: Gráfico comparativo PUE por Sitio Técnico (Mayo 2013)



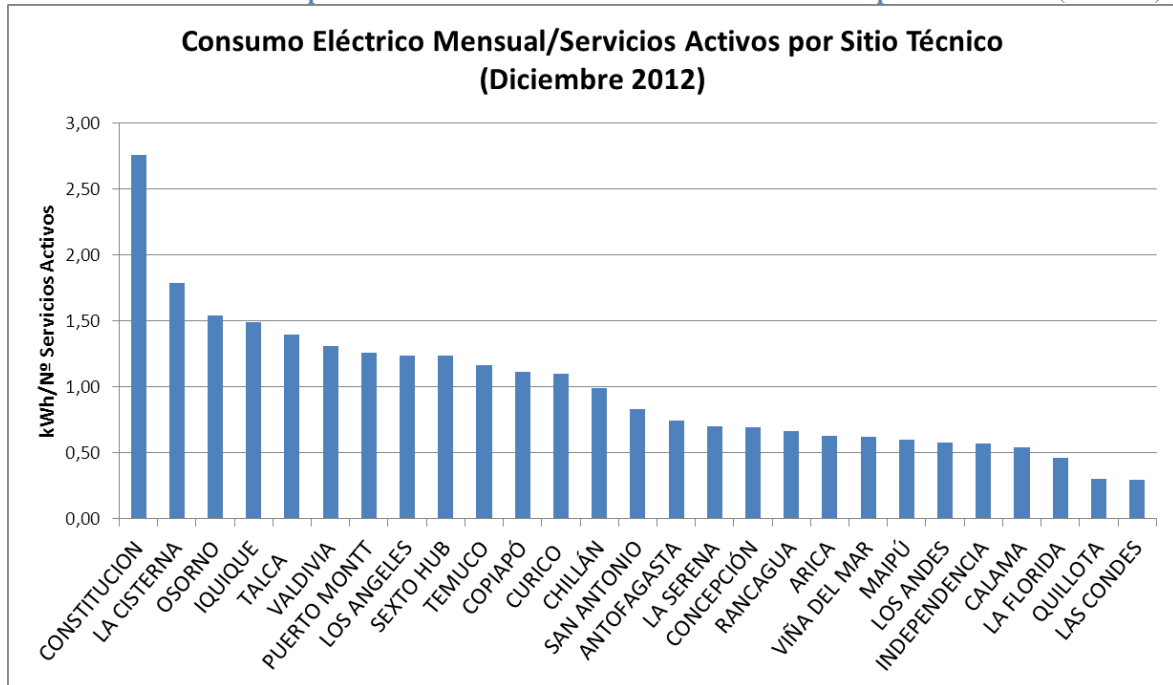
Fuente: Elaboración propia

También se recomienda revisar el equipamiento TI en aquellos sitios que presenten mayor consumo eléctrico promedio por servicio activo. Puede ser necesario una renovación a equipos más eficientes. Estos son:

- Osorno (1,54 kWh/Servicio Activo)
- Iquique (1,49 kWh/Servicio Activo)
- Talca (1,39 kWh/Servicio Activo)
- Valdivia (1,30 kWh/Servicio Activo)
- Puerto Montt (1,26 kWh/Servicio Activo)
- Los Ángeles (1,23 kWh/Servicio Activo)

A continuación se muestra el cálculo de consumo eléctrico por cada servicio activo para el resto de los sitios técnicos:

Ilustración 21: Gráfico comparativo Consumo Eléctrico Mensual/Servicios Activos por Sitio Técnico (Dic 2012)



Fuente: Elaboración propia

Se puede notar que no se escoge los sitios de Constitución y La Cisterna como recomendados para realizar revisión de equipamiento TI. Esto es así, ya que, Constitución presenta naturalmente mayor consumo por sitio activo al tratarse de un sitio nuevo. El sitio de La Cisterna también presenta un comportamiento distinto al resto, al tratarse de un *Superhub (Hub + Headend)* y no ser sólo un *hub* como el resto.

9.3.2 Red de transmisión

Las iniciativas propuestas para la red de transmisión incluyen mejorar el foco de lo que se ha hecho hasta el momento, utilizando los reportes de eficiencia de red:

- Reducir potencias solicitadas
- Disminuir demanda de energía para cargas de batería
- Eliminar fuentes secundarias

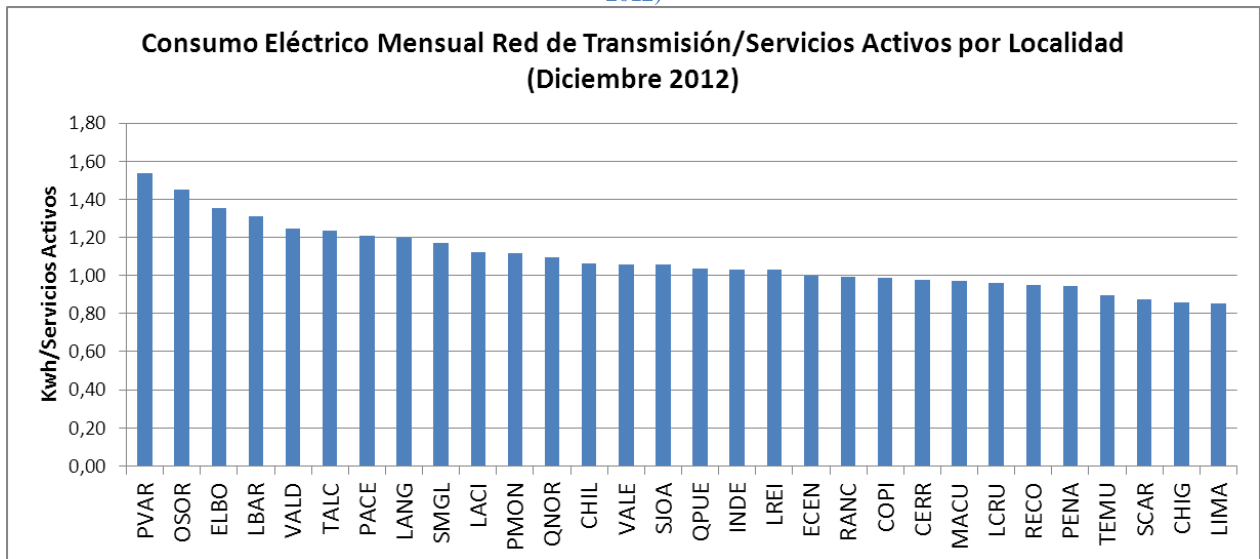
Se recomienda realizar estas actividades en aquellas localidades con mayor consumo energético mensual de red por servicio activo. Las diez localidades con mayor ratio kWh/servicios activos (ordenadas de mayor a menor) son:

- Puerto Varas (1,53 kWh/servicio activo)
- Osorno (1,45 kWh/servicio activo)
- El Bosque (1,35 kWh/servicio activo)
- Lo Barnechea (1,31 kWh/servicio activo)
- Valdivia (1,25 kWh/servicio activo)
- Talca (1,23 kWh/servicio activo)
- Pedro Aguirre Cerda (1,21 kWh/servicio activo)

- Los Ángeles (1,20 kWh/servicio activo)
- San Miguel (1,17 kWh/servicio activo)
- La Cisterna (1,12 kWh/servicio activo)

En el siguiente gráfico se muestra el cálculo del indicador para las 30 localidades más ineficientes, de un total de 68 tomadas en cuenta en el cálculo de la línea base energética.

Ilustración 22: Gráfico comparativo consumo eléctrico mensual red de transmisión/servicios activos por localidad (Dic 2012)



Fuente: Elaboración propia

10 DISEÑO DE PROCESO DE GESTIÓN

10.1 Fuentes de información en la empresa

Para estimar el consumo energético de los sitios técnicos y la red de transmisión, con el fin de generar y mantener los IDE existen dos fuentes de información, las que se muestran a continuación, con sus ventajas y desventajas:

- Estimación de consumo energético mensual a través de potencia eléctrica medida por mantención de sitios técnicos y redes. Se estima el consumo eléctrico mediante la relación $P=V*I$, es decir:

$$\text{Potencia (W)} = \text{Voltaje(V)} * \text{Intensidad de corriente(I)}$$

Luego, se estima el Consumo mensual,

$$\text{Consumo Mensual (kWh)} = \frac{\text{Potencia(W)} * 24(\text{horas}) * 30(\text{días})}{1000}$$

- Ventajas: Se tiene información desde el año 2008. Son sólo 2 departamentos los encargados de hacer las mediciones, además no habría trabajo extra, sino sólo reunir la información que ya se está registrando.
- Desventajas: Es una estimación de los kWh, a partir de la medición de las potencias, no el valor exacto de consumo energético cobrado por las empresas proveedoras de electricidad. No se tiene todo el consumo disponible, solo de la operación *triple play*.
- Consumo eléctrico registrado en facturas enviadas por las distintas compañías proveedoras de electricidad. Estos registros son guardados mes a mes por los jefes administrativos de cada zona.
 - Ventajas: Es el valor exacto en kWh cobrado por las empresas proveedoras de electricidad. A futuro, sería más fácil implementar el seguimiento a oficinas y sucursales y sitios móviles, ya que el consumo de estos sólo se encuentra disponible en facturas.
 - Desventajas: No se tiene información de años anteriores al año 2012. Serían 4 departamentos los encargados, uno por cada zona, requiriéndose mayor capacitación. El ingreso de los datos tendría que ser manual, mes a mes, dando más trabajo a encargados administrativos zonales. El proceso en general sería más difícil.

De los distintos proveedores de energía eléctrica de la compañía, sólo Chilectra (quién ofrece el 50% del consumo total de VTR), tiene la capacidad de enviar las facturas mes a mes en formato de planilla de datos. Esto hace infactible un sistema alimentado directamente por la información enviada por los proveedores.

Se decide que la mejor fuente de información para llevar un control de la energía consumida son las potencias eléctricas, registradas por los encargados de la mantención de los sitios técnicos y red de transmisión.

Luego, se tiene básicamente cinco fuentes de información de donde se extraerán los datos necesarios para formar los indicadores. Estas son:

- Soporte de Energía y Climatización: es el departamento encargado de todo el equipamiento de respaldo de los sitios Triple Play³⁹ desde Arica hasta Puerto Montt. Mensualmente hacen mediciones de las potencias consumidas en cada sitio, para asegurar que el respaldo de energía sea el adecuado.

Ilustración 23: Screenshot Planilla Excel Consumo Potencias Sitios Técnicos

Fecha	SITIO	MRC	POTENCIA CONECTADA EN KW	ESPALME PROTECTORA USAL DE	ESPALME CONSUMO SITIO TECNICO EN KW	ESPALME CONSUMO BATERIAS EN KW - Campo DT	ESPALME RECARGA DE BATERIAS EN	ESPALME CONSUMO TOTAL SITIO + CARGA	ESPALME CONSUMO ACTUAL EN AMP.
Ago-10	LA CONDOR	HUB-LCON	337	800	102	0	192	132,2	193
Ago-10	LA FLORDA	HUB-LFLO	479	750	174	0	174	208,8	333
Ago-10	INDEPENDENCIA	HUB-IRDE	475	700	190	0	190	232,8	373
Ago-10	VIBA DEL MAR	HUB-VVMA	480	500	180	15	205	230,8	366
Ago-10	QUILLOTA	HUB-QLLT	80	120	8,4	0	8,4	18,1	16
Ago-10	LOS ARDES	HUB-LARD	90	125	22	0	22	23,7	37
Ago-10	RANCAGUA	HUB-RANC	87	150	53	0	53	58,1	91
Ago-10	CHILLAR	HUB-CHLL	84,48	160	33	0	33	38,1	60
Ago-10	CURICO	HUB-CURI	144	225	45	0	45	47,5	75
Ago-10	TALCA	HUB-TALC	148,5	225	45	0	45	48,5	78
Ago-10	LOS ANDES	HUB-LAND	418,2	750	70	0	70	27,4	443

Fuente: Departamento de Soporte de Energía y Climatización

- Mantención de Red: es el departamento encargado de supervisar el correcto funcionamiento de las fuentes de poder ubicadas en los nodos de todo VTR. Se registran los consumos de las fuentes de poder sólo cuando hay aumentos o disminuciones de la potencia contratada, guardándose la medición en una base de datos.

Ilustración 24: Screenshot Planilla Excel Consumo Fuentes de Poder

EVT_CODE	EVT_DESC	EVT_REPORTED	EVT_COMPLETED	EVT_CUAD	EVT_MONO	EVT_ZONE	EVT_COMA
201878	CAPTILLA DE MEDICION DE FUENTES DE PODER	02-05-2005 24:40	05-05-2005 23:51	3	50	ZONA CENTRO	CONCON
201879	CAPTILLA DE MEDICION DE FUENTES DE PODER	02-05-2005 24:40	05-05-2005 23:54	3	50	ZONA CENTRO	CONCON
201880	CAPTILLA DE MEDICION DE FUENTES DE PODER	02-05-2005 24:34	05-05-2005 23:58	1	80	ZONA CENTRO	QUIPULU
20221	CAPTILLA DE MEDICION DE FUENTES DE PODER	02-05-2005 24:34	05-05-2005 24:04	1	80	ZONA CENTRO	QUIPULU
20222	CAPTILLA DE MEDICION DE FUENTES DE PODER	02-05-2005 24:34	05-05-2005 24:05	3	80	ZONA CENTRO	QUIPULU
20223	CAPTILLA DE MEDICION DE FUENTES DE PODER	02-05-2005 24:34	05-05-2005 24:06	2	80	ZONA CENTRO	QUIPULU
20224	CAPTILLA DE MEDICION DE FUENTES DE PODER	02-05-2005 24:34	05-05-2005 24:11	3	80	ZONA CENTRO	QUIPULU
20225	CAPTILLA DE MEDICION DE FUENTES DE PODER	02-05-2005 24:34	05-05-2005 24:10	1	80	ZONA CENTRO	QUIPULU
20226	CAPTILLA DE MEDICION DE FUENTES DE PODER	02-05-2005 24:34	05-05-2005 24:14	2	80	ZONA CENTRO	QUIPULU
20227	CAPTILLA DE MEDICION DE FUENTES DE PODER	02-05-2005 24:34	05-05-2005 24:15	4	80	ZONA CENTRO	QUIPULU
20228	CAPTILLA DE MEDICION DE FUENTES DE PODER	02-05-2005 24:34	05-05-2005 24:18	3	80	ZONA CENTRO	QUIPULU
20229	CAPTILLA DE MEDICION DE FUENTES DE PODER	02-05-2005 24:34	05-05-2005 24:19	2	80	ZONA CENTRO	QUIPULU
20230	CAPTILLA DE MEDICION DE FUENTES DE PODER	02-05-2005 24:34	05-05-2005 23:58	1	80	ZONA CENTRO	QUIPULU
20231	CAPTILLA DE MEDICION DE FUENTES DE PODER	02-05-2005 24:34	05-05-2005 23:51	2	80	ZONA CENTRO	QUIPULU
20232	CAPTILLA DE MEDICION DE FUENTES DE PODER	02-05-2005 24:34	05-05-2005 24:07	1	80	ZONA CENTRO	QUIPULU
20233	CAPTILLA DE MEDICION DE FUENTES DE PODER	02-05-2005 24:34	05-05-2005 23:32	4	80	ZONA CENTRO	QUIPULU
20234	CAPTILLA DE MEDICION DE FUENTES DE PODER	02-05-2005 23:51	05-05-2005 23:21	1	20	ZONA METROPOLITANA	ÑUÑOA
20235	CAPTILLA DE MEDICION DE FUENTES DE PODER	02-05-2005 23:51	05-05-2005 23:21	2	20	ZONA METROPOLITANA	ÑUÑOA
20236	CAPTILLA DE MEDICION DE FUENTES DE PODER	02-05-2005 23:51	05-05-2005 23:21	3	20	ZONA METROPOLITANA	ÑUÑOA
20237	CAPTILLA DE MEDICION DE FUENTES DE PODER	02-05-2005 23:51	05-05-2005 23:21	4	20	ZONA METROPOLITANA	ÑUÑOA
20238	CAPTILLA AUTONOMIA REMOTA MODULOS MUSA	02-05-2005 23:51	05-05-2005 23:48	1	2	ZONA METROPOLITANA	CERILLLOS
20239	CAPTILLA AUTONOMIA REMOTA MODULOS MUSA	02-05-2005 23:51	05-05-2005 23:48	2	2	ZONA METROPOLITANA	CERILLLOS
20240	CAPTILLA AUTONOMIA REMOTA MODULOS MUSA	02-05-2005 23:51	05-05-2005 23:58	1	2	ZONA METROPOLITANA	CERILLLOS
20241	CAPTILLA AUTONOMIA REMOTA MODULOS MUSA	02-05-2005 23:51	05-05-2005 23:50	1	2	ZONA METROPOLITANA	CERILLLOS
20242	CAPTILLA AUTONOMIA REMOTA MODULOS MUSA	02-05-2005 23:51	05-05-2005 23:49	1	2	ZONA METROPOLITANA	CERILLLOS
20243	CAPTILLA AUTONOMIA REMOTA MODULOS MUSA	02-05-2005 23:51	05-05-2005 23:52	2	2	ZONA METROPOLITANA	CERILLLOS
20244	CAPTILLA AUTONOMIA REMOTA MODULOS MUSA	02-05-2005 23:51	05-05-2005 23:53	1	2	ZONA METROPOLITANA	CERILLLOS
20245	CAPTILLA AUTONOMIA REMOTA MODULOS MUSA	02-05-2005 23:52	05-05-2005 23:56	4	2	ZONA METROPOLITANA	CERILLLOS
20246	CAPTILLA AUTONOMIA REMOTA MODULOS MUSA	02-05-2005 23:52	05-05-2005 23:51	1	2	ZONA METROPOLITANA	CERILLLOS
20247	CAPTILLA AUTONOMIA REMOTA MODULOS MUSA	02-05-2005 23:52	05-05-2005 23:53	2	2	ZONA METROPOLITANA	CERILLLOS
20248	CAPTILLA AUTONOMIA REMOTA MODULOS MUSA	02-05-2005 23:52	05-05-2005 23:53	3	2	ZONA METROPOLITANA	CERILLLOS

Fuente: Departamento Mantención de Red

³⁹ Sitios Triple Play son los sitios técnicos encargados de transmitir 3 servicios: Telefonía, Internet y Televisión.

- *Datawarehouse* de la empresa⁴⁰: En el repositorio de datos centralizado de la empresa, se mantiene y actualiza mes a mes la cantidad de Servicios Activos de cada localidad conectados a cada *Hub*. El acceso a esta información es a través de una plataforma en intranet mantenida por el área de tecnologías de la empresa, a la cual tiene acceso personal de RSE. (Futuros encargados de IDEs).
- Control de Gestión: el área de control de gestión hace el seguimiento al EBITDA de la empresa, el que es utilizado en uno de los indicadores diseñados.
- Planificación de Redes: en este departamento se encarga de pronosticar como irá creciendo la demanda de servicios y así planificar cómo hacer crecer la red de cobertura. Dentro de los datos que disponen están los Megabytes de información transmitidos mensualmente.

Ilustración 25: Screenshot Planilla Excel megabytes transmitidos mensualmente

Year	Month	Total Downstream MB / Month (Access/CMTs) (All Products)	Total Upstream MB / Month (Access/CMTs) (All Products)	Subs at Month End (Month End Rows)	Avg Downstream MB / Day Subs (Calculated)	Avg Upstream MB / Day Subs (Calculated)	Total	Highest User (25 MB over Month)	D.U.
2006	Ene-06	966 570 648	711 962 147	275 812	113	83	196	459 430	1.4
2006	Feb-06	996 433 965	731 438 289	286 075	124	91	216	440 723	1.4
2006	Mar-06	1 269 825 145	938 435 181	296 349	136	102	240	428 165	1.3
2006	Abr-06	1 353 210 611	1 012 429 819	308 781	146	109	255	280 489	1.3
2006	May-06	1 568 117 070	1 188 819 472	323 135	157	119	270	423 678	1.3
2006	Jun-06	1 620 163 615	1 217 035 047	337 170	160	120	281	370 577	1.3
2006	Jul-06	1 770 168 770	1 299 060 229	350 092	163	120	283	427 017	1.4
2006	Ago-06	1 701 750 617	1 281 533 203	363 081	151	114	260	278 626	1.3
2006	Sep-06	1 638 791 787	1 401 237 695	375 690	163	124	287	396 548	1.3
2006	Oct-06	2 189 572 735	1 701 951 836	386 041	163	142	325	534 752	1.3
2006	Nov-06	2 167 747 868	1 673 806 968	396 082	177	137	314	271 962	1.3
2006	Dic-06	2 273 379 062	1 736 309 544	405 169	181	139	319	624 064	1.3
2007	Ene-07	2 147 776 839	1 593 666 902	415 336	167	124	291	659 042	1.3
2007	Feb-07	2 060 257 262	1 500 962 397	418 716	161	116	277	650 001	1.3
2007	Mar-07	2 582 449 743	1 896 304 824	426 387	195	143	339	612 505	1.4
2007	Abr-07	2 753 151 086	2 005 820 975	439 822	209	152	361	649 478	1.4
2007	May-07	3 055 711 445	2 247 983 752	451 299	216	161	379	716 705	1.4
2007	Jun-07	2 936 779 307	2 112 427 456	461 291	212	153	365	604 618	1.4
2007	Jul-07	3 177 792 396	2 233 834 896	473 498	216	152	369	656 428	1.4
2007	Ago-07	3 365 531 864	2 315 725 747	482 358	224	155	379	NA	1.4
2007	Sep-07	3 222 788 826	2 033 130 546	488 249	220	139	359	NA	1.6
2007	Oct-07	3 456 550 893	2 065 265 101	496 855	224	134	359	NA	1.7
2007	Nov-07	3 302 469 862	2 041 953 870	503 785	219	135	354	NA	1.6
2007	Dic-07	3 374 015 501	2 032 964 172	512 049	213	128	341	NA	1.9
2008	Ene-08	3 226 617 176	1 900 125 506	517 300	206	127	327	NA	1.9

Fuente: Departamento Planificación de Redes

10.1.1 Descripción del Datawarehouse

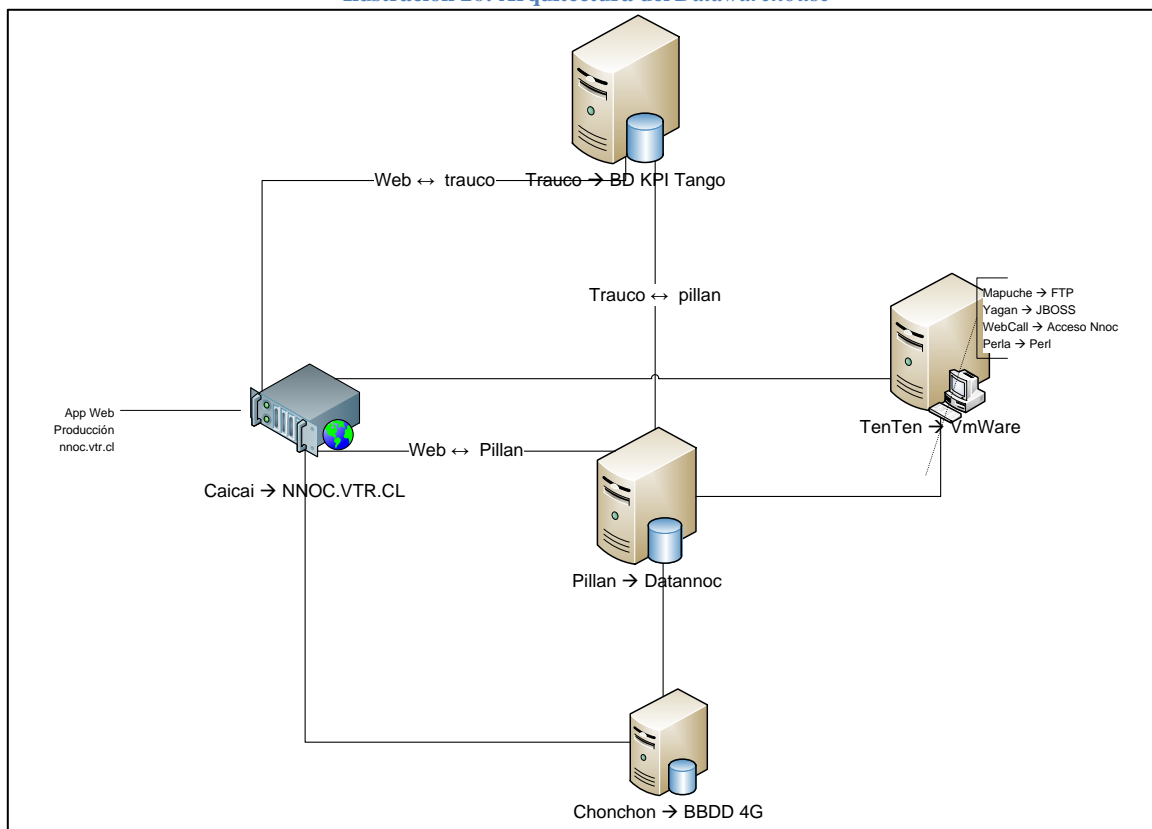
A continuación se describe la tecnología bajo la cual opera el *Datawarehouse* de la empresa, de donde, como se explica en el punto anterior, se extraen los datos de Servicios Activos y adonde a futuro podrían implementarse los Indicadores de Desempeño Energético.

La arquitectura del *Datawarehouse* está diseñada a tres niveles, más específicamente, utiliza el patrón Modelo Vista Controlador, el que consiste en la separación de los datos de la interacción del usuario con ellos.

Está conformado por cinco servidores, los cuales, tienen las siguientes características:

⁴⁰ Descripción de la tecnología bajo la cual opera el *Datawarehouse* en el capítulo 10.1.1

Ilustración 26: Arquitectura del Datawarehouse



Fuente: Subgerencia Soporte TI

1. Servidor CAICAI: En él se aloja el sitio web (nnoc.vtr.cl) mediante el cual se hace la consulta de los Servicios Activos conectados a cada Sitio Técnico, además de otras informaciones respecto a la operación de la empresa. Sus características técnicas son las siguientes:
 1. Finalidad: *Application Server*
 2. Capacidad: 500 Gb
 3. Procesador: 2 Intel QuadCore Xeon 5570
 4. Memoria RAM: 16 Gb
 5. Software: Sistema operativo RedHat 5.X 64bits

2. Servidor TENTEN: Funciona como máquina virtual, sirviendo a diversos propósitos, entre los que se incluye controlar las puertas de acceso al sitio mencionado en el servidor anterior.
 1. Finalidad: Máquina virtual
 2. Capacidad: 1,7 Tb
 3. Procesador: 2 Intel QuadCore Xeon 5570
 4. Memoria RAM: 64 Gb
 5. Software: VmWare ESXi 64bits

3. Servidor PILLAN: Contiene la información de sólo lectura, que es mostrada en el sitio. Funciona como base de datos transaccional y es el servidor principal utilizado al hacer peticiones al sitio.
 1. Finalidad: Base de datos transaccional
 2. Capacidad: 700 Gb
 3. Procesador: 2 Intel QuadCore Xeon 5570
 4. Memoria RAM: 64 Gb
 5. Software: Sistema operativo RedHat 5.X 64bits

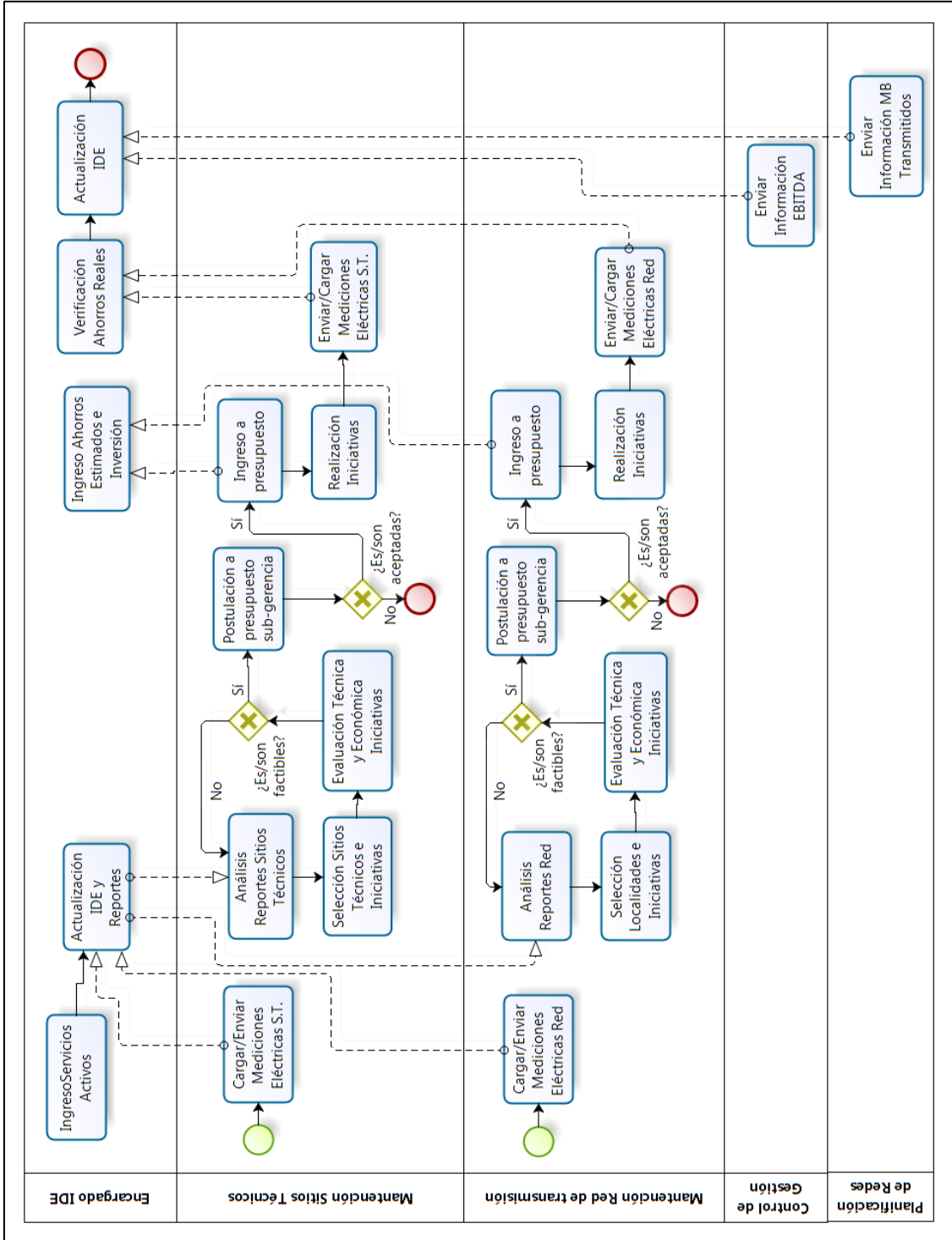
4. Servidor TRAUCO: Aloja un consolidado de las bases de datos de diversos sistemas de la empresa, funcionando como datawarehouse y guardando los indicadores principales utilizados para análisis en el sitio web.
 1. Finalidad: Datawarehouse
 2. Capacidad: 500 Gb
 3. Procesador: 1 Intel QuadCore Xeon 5570
 4. Memoria RAM: 16 Gb
 5. Software: Sistema operativo RedHat 5.X 64bits

5. Servidor CHONCHON: Aloja información referente a la operación de telefonía móvil de la empresa. Características técnicas no especificadas.

10.2 Modelamiento del proceso de gestión

A continuación se muestra un modelo de proceso de gestión diseñado para apoyar la toma de decisiones en materia energética y ordenar el cálculo de los IDEs en la empresa.

Ilustración 27: Modelamiento proceso de gestión



Fuente: Elaboración propia

Las principales actividades de este proceso son:

Actualización de IDE y Reportes: El encargado de IDE, de la Subgerencia de Responsabilidad Empresarial, actualiza los IDE y los reportes de eficiencia energética. Estos reportes incluyen:

- Comparación PUE sitios técnicos
- Evolución PUE sitios técnicos
- Comparación kWh por sitio técnico
- Evolución kWh por sitio técnico
- Comparación kWh/servicio activo por sitio técnico
- Evolución kWh/servicio activo por sitio técnico
- Comparación kWh Red por localidad
- Comparación kWh Red/servicios activos por localidad

Los actualiza utilizando la información de servicios activos desde el *datawarehouse* de la empresa y las mediciones eléctricas enviadas por los encargados de mantenimiento.

Análisis Reportes: Los responsables de mantenimiento, junto el encargado de IDE, analizan los reportes y seleccionan aquellos sitios y localidades donde realizarán iniciativas.

Evaluación Técnica y Económica de Iniciativas: Cada departamento encargado debe proponer evaluar distintas iniciativas, las que pueden ser priorizadas según los siguientes criterios [9]:

- Criterios técnicos: Mejora de indicadores de desempeño, Reducción de costos de energía, Impactos en el mantenimiento.
- Criterios económicos: Reducción de costos, Valor actual neto (VAN), Tasa de Retorno de la Inversión (TIR), Período de retorno de la inversión.
- Criterios mixtos: Costo marginal de abatimiento (\$/tonCO₂)

Estimación y verificación de ahorros: Se debe verificar el ahorro energético estimado para cada una de las iniciativas realizadas.

Actualización de IDE: Se calculan los valores logrados para los IDE cada año, reuniendo información de servicios activos, consumos energéticos, MB transmitidos y EBITDA. Se verifica grado de cumplimiento de metas y se calculan las metas para el año siguiente.

11 DISEÑO DE PROTOTIPO

11.1 Análisis de requerimientos

A continuación se presentan los requerimientos funcionales y no funcionales de los clientes para el prototipo a implementar. Estos se levantaron en varias entrevistas con los futuros usuarios del sistema: futuro encargado de IDE (Subgerencia de RSE), actuales responsables de proyectos de eficiencia energética en sitios técnicos (Departamento de Soporte de Energía y Climatización) y actuales responsables de proyectos en Red de transmisión (Departamento de mantenimiento de redes).

Además, se propusieron varios requerimientos para lograr llegar a un prototipo que cumpliera con los objetivos específicos del trabajo.

11.1.1 Requerimientos funcionales

Los casos de uso correspondientes a los requerimientos funcionales del prototipo son los siguientes:

Administrar IDE: El Encargado de los IDE, administra los indicadores, lo que incluye: Ingreso, Actualización, Modificación y Eliminación de IDEs

Ver Reportes: Encargado de los IDE, Responsable de Sitios Técnicos y Responsable de Red, observan los reportes sobre consumos y eficiencia, lo que les permite tomar mejores decisiones sobre dónde realizar las iniciativas de eficiencia energética.

Cargar Mediciones Eléctricas Sitios Técnicos: Responsable de Sitios Técnicos carga las mediciones de los distintos sitios técnicos, que incluye la potencia mensual registrada en cada uno de ellos, además de información necesaria para calcular PUE.

Cargar Consumos Red de Transmisión: Responsable de Red de transmisión carga las mediciones de las distintas fuentes de poder existentes, que incluye la localidad donde se encuentra cada una.

Ingresar Información de Servicios: Encargado de los IDE ingresa Servicios Activos (los cuales extrae de *datawarehouse* de la empresa, EBITDA (enviado por Control de Gestión) y MB Transmitidos (enviado por Planificación de redes)

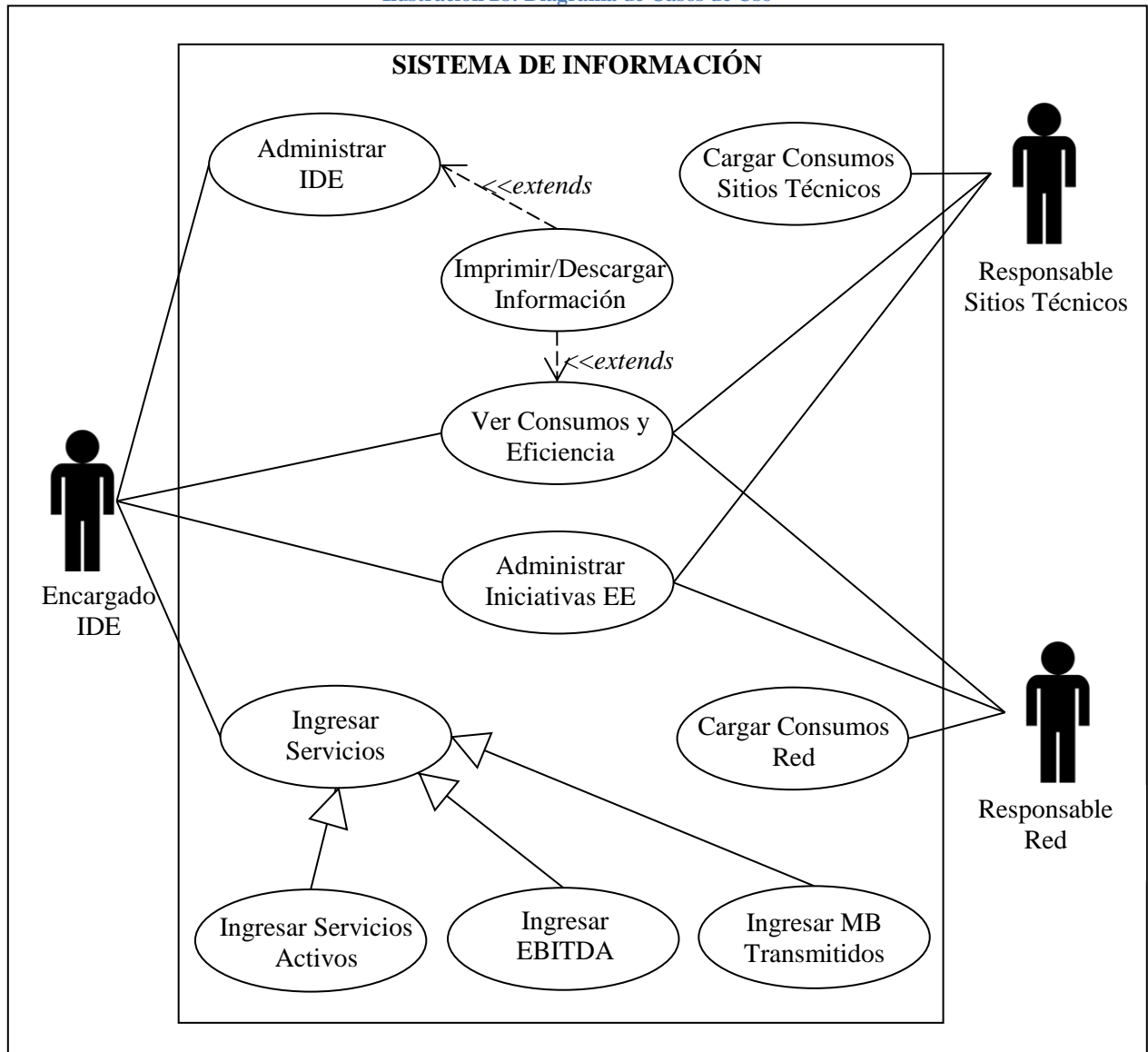
Administrar Iniciativas Eficiencia Energética: Encargado de IDE ingresa iniciativas de eficiencia energética tanto de Sitios Técnicos, como de Red de transmisión, incluyendo: Ingreso, Actualización de estado, Modificación y Eliminación de iniciativas.

Imprimir/Descargar Información: Encargado de IDE, Responsable de Sitios Técnicos y Responsable de Red de transmisión descargan o imprimen tanto reportes como cuadro de mando que incluye IDE, con el fin de presentar avances a alta directiva.

A continuación se presenta un diagrama de los casos de uso explicados anteriormente, para una mejor comprensión de los requerimientos del sistema:

Diagrama de Casos de Uso

Ilustración 28: Diagrama de Casos de Uso



Fuente: Elaboración Propia

11.1.2 Requerimientos no funcionales

Facilidad de Uso: El sistema debe ser lo más simple posible, con indicadores poco complejos y fáciles de entender. Se debe incluir información sobre los datos mostrados, que expliquen lo que representan y de donde son extraídos. No agregar muchas más horas de trabajo para mantener los indicadores.

Fiabilidad: Para asegurar la fiabilidad del sistema se harán respaldos de la información obtenida en él, a cargo del Encargado de los IDE.

Rendimiento: Los tiempos de respuesta deben ser adecuados para visualizar el tablero de control de IDE, los gráficos de consumos y eficiencia energética. Los tiempos de cargas de consumo, al

hacerse con menos frecuencia, pueden ser más largos. El sistema debe estar disponible para ser accedido en cualquier instante, consumiendo la menor cantidad de recursos posibles.

Soporte: Se requiere que sea una herramienta de fácil mantenimiento y configuración. En específico, lo ideal es utilizar *software* ya utilizado por la empresa.

11.2 Diseño de la arquitectura

La arquitectura del sistema consta de tres capas: una capa para la carga y guardado de datos, una capa para el procesamiento de datos y otra para la visualización de reportes y cuadros de mando. Se presenta la arquitectura tanto del prototipo, como una propuesta de arquitectura para cuando, a futuro, se implemente en los sistemas de la empresa.

Capa de Datos:

- Archivos de entrada: Serán las planillas que contienen mediciones eléctricas de Sitios Técnicos y mediciones eléctricas de Red.
- Base de datos: Toda la información se guarda en la Planilla Excel principal, en el caso del prototipo. A futuro, la base de datos deberá alojarse en el *Datawarehouse* de la empresa, donde se alojan los Servicios Activos.

Capa de Procesos:

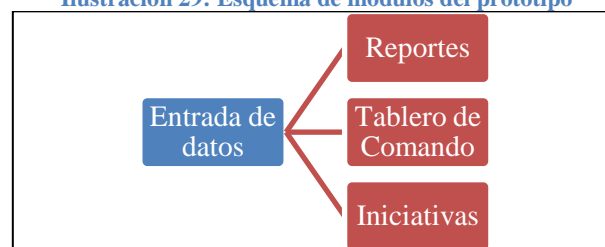
- Carga de mediciones eléctricas de Sitios Técnicos y Red: La carga de mediciones eléctricas se realizan mediante PowerPivot, de la Planilla Excel principal.
- Cálculo de consumos e indicadores: A través de las mediciones eléctricas cargadas, se estiman automáticamente los consumos mensuales y se calculan los indicadores.
- En el caso de la herramienta cuándo sea adaptada por VTR, su equivalente será el Servidor de Aplicaciones, el cual aloja el sitio web interno de la empresa *nnoc.vtr.cl*

Capa de Distribución:

- Interfaz de carga: aquí se podrán cargar los distintos consumos de la empresa. Se podrá seleccionar entre consumos de sitios técnicos o de red.
- Interfaz de reportes y cuadros de mando: Se muestra el cuadro de mando con los indicadores, los valores actuales, las metas y los porcentajes de logro. También las iniciativas administradas.

11.3 Módulos

Ilustración 29: Esquema de módulos del prototipo



Fuente: Elaboración propia

Entrada de datos: Debe permitir la entrada de mediciones eléctricas de sitios técnicos, consumos de red y servicios.

Reportes: Se deben mostrar varios reportes que apoyen la toma de decisiones de encargados de sitios técnicos y red. Esto incluye cada gráfico descrito a continuación, con su respectiva tabla y valores.

Sitios Técnicos:

- Gráfico comparativo Consumo Sitios Técnicos. Esta información tiene como fin identificar aquellos sitios técnicos con mayor consumo energético.
- Gráfico evolución mensual Consumo por Sitio Técnico. Se utiliza para verificar los ahorros de energía de las iniciativas implementadas.
- Gráfico comparativo PUE de Sitios Técnicos. Utilizado para comparar la eficiencia en la climatización de los distintos sitios.
- Gráfico evolución PUE por Sitio Técnico. Permite verificar los cambios en PUE logrados por las iniciativas implementadas.
- Gráfico comparativo Consumo/Servicios Activos: Permite comparar los sitios con mayor consumo respecto a sus servicios activos, dando una idea de dónde deben cambiarse los equipos a más eficientes.

Red de transmisión:

- Gráfico comparativo Consumo Red por localidad: Se utiliza para identificar las localidades con mayor consumo energético en cuanto a red de transmisión.
- Comparación Consumo/Servicios Activos por Zona: Permite comparar las localidades donde hay mayor consumo por servicio activo, dando una idea de en qué localidades deben realizarse iniciativas de eficiencia.

Tablero de Comando: Debe mostrar los distintos IDE, agrupados por actividad. También su evolución en el tiempo (línea base), las metas para el año y el estado de cumplimiento de estas.

Iniciativas: Se deben mostrar las distintas iniciativas desarrolladas, agrupadas por actividad, con el sitio técnico o localidad donde se están realizando, el estado del proyecto, su ahorro estimado y ahorro real.

11.4 Especificaciones de software y hardware

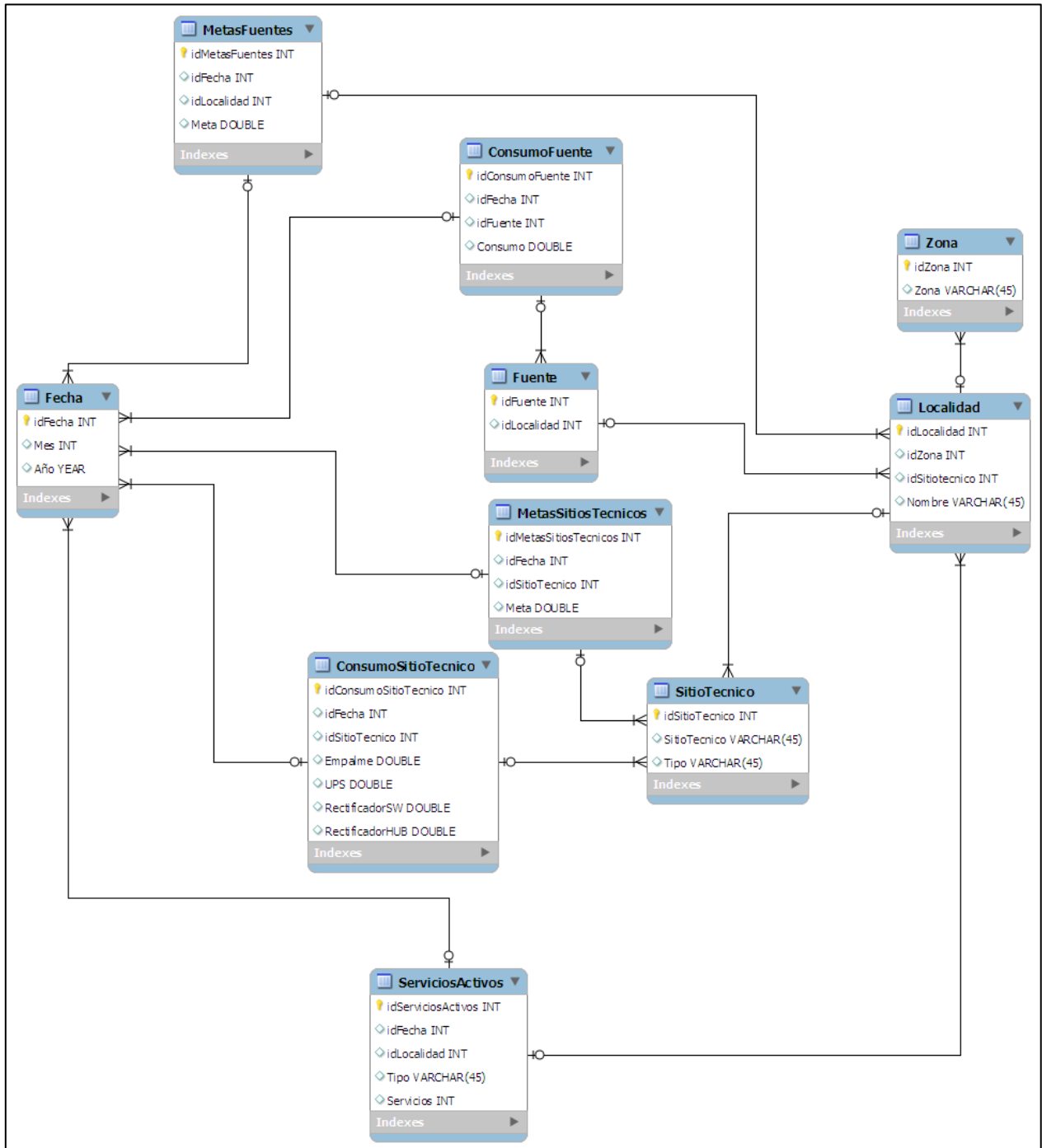
La herramienta utiliza Microsoft Excel 2010 y su extensión PowerPivot, ambos utilizados y comprobados en su utilidad en distintas memorias realizadas en la escuela [22] [23] . Para que estos programas funcionen correctamente, el computador de cada usuario debe tener:

- Un procesador de 500 (MHz) o superior
- Un mínimo de 1 GB de RAM (se recomienda 2 GB o más).
- 2 GB de espacio disponible en disco.
- Uno de los siguientes sistemas operativos: Windows XP con SP3, Windows Vista con SP1 o Windows 7.

11.5 Diseño de la base de datos

La base de datos relacional incluye la información de consumos eléctricos, tanto de sitios técnicos como red de transmisión, información de servicios y metas. Se incluye este diseño pensado en función al *datawarehouse* ya existente en la empresa y su implementación del sistema a futuro.

Ilustración 30: Diseño de la base de datos



Fuente: Elaboración propia

11.6 Diseño de la interfaz

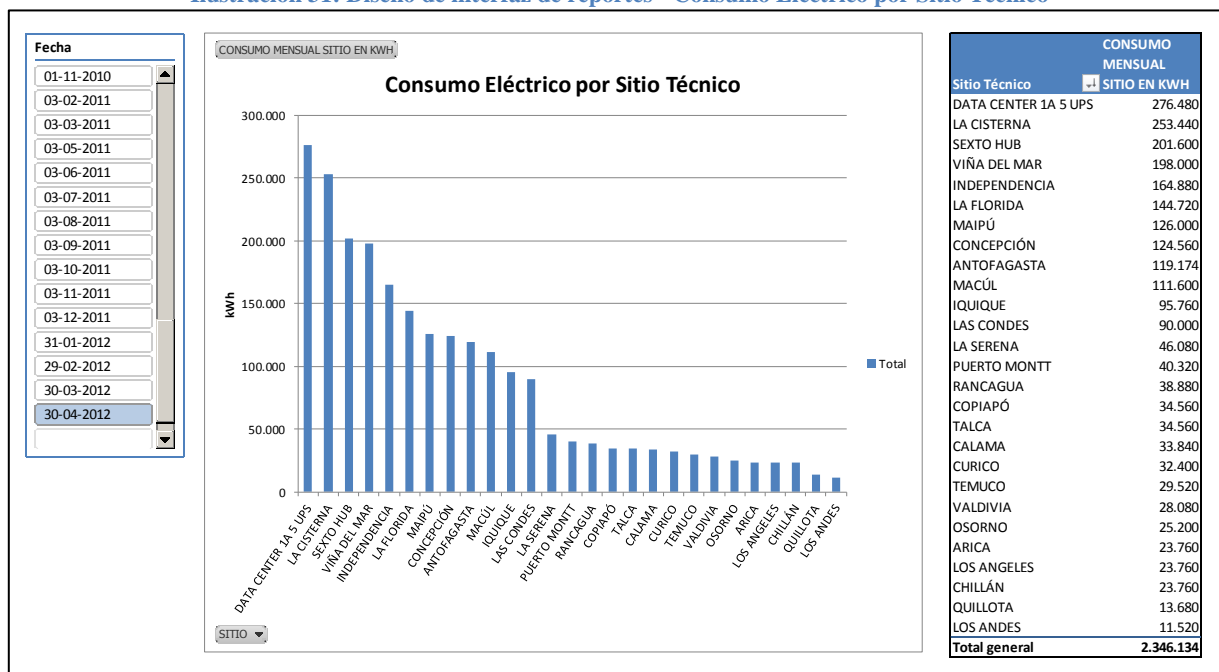
Entrada de Datos

Se utilizan las mismas planillas descritas en el sub-capítulo “Fuentes de información de usos de energía en la empresa”, del capítulo “Diseño de Proceso de Gestión” presentado en este informe.

Reportes

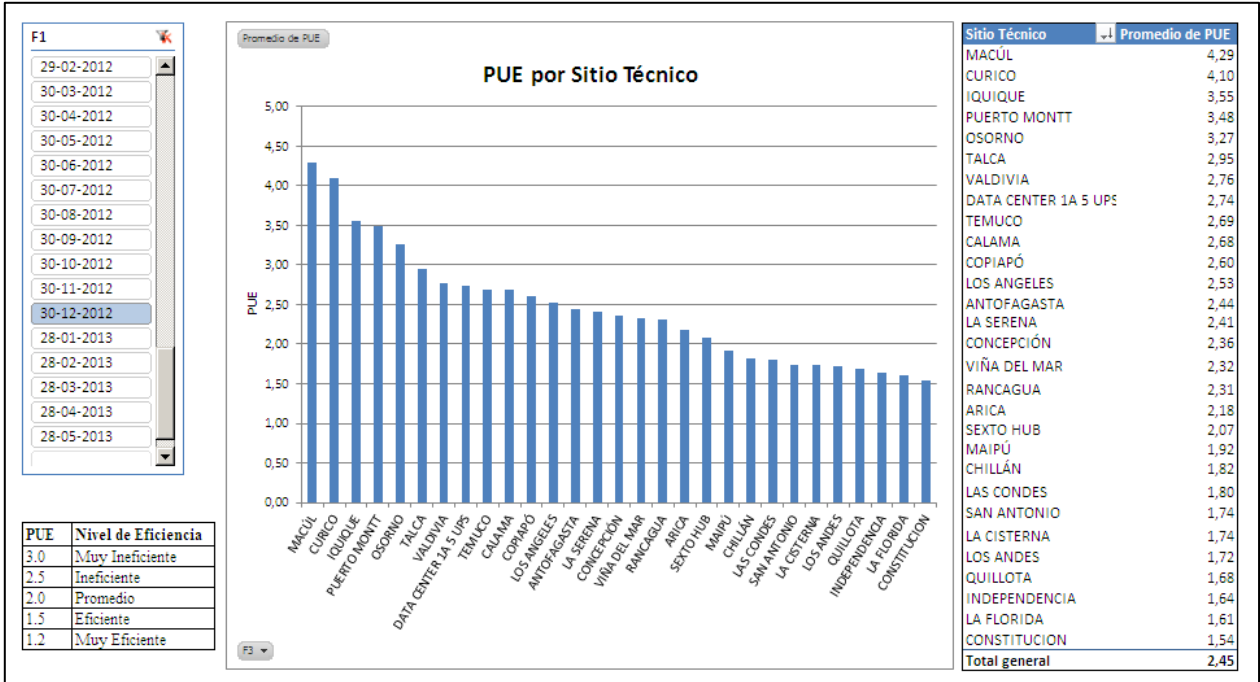
A continuación se presentan los gráficos y tablas dinámicas generadas gracias a PowerPivot, cumpliendo con lo descrito en el sub-capítulo “Módulos”. Se genera el gráfico, su respectiva tabla con valores y, al lado izquierdo, una barra deslizadora donde escoger el mes a graficar o el sitio técnico, según corresponda:

Ilustración 31: Diseño de interfaz de reportes - Consumo Eléctrico por Sitio Técnico



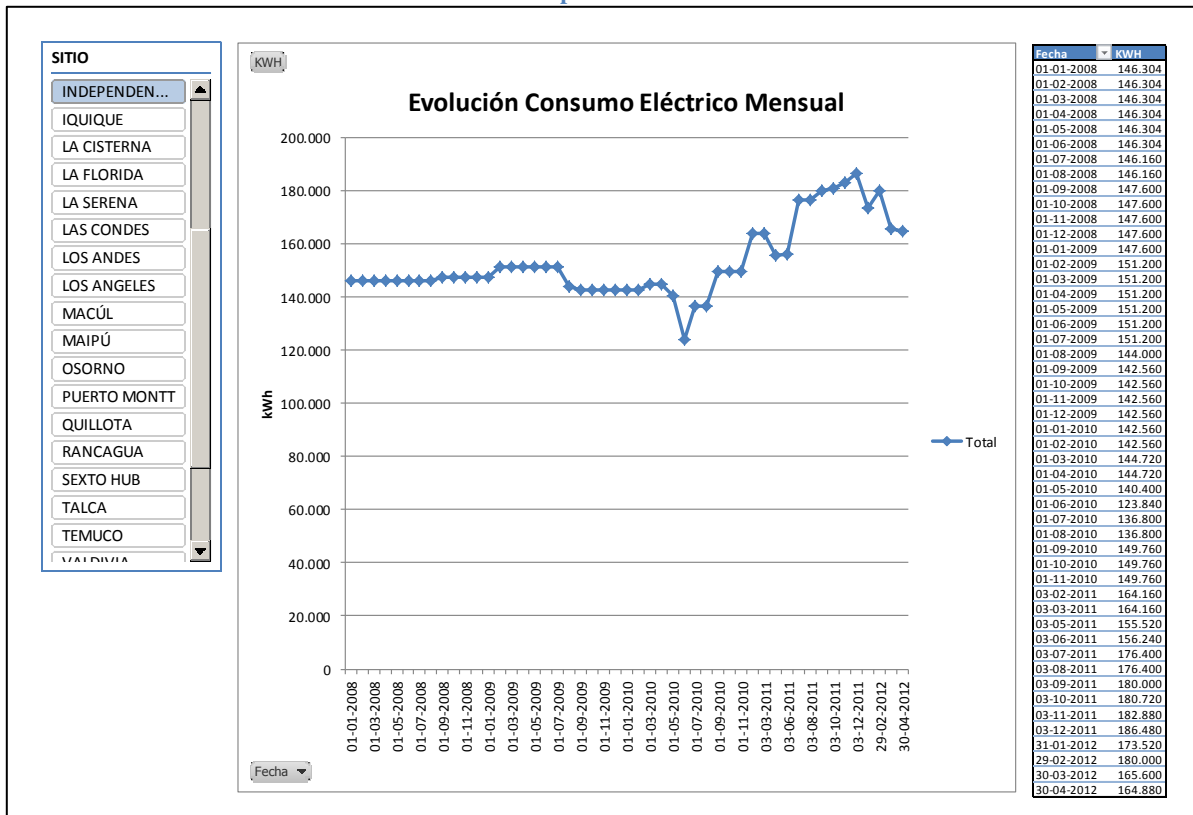
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 32: Diseño de interfaz de reportes - PUE por Sitio Técnico



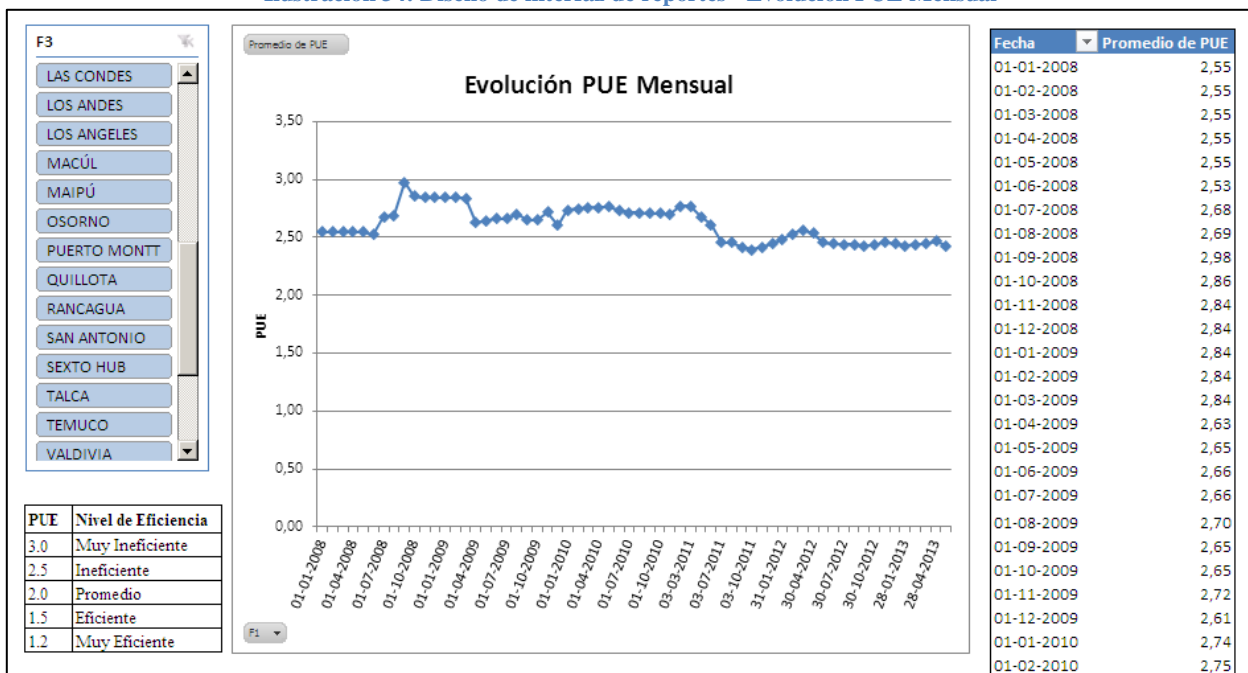
Elaboración propia

Ilustración 33: Diseño de interfaz de reportes - Evolución Consumo Eléctrico Mensual



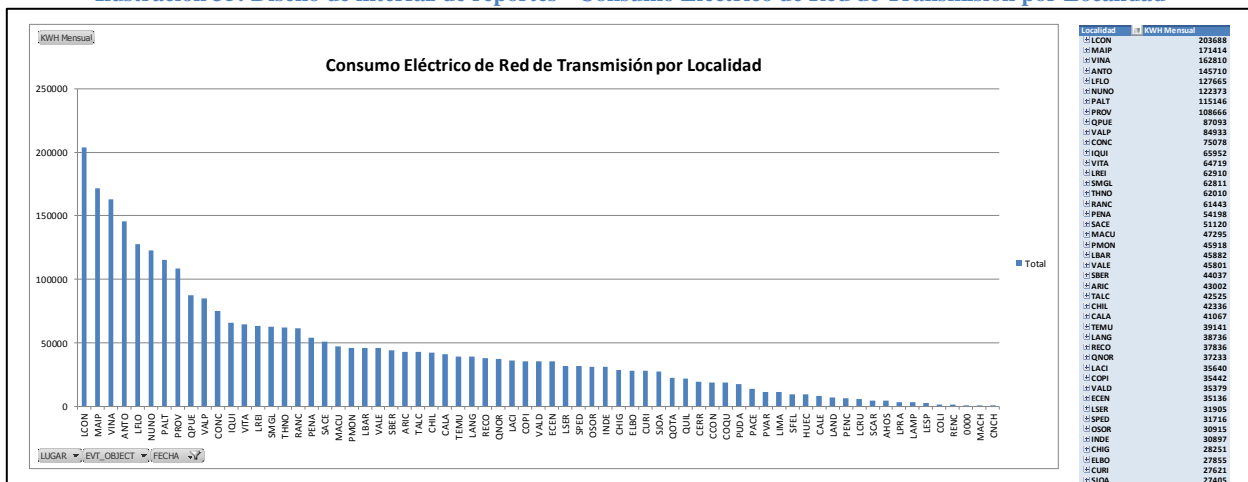
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 34: Diseño de interfaz de reportes - Evolución PUE Mensual



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 35: Diseño de interfaz de reportes - Consumo Eléctrico de Red de Transmisión por Localidad



Fuente: Elaboración propia

Tablero de Comando

Este es el diseño del tablero de comando que contiene los distintos IDE, siguiendo las distintas características antes descritas:

Ilustración 36: Diseño de interfaz de Tablero de Comando

INDICADORES DESEMPEÑO ENERGÉTICO VTR								
Actividad	Objetivo	Unidad de medida	Línea Base			Meta	Estado	Frecuencia
			2010	2011	2012	2013		
Sitios Técnicos 3Play	Control y Reporte Consumo	KWH Anual	23.968.238	26.051.429	28.299.917	< 30.300.000	■	Anual
	Mejorar Eficiencia Climatización	PUE promedio por sitio	2,7	2,5	2,5	< 2,5	■	Mensual
	Mejorar Eficiencia Sitios Técnicos	KWH/Servicios Activos Mensual	-	0,76	0,73	< 0,73	■	Mensual
	Control Inversión Proyectos	\$ Anual	\$ 80.757.307	\$ 331.329.684	0	> \$130.000.000	■	Anual
Red de Transmisión	Control y Reporte Consumo	KWH Anual	24.331.109	26.133.635	27.922.969	< 29.900.000	■	Anual
	Mejorar Eficiencia de Red	KWH/Servicios Activos Mensual	-	0,84	0,81	< 0,81	■	Mensual
	Control Inversión Proyectos	\$ Anual	\$ 241.455.456	0	0	> \$80.000.000	■	Anual
Indicadores Globales	Control y Reporte Consumo	KWH Total Anual	48.299.347	52.185.064	56.222.886	< 60.200.000	■	Anual
	Mejorar Eficiencia Global	KWH Total/Servicios Activos Mensual	-	1,60	1,54	< 1,54	■	Mensual
	Comparación con Telcos Chilenas	MB Transmitidos/KWH Anual	3.294	4.410	5.303	> 6.196	■	Anual
		KWH Total/\$MM EBITDA Anual	319	361	428	< 495	■	Anual
	Control Inversión Total Proyectos	\$ Anual	\$ 322.212.763	\$ 331.329.684	-	> \$210.000.000	■	Anual

	Logrado con >= 100%
	100% > Parcialmente logrado >= 70%
	No logrado < 70%

Fuente: Elaboración propia

Iniciativas

El cuadro de Iniciativas, contiene la información necesaria para hacer el seguimiento a los distintos proyectos de eficiencia energética también descritos con anterioridad:

Ilustración 37: Diseño de interfaz de Cuadro de Iniciativas

Actividad	Iniciativas	Sitio Técnico/ Localidad	Fecha Ingreso	Estado	Fecha	Ahorro Estimado	Ahorro Real
Sitios Técnicos 3Play	Aumento de temperaturas de funcionamiento						
	Mejoramiento flujo de aire mediante rediseño						
	Renovación de sistemas de climatización						
	Instalación <i>Free Air Cooling</i>						
Red de Transmisión 3Play	Eliminación de fuentes secundarias						
	Reducción de potencias solicitadas						

Fuente: Elaboración propia

12 IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

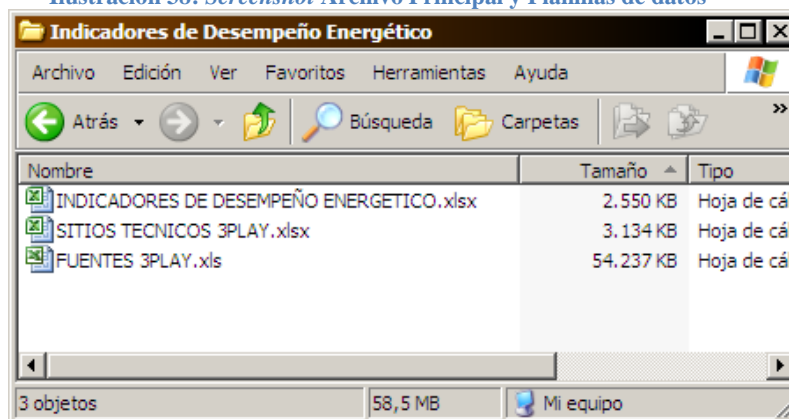
La implementación del prototipo se hace utilizando Microsoft Excel 2010 y su extensión PowerPivot, para a futuro, desarrollar la herramienta en los sistemas de información internos de la empresa.

12.1 Ingreso de datos

La carga de consumos energéticos se hace mediante las planillas descritas en el capítulo anterior, enviadas por correo desde los departamentos de mantención de sitios técnicos y red de transmisión. Estas son recibidas por el encargado de los IDE y guardadas en la misma carpeta que el archivo INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGETICO.xlsx.

No es necesario que se guarden en la misma carpeta, sin embargo, se hace esto para mantener el orden y no tener que actualizar las conexiones desde el archivo principal. Estas conexiones sólo es necesario hacerlas una vez, al implementar el archivo INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGETICO.xlsx en el computador del encargado de IDE.

Ilustración 38: Screenshot Archivo Principal y Planillas de datos



Fuente: Elaboración propia

Luego de esto, al abrir el archivo INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGETICO.xlsx, este automáticamente y mediante el uso de PowerPivot, actualiza los datos que contiene, cargando los datos en la pantalla mostrada a continuación.

Ilustración 39: Screenshot Pantalla de PowerPivot para Carga de Mediciones de Sitios Técnicos

Fecha	SITIO	EMPALME C...	UPS CONSU...	RECTIFICADOR...	RECTIFICAD...	CONSUMO ME...	PUE
30-04-2012	TALCA	48	4,8	9,85183	0	34560	31 %
30-04-2012	LOS ANGELES	33	6,3	8,7906	0	23760	46 %
30-04-2012	TEMUCO	41	3,2	15,36106	0	29520	45 %
30-04-2012	OSORNO	35	2,88	8,09412	0	25200	31 %
30-04-2012	VALDIVIA	39	3,1	10,14816	0	28080	34 %
30-04-2012	PUERTO MONTT	56	3,3	13,76492	0	40320	30 %
30-04-2012	MACÚL	155	34,5	2,4255	0	111600	24 %
30-04-2012	CONCEPCIÓN	173	7	55,917	10,908	124560	43 %
30-04-2012	IQUIQUE	133	7,2	20,56454	9,65828	95760	28 %
30-04-2012	ANTOFAGASTA	165,52	7,5	45,7206	10,8676	119174,4	39 %
30-04-2012	MAIPÚ	175	6,2	66,2324	19,38928	126000	52 %
30-04-2012	LA CISTERNA	352	48,9	100,5719	47,7393	253440	56 %
30-04-2012	LA FLORIDA	201	2,7	83,00941	26,18706	144720	56 %
30-04-2012	INDEPENDENCIA	229	6	83,26656	51,75784	164880	62 %

Fuente: Elaboración propia

Se cargan las columnas: Fecha, Sitio, Consumo de Empalme, Consumo de UPS, Consumo de Rectificador Hub y Consumo de Rectificador Switch. Con estas columnas se generan automáticamente Consumo Mensual en kWh y PUE, mediante las fórmulas siguientes:

$$\text{Consumo Mensual en KWH} = \text{Consumo de Empalme} * 24 * 30$$

El Consumo de Empalme registrado por el Departamento de Mantenición está en kW, por lo que al multiplicarlo por 24 horas del día y 30 días del mes, se estima el consumo eléctrico mensual en kWh.

$$PUE = \frac{\text{Consumo de Empalme}}{\text{Consumo de UPS} + \text{Consumo de Rectif. Hub} + \text{Consumo de Rectif. Switch}}$$

Ilustración 40: Screenshot Pantalla de PowerPivot para Carga de Mediciones de Red de Transmisión

EPO_VALUE	EVT_OBJECT	EVT_REPORTED	CONSUMO EN W	LUGAR	FECHA
8,4	LFLO019-01-FUE	nov-12	756	LFLO	01-11-2012
8,4	LFLO019-01-FUE	nov-12	756	LFLO	01-11-2012
7,7	LFLO055-01-CLS-FUE	nov-12	693	LFLO	01-11-2012
5,1	MAIP086-03-FUE	nov-12	459	MAIP	01-11-2012
5,6	MAIP086-02-FUE	nov-12	504	MAIP	01-11-2012
7,5	QNOR012-04-FUE	nov-12	675	QNOR	01-11-2012
12,4	LFLO019-04-FUE	nov-12	1116	LFLO	01-11-2012
9,4	LFLO025-04-FUE	nov-12	846	LFLO	01-11-2012
7,4	LFLO025-02-FUE	nov-12	666	LFLO	01-11-2012
9,3	INDE005-03-FUE	nov-12	837	INDE	01-11-2012
7,7	INDE005-04-FUE	nov-12	693	INDE	01-11-2012
4,8	MAIP030-01-FUE	nov-12	432	MAIP	01-11-2012
4,7	LFLO025-22-FUE	nov-12	423	LFLO	01-11-2012
4	LFLO020-42-FUE	nov-12	360	LFLO	01-11-2012
8,8	INDE006-01-FUE	nov-12	792	INDE	01-11-2012

Fuente: Elaboración propia

Se cargan las columnas EPO_Value (Valor de la medición), EVT_Object (Código Fuente de Poder) y EVT_Reported (Fecha de la medición). Con estas se generan automáticamente las columnas Lugar, Fecha y Consumo en kWh:

$$Lugar = MID(EVT_Object, 1, 4)$$

$$Fecha = DATEVALUE (MONTH(EVT_Reported) & " - " & YEAR(EVT_REPORTED))$$

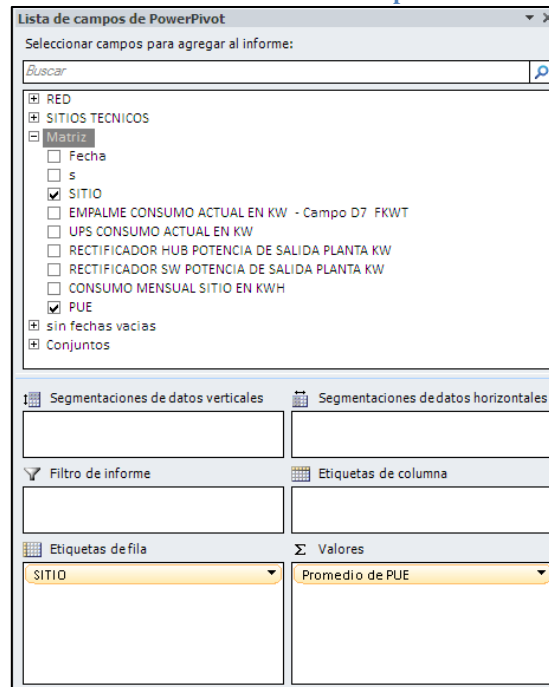
$$Consumo \text{ en kWh} = \frac{EPO_Value * 90 * 24 * 30}{1000}$$

El EPO_Value registrado por los encargados de la mantención de la red, corresponde al valor de la Intensidad de corriente en Amperes, por lo que esta se multiplica por el Voltaje (90 V), luego por 24 (horas del día) y 30 (días del mes), resultando el consumo en Wh. Finalmente, este se divide por 1000, para pasar la unidad de medida a kWh.

12.2 Reportes

Los reportes sobre consumos y eficiencia de sitios técnicos y redes se visualizan mediante el uso de Tablas y Gráficos Dinámicos, creados desde los datos anteriormente mencionados. Estos se generan mediante consultas OLAP (*Online Analytical Processing*) realizadas por la herramienta PowerPivot y su diseño se hace a través de la Lista de Campos.

Ilustración 41: Screenshot Lista de campos de PowerPivot



Fuente: Elaboración propia

El diseño de las tablas y gráficos quedan guardados en el archivo principal, por lo que no es necesario volver a diseñarlos cada vez que se actualicen los datos.

12.3 Cuadro de Mando e Iniciativas

Los cuadros de mando e iniciativas se implementan directamente en las planillas del archivo Excel principal. Esto permitirá administrarlos fácilmente por el Encargado de los IDE.

Ilustración 42: Screenshot Implementación Cuadro de Mando en Excel

Actividad	Objetivo	Unidad de medida	Línea Base			Meta	Estado	Frecuencia
			2010	2011	2012	2013		
Sitios Técnicos 3Play	Control y Reporte Consumo	KWH Anual	23.968.238	26.051.429	28.299.917	< 30.300.000	Logrado	Anual
	Mejorar Eficiencia Climatización	PUE promedio por sitio	2,7	2,5	2,5	< 2,5	Parcialmente logrado	Mensual
	Mejorar Eficiencia Sitios Técnicos	KWH/Servicios Activos Mensual	-	0,76	0,73	< 0,73	Logrado	Mensual
Red de Transmisión	Control Inversión Proyectos	\$ Anual	\$ 80.757.307	\$ 331.329.684	0	> \$130.000.000	No logrado	Anual
	Control y Reporte Consumo	KWH Anual	24.331.109	26.133.635	27.922.969	< 29.900.000	Logrado	Anual
	Mejorar Eficiencia de Red	KWH/Servicios Activos Mensual	-	0,84	0,81	< 0,81	Parcialmente logrado	Mensual
Indicadores Globales	Control Inversión Proyectos	\$ Anual	\$ 241.455.456	0	0	> \$80.000.000	No logrado	Anual
	Control y Reporte Consumo	KWH Total Anual	48.299.347	52.185.064	56.222.886	< 60.200.000	Logrado	Anual
	Mejorar Eficiencia Global	KWH Total/Servicios Activos Mensual	-	1,60	1,54	< 1,54	Parcialmente logrado	Mensual
	Comparación con Telcos Chilenas	MB Transmitidos/KWH Anual	3.294	4.410	5.303	> 6.196	No logrado	Anual
	Control Inversión Total Proyectos	KWH Total/SMM EBITDA Anual	319	361	428	< 495	Parcialmente logrado	Anual
	Control Inversión Total Proyectos	\$ Anual	\$ 322.212.763	\$ 331.329.684	-	> \$210.000.000	No logrado	Anual

■ Logrado con >= 100%
■ 100% > Parcialmente logrado >= 70%
■ No logrado < 70%

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 43: Screenshot Implementación Cuadro de Iniciativas en Excel

Actividad	Iniciativas	Sitio Técnico/ Localidad	Fecha Ingreso	Estado	Fecha	Ahorro Estimado	Ahorro Real
Sitios Técnicos 3Play	Aumento de temperaturas de funcionamiento						
	Mejoramiento flujo de aire mediante rediseño						
	Renovación de sistemas de climatización						
	Instalación <i>Free Air Cooling</i>						
Red de Transmisión 3Play	Eliminación de fuentes secundarias						
	Reducción de potencias solicitadas						

Fuente: Elaboración propia

13 PRUEBAS

Se realizaron algunas pruebas del sistema fuera de la empresa y en los computadores de los futuros usuarios. A continuación se describen los problemas presentados y sus correcciones correspondientes:

13.1 Problemas y correcciones

Columna Consumo Rectificador Switch con *strings* “xxxx”:

La columna donde se registra el consumo de los rectificadores de Switch, en la Planilla “SITIOS TECNICOS 3PLAY.xlsx”, contenía los *strings* “xxxx” para algunos casos. Esto ocasionó que PowerPivot lanzara un mensaje de error al calcular los indicadores PUE.

Para solucionar esto, se establece que el llenado de la planilla sea exclusivamente con números cuando corresponda, es decir, se ingresará un “0” (cero) en vez de “xxxx”.

Cálculo Consumos Red de Transmisión:

Los gráficos dinámicos creados automáticamente por el archivo INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGETICO.xlsx, en el caso de la red de transmisión, mostraron la suma de las mediciones hechas para cada fuente de poder a lo largo del tiempo.

Esto se soluciona mejorando los filtros utilizados en el gráfico, para que este efectivamente tome en cuenta las últimas mediciones realizadas a cada fuente, para así tener una estimación del consumo actual.

13.2 Opiniones de los usuarios

La herramienta propuesta cumple con las características fundamentales esperadas por los usuarios, tanto responsables de sitios técnicos y redes como futuro administrador de IDE. En particular, el administrador de IDE, sugirió un par de acotaciones para mejorar el prototipo:

- Agregar explícitamente, en gráficos, como se calcularon los valores mostrados. Es decir, que en el prototipo se mencione que los cálculos se hacen en base a mediciones hechas manualmente por los encargados de mantención de los sitios.
- Agregar cálculo de tCO₂eq. Se propone agregar al prototipo el cálculo de las toneladas de CO₂ emitidas por concepto de consumos energéticos. Esto podría realizarse multiplicando los consumos en kWh por un factor de emisión, dependiendo de los sistemas interconectados en Chile, tal como se hace en las evaluaciones de huella de carbono.

14 RESULTADOS

14.1 Verificación de ahorros de proyectos ya realizados

Se realiza una comparación entre los ahorros energéticos estimados *ex-ante* para los proyectos de eficiencia energética más relevantes realizados en VTR y su ahorro estimado *ex-post* mediante los datos de consumo recopilados en este trabajo de memoria.

Tabla 19: Comparación Ahorros Energéticos Estimados *ex-ante* y *ex-post*

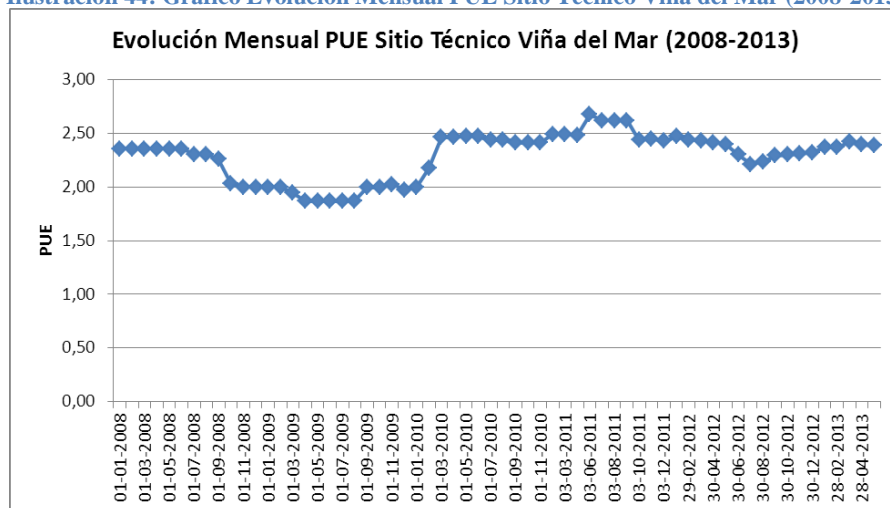
Tipo Sitio	Proyecto	Año	Ahorro Estimado <i>ex-ante</i>	Ahorro Estimado <i>ex-post</i> usando Métricas e Indicadores
Red de Transmisión	Cambio de tecnología de Cable Coaxial a HFC	2009	30% consumo de red	3% por cuadrante
	Reducción de potencias solicitadas para fuentes externas	2010	No estimado	3% por cuadrante
	Disminución de demanda de energía de baterías en fuentes	2010		
	Eliminación de fuentes secundarias de la Red Externa	2010		
Sitios Técnicos	Renovación de sistema de climatización en Viña del Mar	2010	202 MWh anual	69 MWh anual
	Renovación de sistema de climatización en Independencia	2011	No estimado	250 MWh anual

Fuente: Elaboración Propia

14.1.1 Renovación de sistema de climatización en Sitio Técnico de Viña del Mar

Entre los años 2009 y 2010 se realizó un proyecto de cambio de sistema de climatización en el Sitio Técnico de Viña del Mar por uno más eficiente. En específico, se reemplazaron los equipos *Confort* con que contaba esta instalación, por tres unidades *York*. Efectivamente, como se puede apreciar en el siguiente gráfico, la iniciativa logró reducir el PUE entre finales del 2008 y comienzos del 2010 (desde 2,36 a 1,87).

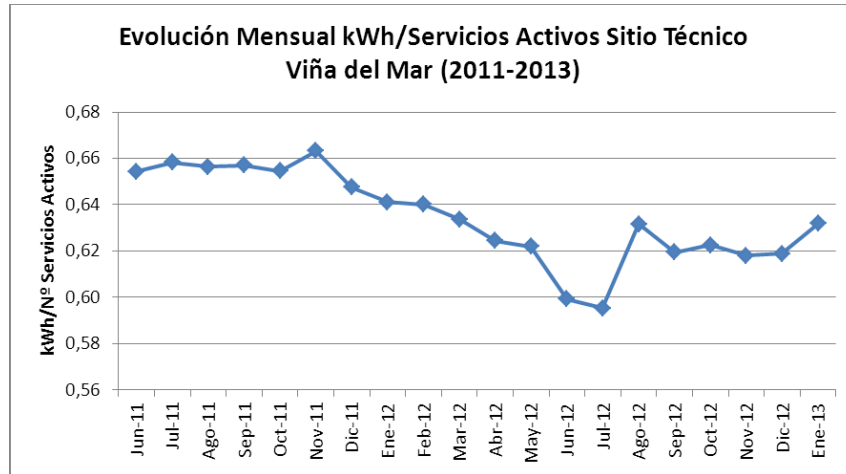
Ilustración 44: Gráfico Evolución Mensual PUE Sitio Técnico Viña del Mar (2008-2013)



Fuente: Elaboración propia

Pese a no tener la información de servicios activos específicos para este sitio técnico, se puede observar que a partir de Junio del 2011 presenta una leve baja en el consumo mensual por Servicio Activo.

Ilustración 45: Gráfico Evolución Consumo Eléctrico Mensual/Servicios Activos Sitio Técnico Viña del Mar (2011-2013)

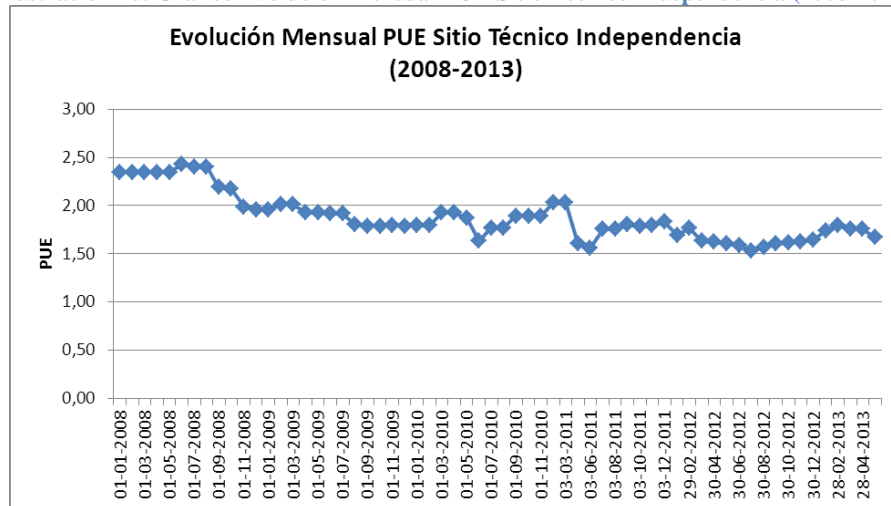


Fuente: Elaboración propia

14.1.2 Renovación de sistema de climatización en Sitio Técnico de Independencia

Durante el 2011 se renovó el sistema de climatización del sitio técnico ubicado en Independencia, lo que significó una disminución del PUE promedio anual entre el 2011 y 2012 de 1,80 a 1,63. Este es uno de los sitios que cuenta con mejor desempeño energético del país.

Ilustración 46: Gráfico Evolución Mensual PUE Sitio Técnico Independencia (2008-2013)

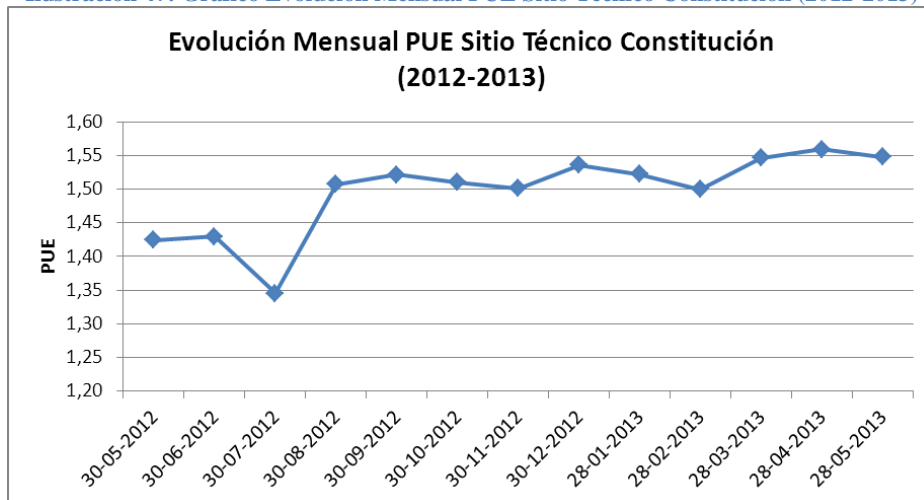


Fuente: Elaboración propia

14.1.3 Instalación de paneles solares en Sitio Técnico de Constitución

El Sitio Técnico construido en Constitución entró en funcionamiento a mediados del 2012, donde se aprovechó de instalar paneles solares para apoyar su eficiencia energética. Esta iniciativa ha significado que este sitio registre el mejor valor para PUE de todos (1,55 a Mayo 2013).

Ilustración 47: Gráfico Evolución Mensual PUE Sitio Técnico Constitución (2012-2013)



Fuente: Elaboración propia

14.1.4 Iniciativas en Red de Transmisión

Las iniciativas realizadas en la red de transmisión los años 2009 y 2010, incluyen el cambio de tecnología de Cable Coaxial a HFC (red híbrida), disminución de potencias solicitadas para fuentes, para carga de baterías y eliminación de fuentes secundarias. Todas estas han significado un ahorro de un 3% del consumo por cuadrante cada año, como se muestra en el capítulo “Elaboración de un primer listado de potenciales indicadores”. Además, el consumo eléctrico mensual promedio por Servicio Activo disminuye de 0,84 a 0,81 kWh, entre 2011 y 2012, como se muestra en el cálculo de la línea base energética.

14.2 Comparación con empresas de telecomunicaciones en Chile

Para hacer la comparación entre VTR Globalcom S.A. y otras empresas de telecomunicaciones en Chile, en cuanto a ecoeficiencia energética, se utilizaron los siguientes indicadores:

- Consumo Eléctrico Anual por cada Millón de Pesos de Ingresos (kWh/\$MM Ingresos)
- Consumo Eléctrico Anual por cada Millón de Pesos de EBITDA (kWh/\$MM EBITDA)

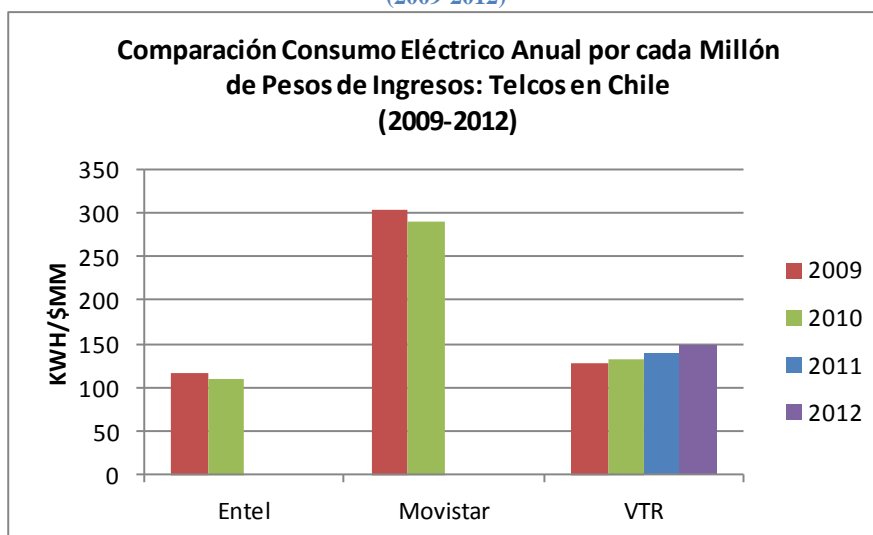
Estos fueron seleccionados debido a que son congruentes con al concepto de Ecoeficiencia definido por el CEMDS⁴¹ y además contienen información que es reportada año a año por las distintas empresas que operan en Chile⁴².

Sólo se hace la comparación entre las empresas Entel, Movistar (Telefónica) y VTR, ya que son las únicas que declaran sus consumos energéticos en reportes de sustentabilidad, no así las empresas Claro, GTD y el resto de las empresas de telecomunicaciones en Chile.

Las empresas Entel y Movistar, sólo declararon sus consumos energéticos los años 2009 y 2010, por lo que se presentan sus respectivos indicadores sólo para esos períodos.

1. Consumo Eléctrico Anual por cada Millón de Pesos de Ingresos (kWh/\$MM Ingresos)

Ilustración 48: Gráfico Comparativo Consumo Eléctrico Anual por cada Millón de Pesos de Ingresos: Telcos en Chile (2009-2012)



Fuente: Elaboración Propia

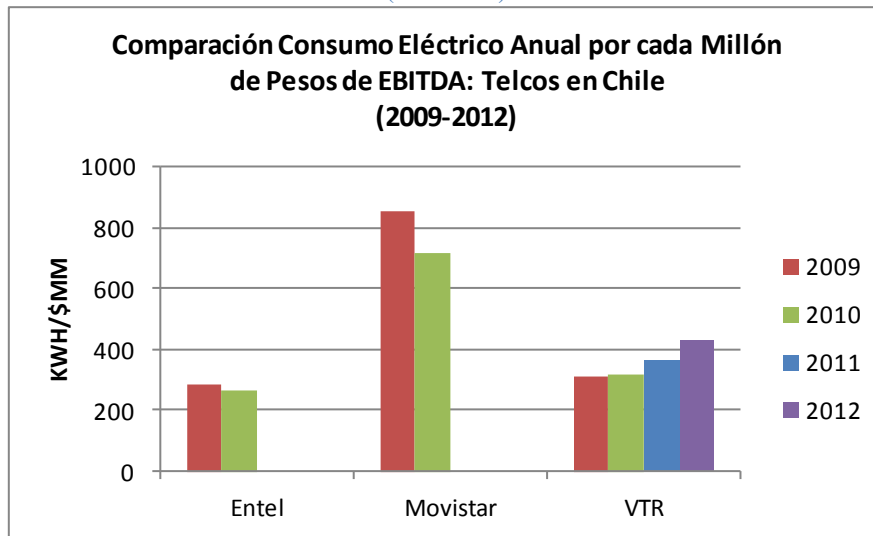
Calcular el cociente entre el consumo eléctrico de cada empresa y sus ingresos, permite comparar empresas de distinto tamaño. Este indicador nos muestra que VTR y Entel tienen un consumo eléctrico similar (entre 110 y 133 kWh anuales por cada Millón de pesos de ingresos, para el año 2010), no así Movistar que presenta más del doble de consumo eléctrico para cada período. Al igual que con el indicador presentado en el punto anterior (kWh/RGU Mensual), se observa una mejora en la eficiencia energética de Entel y Movistar, lo que no ocurre en VTR.

⁴¹ Mayor información en el capítulo 2.2 Ecoeficiencia y sus indicadores.

⁴² La información sobre consumos eléctricos (kWh) es reportada voluntariamente por las empresas en sus reportes de sustentabilidad anuales. El EBITDA anual se reporta en las memorias anuales de cada empresa.

2. Consumo Eléctrico Anual por cada Millón de Pesos de EBITDA (kWh/\$MM EBITDA)

Ilustración 49: Gráfico Comparativo Consumo Eléctrico Anual por cada Millón de Pesos de EBITDA: Telcos en Chile (2009-2012)



Fuente: Elaboración Propia

Este indicador permite estimar cuánto es el consumo energético en relación al valor agregado que presenta cada empresa. Se puede observar que el comportamiento es similar al indicador mostrado en el punto anterior (kWh/\$MM Ingresos), sin embargo, utilizar el EBITDA se asocia de mejor manera a cuánto es la cantidad de servicio (o valor agregado) brindado por la empresa. VTR ha sido menos eficiente en su operación total en los últimos años, aunque sigue teniendo un mucho mejor desempeño que Movistar y un desempeño peor que Entel.

15 CONCLUSIONES

15.1 Conclusiones generales

Se logró cumplir con todos los objetivos planteados para el trabajo de título, incluyendo tanto objetivos generales como específicos: los indicadores diseñados permiten mejorar el control y reporte del consumo energético de la empresa, además de ayudar en la toma de decisiones sobre dónde enfocar los esfuerzos en materia de eficiencia energética. También permiten calcular de una manera más adecuada y exacta, cuales son los beneficios logrados a través de las iniciativas llevadas a cabo, año a año, por los distintos responsables del buen uso de la energía en la empresa.

Además, esta serie de indicadores se implementaron utilizando una herramienta de *software* fácil de usar, modificar y mejorar por parte de los futuros usuarios, ayudando a ser más eficiente la gestión de la energía y los proyectos asociados.

Para efectuar correctamente el cumplimiento de dichos objetivos, fue muy importante contar con una metodología adecuada, la cual, para este proyecto, consistió en la convergencia de dos grandes métodos: aquel propuesto por la AChEE, basado en la ISO 50.001, y la metodología aprendida en la escuela para diseñar sistemas de información administrativos. Esto da cuenta de que lo estudiado sobre sistemas se puede adaptar a temáticas distintas, incluso no profundizadas antes de realizar el trabajo, como son la ecoeficiencia energética y la Responsabilidad Social Empresarial.

Fue fundamental haber investigado qué programas tiene el estado para fomentar la eficiencia energética en las empresas, ya que así se llegó a conocer la AChEE y sus recomendaciones. Seguir la guía metodológica propuesta, da pie para que a futuro se pueda implementar el estándar ISO en la compañía. Asimismo, los indicadores diseñados son adecuados para postular al Sello de Eficiencia Energética entregado por el Ministerio de Energía.

Revisar las experiencias internacionales en cuanto a indicadores y proyectos de eficiencia energética, al principio del trabajo de título, resultó muy útil para saber los avances que ha habido en la industria de telecomunicaciones respecto al tema. En particular, la investigación permitió conocer el PUE e incluirlo dentro de los indicadores finales implementados. Una manera eficaz de hacer esto, fue revisar directamente los informes actualizados de organismos dedicados al fomento de la eficiencia energética.

La metodología para el diseño de sistemas de información, aunque se haya tratado de un sistema de complejidad baja, permite diseñar tanto el proceso de gestión, como el análisis de requerimientos de los futuros clientes, los cuales suelen cambiar a lo largo del proyecto. Esta información resulta válida tanto para el prototipo implementado como para el sistema más sofisticado que se diseñe a futuro, utilizando los servidores y aplicaciones de la empresa.

Utilizar archivos Excel junto a su poderosa herramienta PowerPivot resulta útil y simple para apoyar el proceso de gestión de energía de la empresa. El prototipo implementado cumple con las propiedades básicas requeridas para mejorar la gestión, siendo además, fácil de modificar y agregar mejoras a futuro. El uso de esta nueva herramienta, incluso se puede extrapolar a otras tareas de los usuarios, donde se observó la generación manual de informes estandarizados mes a

mes. Se abre la posibilidad de automatizar la generación de estos informes utilizando el mismo *software*.

En cuanto al diseño de los indicadores de desempeño energético, se destaca la importancia de la identificación de los usos significativos de energía en la empresa (Sitios técnicos y Red de transmisión), lo que resultó en una concentración del tiempo de trabajo en lo realmente importante, evitando perder tiempo en otras tareas. Cabe recalcar también la relevancia de haber verificado de alguna manera, los *drivers* de consumo de las distintas actividades y no sólo haber aceptado los propuestos por los encargados de mantenimiento de dichas actividades. Esto se hace para asegurar que los cambios en la eficiencia de la operación se vean realmente reflejados en los indicadores diseñados.

Una de las tareas que mayor cantidad de tiempo requirió durante el trabajo de título, fue el levantamiento de datos, al depender del tiempo y la disponibilidad de diversos trabajadores de la empresa. Por esto, es de mucha ayuda tener claro desde un principio qué datos pedir y de dónde pedirlos. Además, contar con el apoyo de trabajadores en puestos altos es fundamental para acelerar este proceso.

Dentro de los muchos aprendizajes obtenidos está la conveniencia de considerar dentro de lo posible, no sólo una, sino varias fuentes de información al momento de realizar los análisis de consumos energéticos y el diseño de los indicadores. Esto permite luego escoger la fuente más adecuada y que se adapte mejor al proceso de gestión propuesto, y por consiguiente, a los objetivos del trabajo.

Tal como recomienda la AChEE, el proceso de gestión propuesto incluye la participación tanto de la alta gerencia, mediante RSE, como de los encargados de la eficiencia energética, es decir, los departamentos de mantenimiento de sitios técnicos y redes. Esto se traduce en una sinergia entre áreas, donde el encargado de RSE impulsa los proyectos y administra los IDE y los departamentos de mantenimiento reportan sus consumos y aportan con los conocimientos técnicos necesarios para evaluar los proyectos.

Se valora el acercamiento realizado a temas ambientales y de sustentabilidad, los cuales son cada vez más importantes tanto en el sector estatal como privado, para los distintos grupos de interés existentes. Hubo un gran aprendizaje también entorno a la operación de una empresa de telecomunicaciones.

Revisando los resultados obtenidos en este trabajo y desplegados a lo largo del informe, se puede apreciar que:

- Para los distintos proyectos realizados en ecoeficiencia energética, el ahorro estimado *ex-post* presenta diferencias de las estimaciones *ex-ante*. Esto puede ocurrir por diversas razones, entre las que se encuentran: la dificultad de estimar ahorros energéticos en algunos proyectos de este tipo o la falta de una metodología común para estimarlos. Sin embargo, cabe destacar que estos proyectos si han mejorado el desempeño energético de la empresa.
- La empresa presenta mejoras en su eficiencia energética a lo largo de los años, tanto en Sitios Técnicos como Red de transmisión. Estas se ven representadas en la mejora del PUE promedio con los años, para sitios técnicos y los kWh consumidos en promedio por servicio activo para ambas actividades.

- Definiendo la entrega de servicio de VTR como la transmisión de datos medidos en Megabytes, se puede notar que su eficiencia ha aumentado progresivamente con los años. Es decir, cada vez se están transmitiendo mayor cantidad de datos por cada kWh consumido.
- En cuanto a la eficiencia de su operación general, representada por el indicador kWh/\$MM EBITDA, esta ha ido disminuyendo, sin embargo se es más eficiente que Entel y menos eficiente que Movistar.

15.2 Trabajo a futuro

- Agregar indicadores sobre Flota de Vehículos interna, Sitios Móviles, Oficinas y sucursales

Estas tres actividades no se incluyeron en los indicadores finales, ya que no son parte de los usos significativos de la empresa. No fueron incluidos además, ya que se recomienda empezar con una cantidad acotada de indicadores, sin embargo, a futuro podrían implementarse para controlar su consumo. Posibles indicadores son:

- Flota Vehicular Interna: Litros diésel/Km recorrido
- Sitios Móviles: kWh Consumido/Sitio Móvil
- Oficinas y sucursales: kWh Consumido/Nº trabajadores

- Incluir usos energéticos no considerados

Hay actividades que no son parte del control operacional de la empresa, por lo que medir su consumo energético mediante indicadores se hace difícil. Aun así son parte relevante de la huella de carbono de VTR (33% del total), por lo que podrían hacerse exigencias mediante contrato a algunos de los responsables. Estas actividades son:

- Flota Vehicular Externa (Contratistas)
- Importación de Insumos
- Movilización de empleados

- Analizar diferencias entre facturas y potencias medidas

En el caso de la red de transmisión, se encontraron algunas diferencias entre los consumos registrados (y pagados) en las facturas de la empresa y el consumo estimado a través de la mediciones de mantención. Esto puede deberse a que hay fuentes de poder agrupadas en una sola factura, donde el cobro por parte del proveedor eléctrico se hace mediante una estimación de la potencia contratada. También puede ocurrir que ciertos datos sean erróneos al haber sido ingresados manualmente por los distintos encargados zonales.

Con la información brindada en los reportes realizados en este trabajo, puede hacerse una comparación localidad por localidad entre lo registrado en facturas y las potencias medidas por mantención, significando ahorros importantes para la empresa.

- Incluir estimación de huella de carbono en prototipo

A partir de los datos de consumo energético recopilados en el prototipo, se pueden hacer estimaciones de las tCO₂eq (toneladas de CO₂ equivalente) emitidas en cada actividad. Esto es posible utilizando los factores de emisión publicados cada año por el ministerio de energía para el SIC y el SING, en su sitio web <http://huelladecarbono.minenergia.cl>. Se multiplica el consumo energético de cada sitio técnico y localidad según corresponda su ubicación.

- Evaluar iniciativas propuestas

Se recomienda evaluar técnica y económicamente las iniciativas propuestas tanto para sitios técnicos como para red de transmisión, como se menciona en el capítulo Diseño de Proceso de Gestión.

- Capacitar a trabajadores

Se recomienda realizar capacitaciones periódicas en cuanto a materias energéticas a personal de mantenimiento de sitios técnicos y red de transmisión, al ser estos los encargados y principales responsables de la eficiencia energética en la empresa.

- Alinear IDE con incentivos

Para impulsar la motivación en cuanto a la eficiencia energética de la empresa, se puede alinear el cumplimiento de metas con incentivos en forma de bonos, a los distintos responsables de este tema en la empresa.

- Obtener Sello de Eficiencia Energética

Gracias a los indicadores diseñados y los proyectos de eficiencia ya realizados por la empresa, es posible postular al Sello de Eficiencia Energética de la AChEE, entregado cada dos años por el Ministerio de Energía sólo a 40 empresas que demuestren compromiso por mejorar su eficiencia.

- Certificarse en ISO 50.001

Este trabajo se basó en la guía metodológica de la AChEE para Diseñar Sistema de Gestión de la Energía, la cual está alineada con la ISO 50.001. El siguiente paso es certificarse, mediante consultoría externa, para cumplir con todos los requerimientos de la ISO 50.001. El requerimiento que demora más tiempo, es justamente el diseño de los IDE, lo que se logra en este trabajo.

Existen beneficios financieros que da el estado, a través de la AChEE, para empresas que quieran certificarse.

15.3 Brechas con ISO 50.001

A continuación se muestran los distintos requerimientos que debe tener un Sistema de Gestión de la Energía basado en la ISO 50.001 y las diferencias con lo propuesto en este trabajo y

lo existente en la empresa, con el fin de identificar las tareas que faltan y que podrían ser realizadas por una empresa externa certificadora.

Tabla 20: Brechas con ISO 50.001

Requerimientos ISO 50.001		Estado
Requerimientos Generales	Responsabilidad de la alta gerencia	Definido
	Representante de la gerencia	Definido
	Política Energética	Definido
Planificación Energética	Requerimientos Legales y otros	Definido
	Revisión Energética	Definido
	Línea Base Energética	Definido
	Indicadores de desempeño Energético	Definido
	Objetivos Energéticos, metas y planes de acción	Definido
Implementación y operación	Competencias, Entrenamiento y Sensibilización	No definido
	Comunicación	Definido
	Documentación	No definido
	Control Operacional	Definido
	Diseño	Definido
	Compra de servicios energéticos, productos, equipos y energía	Definido
Verificación	Monitoreo, medición y análisis	Definido
	Evaluación de cumplimiento con requerimientos legales	Definido
	Auditoría interna del sistema de gestión de la energía	No definido
	No-conformidad, corrección, acción correctiva y preventiva	No definido
	Control de registros	No definido
Revisión de la gerencia	Input a la revisión de la gerencia	Definido
	Output de la revisión de la gerencia	Definido

Fuente: Elaboración propia

Entre las tareas por definir, realizables por una certificadora externa, se encuentran:

- Competencias, Entrenamiento y Sensibilización: Definir el procedimiento que permita identificar necesidades de capacitación. Es recomendable utilizar las instancias de entrenamiento que tiene la empresa hoy en día, brindadas por el departamento de Recursos Humanos (UniVTR), para potenciar la capacitación en temas de eficiencia energética.
- Documentación y registro: Se deben mantener documentados todos los procesos, procedimientos, instructivos y registros, para asegurar un correcto funcionamiento del Sistema de Gestión de la Energía. Esta es una de las tareas donde más se necesita la ayuda de una empresa externa.
- Auditoría interna, no-conformidades, corrección, acción correctiva y preventiva: Se establecen los controles sistemáticos para que el sistema de gestión de la energía funcione efectivamente de acuerdo a lo planeado y definido, conformándose un equipo de auditores internos en la empresa.

16 GLOSARIO

AChEE	Agencia Chilena de Eficiencia Energética
BI	<i>Business Intelligence</i>
BPMN	<i>Business Process Modeling Notation</i>
CEMDS	Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible
DCiE	<i>Data Center infrastructure Efficiency</i>
EBITDA	<i>Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization</i>
ETNO	<i>European Telecommunications Network Operators</i>
FURPS	<i>Functionality, Usability, Reliability, Performance, Supportability</i>
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GRI	<i>Global Reporting Initiative</i>
HFC	<i>Hybrid Fibre Coaxial</i>
IDE	Indicadores de Desempeño Energético
ISO	<i>International Standards Organization</i>
ITU	<i>International Telecommunication Union</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
KWh	Kilo Watt hora, usualmente define la cantidad de electricidad comprada/utilizada
OLAP	<i>Online Analytical Processing</i>
PUE	<i>Power Usage Effectiveness</i>
RGU	<i>Revenue Generating Unit</i>
RSE	Responsabilidad Social Empresarial
SIC	Sistema Interconectado Central
SING	Sistema Interconectado del Norte Grande
tCO ₂ eq	Toneladas de Dióxido de Carbono Equivalente
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
VTR	La empresa VTR Globalcom S.A.

17 BIBLIOGRAFÍA

- [1] May Day Network Chile, [En línea]. http://www.maydaynetwork.cl/?page_id=33. [Último acceso: 6 Abril 2013].
- [2] VTR Globalcom S.A., «Reporte de Sustentabilidad 2010,» Santiago de Chile, 2010.
- [3] Deuman Ltda., «Evaluación Huella de Carbono Corporativa VTR,» Santiago de Chile, 2009.
- [4] Naciones Unidas - CEPAL, «Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe,» 2009.
- [5] J. Leal, «Ecoeficiencia: marco de análisis, indicadores y experiencias,» Naciones Unidas - CEPAL, Santiago de Chile, 2005.
- [6] W. Inmon, Building the Data Warehouse, Wiley, 2005.
- [7] R. Kimball, The Kimball Group Reader: Relentlessly Practical Tools for Data Warehousing and Business Intelligence, Indianápolis, EE.UU., 2010.
- [8] R. Kimball, The Data Warehouse ETL Toolkit, Indianápolis, EE.UU.: Wiley, 2004.
- [9] Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE), «Guía de Implementación de Sistema de Gestión de la Energía basado en la ISO 50.001,» Santiago de Chile, 2012.
- [10] Agencia Chilena de Eficiencia Energética, «Guía para la calificación de consultores en eficiencia energética,» Santiago de Chile, 2010.
- [11] L. M. W. y. M. J. Applegate, Corporate Information Systems Management: Text and Cases, Boston: McGraw-Hill, 1999.
- [12] J. L. y. L. D. B. Witten, Systems Analysis and Design Methods, Boston: Irwin McGraw-Hill, 1999.
- [13] International Telecommunication Union, «Toolkit on environmental sustainability for the ICT sector,» Geneva, 2012.
- [14] VTR Globalcom S.A., «Reporte de Sustentabilidad 2011,» Santiago de Chile, 2011.
- [15] European Telecommunications Network Operators (ETNO), «Energy Task Force - Annual report 2010,» 2011.
- [16] Searchdatacenter.com, [En línea]. <http://searchdatacenter.techtarget.com/podcast/Using-free-cooling-in-the-data-center>. [Último acceso: 15 Septiembre 2013].

- [17] VTR Globalcom S.A., «Reporte de Sustentabilidad 2008,» Santiago de Chile, 2008.
- [18] VTR Globalcom S.A., «Reporte de Sustentabilidad 2009,» Santiago de Chile, 2009.
- [19] Global Reporting Initiative, «Global Reporting Initiative,» [En línea]. <http://www.globalreporting.org>. [Último acceso: 10 Junio 2013].
- [20] I. Staffell, «The Energy and Fuel Data Sheet,» University of Birmingham, 2011.
- [21] National Institute of Standards and Technology, «Guide for the Use of the International System of Units (SI),» 2008.
- [22] J. Recasens, «Inteligencia de negocios y automatización en la gestión de puntos y fuerza de ventas en una empresa de tecnología. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Industrial,» Universidad de Chile, Santiago de Chile, 2011.
- [23] J. C. Leyton, «Diseño e implementación de un sistema de monitoreo de balanced scorecard para los clientes de una consultora. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Industrial,» Universidad de Chile, Santiago de Chile, 2012.
- [24] Entel Chile S.A., «Memoria Anual,» 2012.
- [25] Telefonica Chile S.A., «Memoria Anual,» 2012.
- [26] Entel, «Reporte de Sustentabilidad 2009/2010,» 2010.
- [27] Telefonica en Chile, «Informe Anual de Responsabilidad Corporativa y Sostenibilidad 2010,» 2010.

18 ANEXOS

Anexo A: Estrategia de Sustentabilidad de VTR

VTR definió su Estrategia de Sustentabilidad [2] en 2008, tras investigar formalmente las expectativas y preocupaciones más relevantes de sus grupos de interés frente al desempeño y operación del negocio. Se obtuvo un Mapa de Temas Relevantes, alrededor del cual se organiza la gestión de VTR. Este incluye 8 temas enmarcados en 3 grandes grupos, los que se presentan a continuación:

1. El Negocio VTR

- 1.1. Confianza y seguridad digital: Promover un entorno seguro para el uso beneficioso de nuestros servicios, disponiendo de herramientas de control y protección de los niños, impulsando instancias de educación para las familias y creando conciencia social respecto de la seguridad frente a las nuevas tecnologías.
- 1.2. Diseño y calidad de productos: Escuchar sistemáticamente a nuestros clientes en el proceso de diseño y desarrollo de productos, con altos estándares de conveniencia, calidad y usabilidad, poniendo los frutos de la vanguardia tecnológica al servicio de la experiencia de las personas y de su calidad de vida.
- 1.3. Políticas pro consumidor: Poner al cliente en el centro de nuestro quehacer y entregarle los beneficios de nuestra vocación competitiva, respetando sus derechos, atendiendo sus expectativas, cumpliendo nuestras promesas, aplicando políticas comerciales justas y transparentes, entregando información clara y completa, y diferenciándonos por calidad, con la mejor experiencia en servicio.

2. La Casa VTR

- 2.1. Relaciones laborales y calidad de vida: Ofrecer un espacio único y distintivo de desarrollo laboral, en un clima de compañerismo, participación y liderazgo, con énfasis en el desarrollo y aprendizaje constante, el trabajo desafiante, el equilibrio, la calidad de vida, la diversidad, la meritocracia y el orgullo de pertenecer a VTR.
- 2.2. Administración ética y transparente: Velar permanentemente por el comportamiento ético y transparente y por el cumplimiento normativo en nuestro desempeño económico, social y ambiental, viviendo nuestros valores en la gestión diaria de la compañía.
- 2.3. Desarrollo de proveedores: Tratar a nuestros proveedores de manera transparente y justa, desarrollando relaciones de largo plazo, como socios estratégicos de nuestra cadena de valor, bajo un modelo de relación que contribuya al éxito de nuestros negocios.

3. El Territorio VTR

- 3.1. Inclusión digital y comunidad: Ampliar el acceso a nuestros servicios digitales a sectores de menores ingresos, generando ofertas innovadoras, contribuyendo a la alfabetización

digital y potenciando acceso, habilidades y oportunidades para la comunidad. Gestionar el despliegue en nuestra infraestructura, minimizando el impacto en el entorno.

- 3.2. Cuidado del medio ambiente: Respetar la normativa ambiental aplicable a toda nuestra actividad, promover la ecoeficiencia y la sustentabilidad ambiental en la operación de VTR y fomentar la conciencia de cuidado ambiental en nuestra organización y entre nuestros clientes y la comunidad.

Anexo B: Tipos de fuentes de estadísticas ambientales

Existen distintas fuentes de información disponibles para extraer datos sobre el desempeño ambiental en empresas, regiones o países, estas son [4]:

- **Registros administrativos:** Proviene de la explotación con fines estadísticos de registros que se llevan en distintas áreas de la empresa, con propósitos administrativos. Ejemplos: Registros de Finanzas, gasto en proyectos ambientales, parque vehicular, evaluaciones de impacto ambiental.
- **Sistemas de monitoreo:** Incluye diversos sistemas y estaciones de monitoreo de calidad y contaminación de cuerpos receptores. Ejemplos: Estaciones de monitoreo de contaminantes del aire, Sistemas de monitoreo calidad de aguas superficiales, Mediciones de consumo eléctrico en sitios técnicos.
- **Encuestas:** Incluye instrumentos de propósitos generales (que por cierto pueden incluir aspectos ambientales) tal como: Barómetros de opinión sobre responsabilidad ambiental, Encuestas de uso de vehículos para transporte de personal, etc.
- **Percepción remota:** Todos los tipos de percepción remota y herramientas espaciales que producen imágenes y su interpretación: imagen satelital, fotografía aérea para uso de suelos, catastro de bosque, etc.
- **Estimación:** Estimaciones realizadas por diversos métodos como regresiones, modelos, simulación, escenarios, extrapolación e interpolación. Ejemplo: Emisiones de CO_2 , degradaciones de recursos ambientales, etc.
- **Combinaciones de fuentes:** Utiliza una combinación de varios tipos de fuente según sea el caso. Ejemplo: Degradación de suelos (por ejemplo integra sistemas de monitoreo en terreno, percepción remota y estimación experta).

A continuación se presenta un cuadro de ventajas y desventajas de cada tipo de fuente:

Tabla 21: Ventajas y desventajas de cada tipo de fuente de datos

Tipo de fuentes	Principales fortalezas potenciales	Principales debilidades potenciales
1. Registros Administrativos	Alta periodicidad en la producción (anual, trimestral e incluso mensual) y por tanto alta frecuencia de actualización.	Cuestionable calidad de los registros en términos de continuidad, insuficiencia de metadatos para asegurar comparabilidad de las series.
2. Sistemas de monitoreo	Mayor precisión y calidad de los datos.	Costos de instalación y mantenimiento de los sistemas de monitoreo y por tanto de la producción de datos.

3. Encuestas	Mayor periodicidad y por tanto mayor frecuencia de actualización de las series.	Muestreo y representatividad de la muestra en el universo informante.
4. Percepción remota	Costos de captura de imagen han bajado considerablemente.	Costo de interpretación de imagen continúan altos.
5. Estimación	Pueden ser utilizados cuando no es posible monitorear o levantar la información directamente.	Los resultados producidos pueden ser cuestionados en función de las metodologías utilizadas.

Fuente: Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe, CEPAL, 2009.

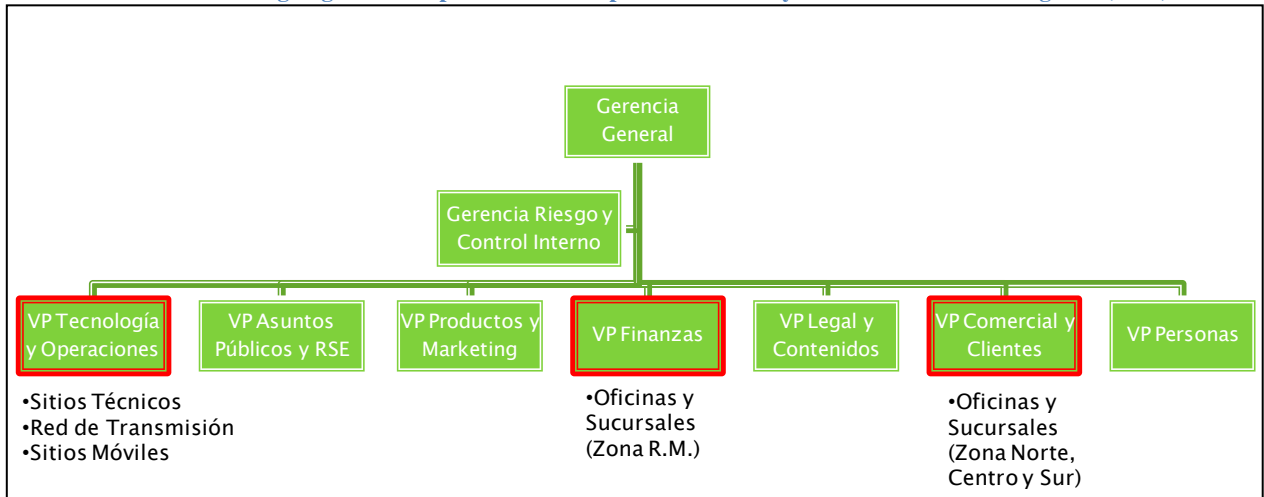
Anexo C: Criterios de elegibilidad de los indicadores

Según las recomendaciones de la ITU, existen al menos tres características para tomar en cuenta al momento de seleccionar indicadores ambientales para la empresa: Relevancia, Medibilidad y Uniformidad [13]:

1. Relevancia: Es importante seleccionar los indicadores de acuerdo a las prioridades de la empresa y sus objetivos. Si se va a gastar tiempo y dinero en manejar datos, esos datos deben ser relevantes, o sería algo ineficiente. Es importante considerar las necesidades de los *stakeholders* involucrados.
2. Medibilidad: No todos los indicadores son fácilmente cuantificables. Es necesario ser preciso en la definición de cuales no lo son, para evitar confusiones.
3. Uniformidad: Los procesos estandarizados requieren indicadores estandarizados. Todos los datos reunidos debieran tener las mismas unidades y límites, lo que ahorra tiempo en el proceso de normalización. Se debe ser claro en cuáles son los límites definidos, además de dónde se han hecho supuestos y estimaciones. Si parte de los datos no existen, es necesario hacer estimaciones para cubrir brechas.

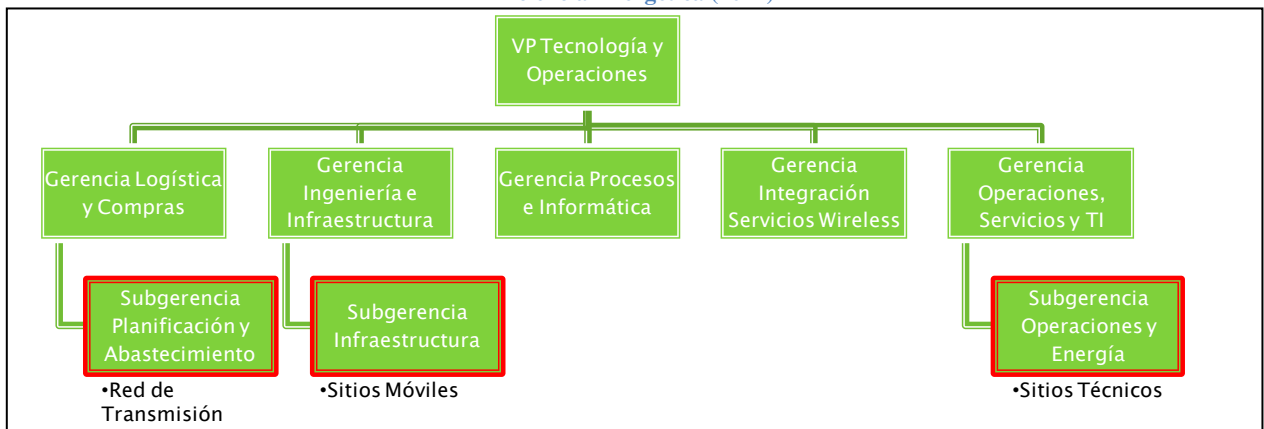
Anexo D: Organigrama con Responsables en Proyectos de Eficiencia Energética

Ilustración 50: Organigrama Vicepresidencias Responsables de Proyectos de Eficiencia Energética (2012)



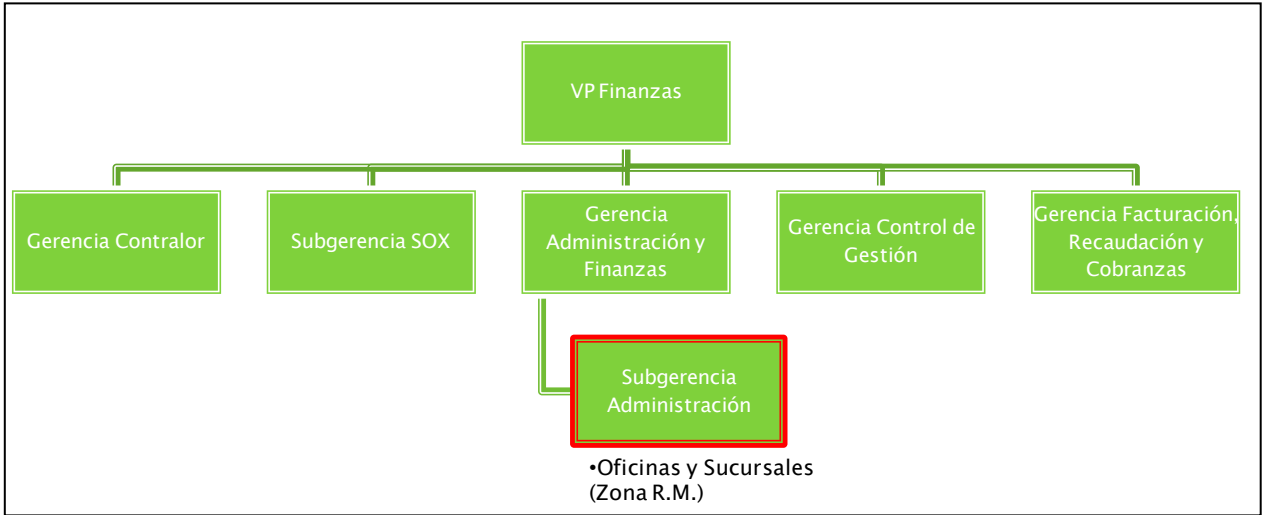
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 51: Organigrama Gerencias y Subgerencias de la VP Tecnología y Operaciones Responsables de Proyectos de Eficiencia Energética (2012)



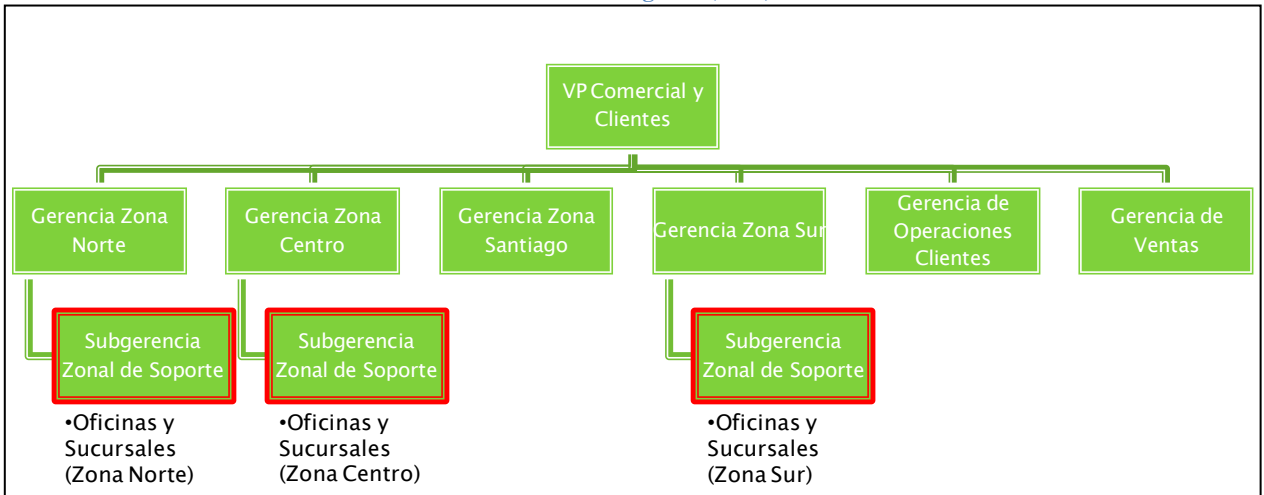
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 52: Organigrama Gerencia y Subgerencia de la VP Finanzas Responsable de Proyectos de Eficiencia Energética (2012)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 53: Organigrama Gerencias y Subgerencias de la VP Comercial y Clientes Responsables de Proyectos de Eficiencia Energética (2012)



Fuente: Elaboración propia

Anexo E: Evolución de Promedio Mensual de RGUs, por Empresa de Telecomunicaciones en Chile (2009-2010)

Se incluye sólo Entel [24], Movistar [25] y VTR, excluyendo Claro, GTD, Nextel y Virgin, entre otras, al no contar con Reportes de Sustentabilidad.

Tabla 22: Evolución de Promedio Mensual de RGUs por Empresa de Telecomunicaciones en Chile (2009-2012)

	Año	2009	2010	2011	2012
RGUs Telefonía Fija	Entel	238.373	241.259	222.370	196.276
	Movistar	2.065.290	1.977.563	1.898.325	1.784.935
	VTR	630.224	635.643	648.949	680.943
RGUs Telefonía Móvil	Entel	5.864.844	6.565.936	7.737.529	8.707.163
	Movistar	6.528.745	7.428.458	8.388.497	8.730.140
	VTR	0	0	0	31.451
RGUs Internet	Entel	28.790	22.041	20.842	20.169
	Movistar	714.803	771.957	815.576	875.967
	VTR	628.810	677.570	738.305	799.234
RGUs Televisión	Entel	0	0	0	0
	Movistar	266.101	309.074	367.619	402.139
	VTR	886.918	892.844	906.984	916.001
TOTAL RGUs	Entel	6.132.007	6.829.236	7.980.741	8.923.608
	Movistar	9.574.939	10.487.052	11.470.017	11.793.180
	VTR	2.145.953	2.206.056	2.294.238	2.427.630

Fuente: SUBTEL

Anexo F: Evolución Anual de Ingresos y EBITDA por Empresa de Telecomunicaciones en Chile (2009-2012)

Se incluye sólo Entel [24], Movistar [25] y VTR, excluyendo Claro, GTD, Nextel y Virgin, entre otras, al no contar con Reportes de Sustentabilidad.

Tabla 23: Evolución Anual de Ingresos y EBITDA por Empresa de Telecomunicaciones en Chile (2009-2012)

	Año	2009	2010	2011	2012
Ingresos (en \$MM de Pesos)	Entel	\$ 994.671	\$ 1.086.405	\$ 1.240.914	\$ 1.440.978
	Movistar	\$ 704.082	\$ 774.433	\$ 723.452	\$ 699.177
	VTR	\$ 390.200	\$ 406.300	\$ 430.000	\$ 440.079
EBITDA (en \$MM de Pesos)	Entel	\$ 401.358	\$ 446.018	\$ 515.200	\$ 536.525
	Movistar	\$ 249.648	\$ 313.092	\$ 249.306	\$ 273.000
	VTR	\$ 160.300	\$ 169.544	\$ 164.800	\$ 152.855

Fuente: Elaboración Propia

Anexo G: Evolución Anual de Consumos Eléctricos por Empresa de Telecomunicaciones en Chile (2009-2012)

Se incluye sólo Entel [26], Movistar [27] y VTR, excluyendo Claro, GTD, Nextel y Virgin, entre otras, al no contar con Reportes de Sustentabilidad.

Tabla 24: Evolución Anual de Consumos Eléctricos por Empresa de Telecomunicaciones en Chile (2009-2012)

	Año	2009	2010	2011	2012
Consumo Energía Eléctrica (kWh)	Entel	115.010.000	118.926.000	Sin reportar	Sin reportar
	Movistar	213.555.000	224.146.000	Sin reportar	Sin reportar
	VTR	49.639.014	54.048.997	59.422.279	65.402.873

Fuente: Elaboración Propia

Anexo H: Evolución Anual de Consumo de Diésel por Empresa de Telecomunicaciones en Chile (2009-2012)

Se incluye sólo Entel [26], Movistar y VTR, excluyendo Claro, GTD, Nextel y Virgin, entre otras, al no contar con Reportes de Sustentabilidad.

Tabla 25: Evolución Anual Consumo de Diésel por Empresa de Telecomunicaciones en Chile (2009-2012)

	Año	2009	2010	2011	2012
Diesel (litros)	Entel	699.862	765.872	Sin reportar	Sin reportar
	Movistar	Sin reportar	Sin reportar	Sin reportar	Sin reportar
	VTR	Por conseguir	Por conseguir	Por conseguir	699.516

Fuente: Elaboración Propia

Anexo I: Indicadores de Energía Propuestos por Organizaciones Globales

A continuación se presentan exclusivamente los índices de energía que proponen las distintas organizaciones [13] [9]. Se dejan fuera los índices que estas organizaciones puedan incluir en cuánto a: emisiones de gases de efecto invernadero, residuos, agua y otros.

Carbon Disclosure Project (CDP)

Carbon Disclosure Project (Proyecto de Revelación de Carbono, en español) es una organización sin fines de lucro que trabaja con accionistas y corporaciones para fomentar, en particular, la revelación de las emisiones de efecto invernadero y las estrategias de cambio climático de las mayores organizaciones en el mundo. CDP ha desarrollado un cuestionario general y en el 2012 se incluyó uno específico para el sector TIC. Algunos de los KPI requeridos son:

Cantidad de Energía (usualmente denominada en megawatts hora o MWh)

- Combustible
- Electricidad
- Calor
- Vapor
- Enfriamiento

Específicos para sector TIC

- Data Center
 - *Power Usage Effectiveness* (PUE)
 - *Utilization rate*
- Cantidad de electricidad/terabyte
- Hardware
 - % de productos que cumplen el requerimiento de ser eficientes

Dow Jones Sustainability Index (DJSI)

DJSI es un índice gestionado en conjunto por Índices S&P Dow Jones y la compañía de inversiones sustentables Robeco SAM, cuyo objetivo es evaluar el desempeño de las compañías líderes del mundo en cuánto a sustentabilidad, siendo el índice de comparación global de sustentabilidad más antiguo. Los *KPIs* de energía que el DJSI requiere de las compañías TIC son:

- Energía comprada (MWh)
- Energía renovable: por tipo, número de unidades y generación de MWh

Global Reporting Initiative (GRI)

Global Reporting Initiative (Iniciativa de Reporte Global, en español) es una organización de múltiples *stakeholders* que produce un marco para la revelación de desempeño en temas ambientales, sociales y gubernamentales, produciendo estándares para reportes de sustentabilidad. Guías generales son utilizadas por compañías de todo tipo, además de incluirse

un suplemento para el sector de telecomunicaciones. Algunos de los *KPIs* sugeridos por GRI, en cuanto a energía, son:

- Consumo de energía directo por fuente primaria
- Consumo de energía indirecto por fuente primaria

ISO 14031

La *International Organization for Standardization* (Organización Internacional de Normalización, en español) es el organismo no gubernamental encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para diversas ramas industriales a nivel internacional.

En particular, la norma ISO 14031, pertenece a la familia de normas de gestión ambiental 14000, guiando en el diseño y uso de evaluaciones de desempeño ambiental, y en la identificación y selección de indicadores de desempeño ambiental, para ser usados por organizaciones de todo tipo. Los indicadores propuestos son:

- Energía consumida por año o por unidad producida
- Energía producida por servicio al consumidor
- Cantidad de cada tipo de energía consumida
- Energía generada por productos o flujos de procesos
- Cantidad de energía ahorrada a través de programas de conservación de energía
- Cantidad de terreno utilizado para producir una unidad de energía
- Consumo promedio de flota de vehículos
- Consumo de energía del producto en toda su vida útil
- Cantidad de energía consumida durante el uso de producto

ISO 50001

La norma ISO 50001 establece los requisitos que debe tener un sistema de gestión de energía en una organización para ayudarla a mejorar su desempeño energético, aumentar su eficiencia energética y reducir los impactos ambientales. Esta fue publicada oficialmente el año 2011.

Se proponen indicadores de desempeño energético que contrasten la cantidad de energía consumida y el resultado obtenido, por ejemplo:

- Transporte: Litros de diésel/km. recorrido
- Retail: kWh/ m^2 de superficie
- Retail: kWh/empleado
- Industria manufacturera: kWh/ton producto
- Energía: MWh gas natural/MWh electricidad

Anexo J: Indicadores de Energía Propuestos por Organizaciones de la industria de Telecomunicaciones y TIC

A continuación se presentan exclusivamente los índices de energía que proponen las distintas organizaciones [13]. Se dejan fuera los índices que estas organizaciones puedan incluir en cuanto a: emisiones de gases de efecto invernadero, residuos, agua y otros.

European Telecommunications Network Operators Association (ETNO)

La *European Telecommunications Network Operators Association* (o Asociación Europea de Operadores de Redes de Telecomunicaciones, en español) es un grupo dedicado a definir políticas para las operadoras de telecomunicaciones europeas. ETNO ha definido un grupo de KPIs que son reportados cada año por sus miembros. Aquellos referidos al consumo energético son:

- Consumo total anual de electricidad de la red
- Consumo total anual de electricidad directamente comprado de fuentes renovables
- Consumo total anual de electricidad de cogeneración (CHP)
- Consumo total anual de producción propia de electricidad (por ejemplo, celdas de combustible, Cogeneración propia, etc.)
- Consumo de Diésel
- Consumo de gasolina con plomo
- Consumo de gasolina sin plomo
- Consumo de gas licuado del petróleo (GLP)
- Consumo de gas natural comprimido (GNC)
- Ahorros totales anuales de flota vehicular (vía acciones de eficiencia energética) en comparación a años anteriores
- Demanda total anual de aceite de calefacción
- Demanda total anual de gas natural
- Otros combustibles/fuentes (p. ej. carbón, etc.)
- Calefacción urbana
- Cantidad de energía

European Telecommunications Standards Institute (ETSI)

El *European Telecommunications Standards Institute* (Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones, en español) produce estándares globalmente aplicables para tecnologías de la información y la comunicación, incluyendo telefonía fija, móvil, radio, internet y otras áreas. Provee estándares técnicos específicos para las TICs en el campo de medición de eficiencia energética de acceso por cable e inalámbrico. Los KPIs definidos son:

Acceso por cable

- Consumo de energía del equipamiento de la red de banda ancha

$$P_{BBline} = P_{BBeq} / N_{\text{subscriber-lines}}$$

P_{BBeq} : Consumo de energía (en W) del equipamiento de una red de banda ancha, sin tomar en cuenta aire acondicionado, rectificadores, baterías o generadores de soporte. Se mide en condiciones ambientales específicas.

$N_{subscrib-líneas}$: Máximo número de líneas suscritas o puertos servidos por el equipamiento de banda ancha estudiado.

P_{BBline} : Consumo de energía (en W) por línea de la red de banda ancha.

El indicador necesita ser evaluado en diferentes condiciones de tráfico para tomar en consideración el modo de bajo consumo.

- Se propone medir el desempeño global del consumo energético de la red como un consumo energético normalizado. Es definido como la cantidad de energía requerida para transportar 1Mbps.

$$\text{Normalized Power Consumption} = 1000 \times P_{BBline} / \text{Bitrate}$$

Bitrate: Velocidad de datos de transmisión (en Mbps)

NPC: Cantidad de energía requerida para transportar 1Mbps (en mW/Mbps)

Acceso inalámbrico

- Nivel de eficiencia de la red basado en la cobertura (indicado para casos rurales):

$$EE_{coverage} = A_{coverage} / P_{site}$$

$A_{coverage}$: Área (en km^2) de cobertura de sitio móvil para áreas rurales.

P_{site} : Consumo de energía (en W) de sitio móvil.

$EE_{coverage}$: Área de cobertura por cada W consumido en sitio móvil (en km^2/W)

- Indicador del nivel de eficiencia de la red basado en el tráfico de data (indicado para casos urbanos).

$$EE_{capacity} = N_{busy_hour} / P_{site}$$

N_{busy_hour} : Número de suscriptores en hora de alta demanda.

$EE_{capacity}$: Número de suscriptores en hora de alta demanda por cada W consumido en sitio móvil.

The Green Grid

The Green Grid (La Red Verde, en español) es un consorcio industrial abierto, sin fines de lucro, compuesto por usuarios finales, responsables de políticas, proveedores de tecnologías,

arquitectos de sitios y empresas de servicios públicos; estos colaboran para mejorar la eficiencia de recursos de data centers. Han desarrollado dos útiles métricas:

$$\text{Power Usage Effectiveness (PUE)} = \frac{\text{Consumo total de sitio técnico}}{\text{Consumo del equipamiento TI}}$$

$$\text{Data center infrastructure efficiency (DCiE)} = 1/PUE = \frac{\text{Consumo del equipamiento TI}}{\text{Consumo total del sitio técnico}} \times 100\%$$

Ambos permiten conocer cuánta energía llega directamente al equipo TI y cuánta se pierde en otros equipos, como los de refrigeración.

La organización propone una tabla para distinguir que tan eficiente es un *data center*:

PUE	DCiE	Nivel de Eficiencia
3.0	33%	Muy Ineficiente
2.5	40%	Ineficiente
2.0	50%	Promedio
1.5	67%	Eficiente
1.2	83%	Muy Eficiente

GSMA

La Asociación GSM es una organización de operadores móviles y compañías relacionadas, dedicada a apoyar la estandarización, implementación y promoción del sistema de telefonía móvil *Global System for Mobile Communications* (Sistema Global para las comunicaciones móviles). Se proponen los siguientes indicadores en la “Metodología GSMA para la evaluación ambiental de redes móviles”:

- Consumo de energía por conexión móvil
- Consumo de energía por unidad de tráfico de móvil
- Consumo de energía por sitio móvil
- Consumo de energía por unidad de ingreso de negocio móvil
- Consumo de energía de la red móvil y de energía diésel

International Telecommunication Union

La *International Telecommunication Union* (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es una agencia especializada de las Organización de las Naciones Unidas (ONU), responsable de los asuntos relacionados con las tecnologías de la información y las comunicaciones. La ITU coordina el uso global compartido del espectro de radio, promueve la cooperación internacional en la asignación de órbitas de satélite, trabaja para mejorar la infraestructura de las telecomunicaciones en los países en vías de desarrollo y ayuda en el desarrollo y coordinación de normas técnicas en todo el mundo.

Su Oficina de Estandarización de las Telecomunicaciones (ITU-T) tiene el mandato, entre otros, de dirigir y desarrollar una serie de metodologías para evaluar el impacto ambiental de las TICs. A continuación se nombran algunas metodologías desarrolladas y sus indicadores de energía correspondientes:

Recomendación ITU-T L.1410 – Metodología para evaluación de impacto ambiental de bienes, redes y servicios de las tecnologías de la información y comunicaciones.

- Electricidad
- Combustibles: petróleo, diésel, gasolina, combustible de aviación, GLP, GNL, carbón, gas, otras formas de energía suministrada: Calefacción urbana (agua y vapor), Enfriamiento urbano.

Recomendación ITU-T L.1420 – Metodología para evaluación de impacto ambiental de consumo de energía y emisiones de gases de efecto invernadero, por parte de tecnologías de la información y comunicaciones en organizaciones.

- Electricidad de recursos renovables producida dentro de los límites de la organización.
- Electricidad importada por la organización para su propio consumo.
- Calor y vapor importado por la organización para su consumo propio.
- Combustibles fósiles (por ejemplo carbón, gas o petróleo) consumido por el equipamiento fijo de la organización.
- Combustibles fósiles (por ejemplo carbón, gas o petróleo) consumido por el equipamiento móvil (por ejemplo, autos) de la organización.