



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

MODELO DE ASIGNACIÓN DE CAPITALES DE INVERSIÓN PARA LA GESTIÓN DE PORTAFOLIO DE PROYECTOS

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

MARTIN LEANDRO SAPORITO

PROFESOR GUÍA:
RAÚL URIBE DARRIGRANDI

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
GERARDO DÍAZ RODENAS
HUGO VASQUEZ GUARDAMAGNA

SANTIAGO DE CHILE
2015

Modelo de Asignación de Capitales de Inversión para la Gestión de Portafolio de Proyectos

El presente trabajo conceptualiza e implementa metodología multi-criterio AHP/ANP para la priorización de proyectos y programas de inversión, en conjunto a métodos de programación lineal, planteando un método único para la selección de proyectos y formación de portafolios de inversión ante situaciones de límite presupuestal.

El modelo propuesto busca mejorar la gestión y selección de portafolios de inversión, cuya función es autorizar la priorización, selección e implementación de programas y proyectos de inversión. Lo anterior, con el fin de cumplir los objetivos estratégicos de la organización a la cual representan.

La priorización de proyectos permite realizar un *benchmarking* de iniciativas de inversión, mediante la asignación de puntajes únicos que reflejan beneficios y necesidades del proyecto desde una perspectiva económica, operacional y de desempeño histórico. Por otra, el mecanismo jerarquiza los programas de inversión y objetivos estratégicos, a través de la aplicación de un modelo multi-criterio AHP/ANP y la participación de expertos en la materia, respectivamente.

Las prioridades –cualitativas y cuantitativas– son empleadas como parámetros de un problema de programación lineal con restricciones presupuestarias, con el fin de distribuir y asignar recursos disponibles en un mismo universo de proyectos. De esta forma, se puede establecer una cartera óptima incorporando su impacto técnico-económico de los proyectos seleccionados.

El modelo es probado empíricamente utilizando una serie de proyectos de la empresa distribuidora de energía, CHILECTRA S.A. La muestra es sometida a los parámetros de evaluación propuestos para determinar su impacto económico y operacional.

Los resultados establecen una priorización óptima de portafolios que resguardan el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la compañía y gestionan de manera eficiente las inversiones para el período 2014-2018. Por lo tanto, se concluye que el modelo puede ser utilizado como una herramienta que permite el apoyo a la toma de decisión en la gestión de portafolios de proyectos.

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	5
1.1 Antecedentes	5
1.2 Problema	5
1.3 Prueba Empírica	6
II. OBJETIVO Y ALCANCES	7
2.1 Objetivo General	7
2.2 Objetivos Específicos	7
2.3 Alcances	8
2.4 Resultados Esperados	8
III. METODOLOGÍA	9
IV. MARCO CONCEPTUAL	10
4.1 Gestión de Portafolios: Proyectos y Programas de Inversión	10
4.2 Métodos de Selección de Proyectos	13
4.3 Analytic Hierarchy Process (AHP) y Analytic Network Process	14
4.4 Planificación de Inversiones en Distribución Eléctrica	15
V. MODELO DE ASIGNACION DE CAPITALS DE INVERSION	17
1.1 Modelo de Priorización de Programas de Inversión	18
1.2 Modelo de Ranking de Proyectos	22
1.3 Modelo de Optimización de Recursos y Selección de Proyectos	27
VI. CHILECTRA S.A	32
6.1 Historia	32
6.2 Objetivos Estratégicos	33
6.3 Programas y Proyectos de Inversión	34
6.4 Evaluación de Proyectos en Redes de Distribución Eléctrica	37

6.5	Indicadores Relevantes de Desempeño de Proyectos	39
6.6	Proyecciones Operacionales	41
6.7	Inversiones Históricas	43
VII.	RESULTADOS	44
7.1	Descripción de la Cartera de Proyectos 2014-2018	44
7.2	Modelo de Priorización de Programas de Inversión	50
7.3	Modelo de Ranking de Proyectos	54
7.4	Modelo de Optimización de Recursos y Selección de Proyectos	58
VIII.	ANALISIS Y RECOMENDACIONES	66
IX.	CONCLUSIONES	68
X.	GLOSARIO	70
XI.	BIBLIOGRAFIA	72
XII.	ANEXOS	74
	Anexo #1: Estructura Sistemas de Transmisión y Distribución Eléctrica:	74
	Anexo #2: Cuestionario Modelo de Prioridad de Programas de Inversión	75
	Anexo #3: Ranking Puntajes Único y por Indicador de Proyectos	77
	Anexo #4: Selección de Proyectos (Reducción en 50.000 M\$)	82
	Anexo #5: Selección de Proyectos (Reducción en 60.000 M\$)	87

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Las organizaciones deben seleccionar distintos proyectos entre numerosas alternativas para cumplir con sus objetivos estratégicos. Ahora bien, ¿cuáles deben ser los criterios que a consideran para determinar qué proyectos han de ser aprobados y cuales han de ser pospuestos, en situaciones de límites presupuestarios? No existe una única respuesta válida para esta pregunta. Una mala decisión, en la gestión de portafolios de inversión, puede resultar en gastos innecesarios en iniciativas con baja probabilidad de éxito, a costa de proyectos de inversión necesarios y/o rentables.

La gestión de portafolios es el medio a través del cual las organizaciones buscan cumplir con el plan estratégico definido para el periodo que componen los portafolios seleccionados. Los planes estratégicos, al ser elaborados, proponen múltiples proyectos que apoyan el logro de las estrategias definidas durante el periodo de duración de los mismos. Sin embargo, la posibilidad de ejecutar la totalidad de proyectos es un objetivo imposible de lograr debido a que no existen presupuestos ilimitados. Por lo tanto, el reto consiste, en determinar qué proyectos son más necesarios y/o deseables de ejecutar, y cuáles no lo son, dentro de un universo variado de estos. Lo anterior, con el fin de optimizar la asignación de los recursos disponibles, llevando a cabo un conjunto de proyectos acorde a realidad presupuestaria, y lograr la mayor cantidad de objetivos estratégicos propuestos con la ejecución de los proyectos seleccionados.

Por su parte, metodologías de optimización y priorización, para en la asignación de recursos de inversión y selección de proyectos, ha sido estudiada desde distintas perspectivas con el fin de solucionar el conflicto al entregar herramientas que permitan a las organizaciones tomar mejores decisiones por medio de métodos existentes.

1.2 Problema

Optimizar portafolios de inversión y planes de inversiones anuales es un proceso complejo, en particular cuando se cuenta con un gran número de proyectos necesarios a realizar y un universo variado de sus características. No obstante, presenta la oportunidad para formular e implementar un modelo eficiente que permita la asignación de recursos y formación de portafolios de inversión por medio de una metodología de priorización y selección de proyectos. Convirtiéndose de esta forma, en un apoyo a la toma de decisiones en la gestión de portafolios y asignación de recursos de inversión.

La complejidad en la gestión de portafolios radica en los criterios a utilizar, para priorizar programas y proyectos de inversión, como también en la información con que cuentan los directores de portafolios para poder tomar decisiones correctas respecto a la formación de sus planes estratégicos. El presente estudio propone crear y probar empíricamente un modelo eficiente para la asignación de capitales de inversión, que tenga como fin la selección y priorización de proyectos y programas de inversiones y

sea un apoyo relevante para la gestión de portafolios de proyectos ante distintos escenarios de inversión.

Lo propuesto será realizado mediante la utilización de métodos de priorización multi-criterio y algoritmos de programación lineal que permitan seleccionar carteras de proyectos, en función de las necesidades y estrategia de la organización, optimizando los recursos de inversión disponibles, y llevando a cabo los proyectos que permitan lograr el mayor número de objetivos estratégicos delineados.

1.3 Prueba Empírica

Con el fin de validar el modelo diseñado y probar su funcionamiento, se realiza una prueba utilizando una muestra del banco de proyectos de inversión de la empresa de distribución eléctrica, CHILECTA. SA. Actualmente, la empresa posee un gran número de proyectos e iniciativas de diferentes características, que conlleva a un engorroso proceso de selección de proyectos y formación de portafolios de inversión de manera eficiente.

La prueba, a realizar, requiere contar con información estandarizada de los beneficios de los proyectos, la evaluación económica, estudios de obligatoriedad y factibilidad y desempeño histórico de proyectos ya iniciados. Toda la información ha sido facilitada por la empresa en la cual se realiza la intervención, con el fin de implementar el modelo propuesto.

El objetivo de la distribución de energía es transportar energía eléctrica desde una central de generación hacia clientes ubicados en distintas zonas geográficas. Un red de distribución tipo está compuesta por 6 niveles jerárquicos: (a) Líneas de Transmisión; (b) Líneas de Sub-Transmisión; (c) Subestaciones de Alta y Media tensión; (d) Alimentadores; (e) Transformadores; y (f) Clientes (en el anexo #1 se muestra la diagramación de una red única tipo). En términos específicos, la red de distribución involucra los niveles c, d, e y f. La que, interconectada, debe crecer y mantenerse con el fin de mantener la confiabilidad dentro de la zona de suministro, siendo responsable de distribuir la energía a diferentes clientes distribuidos en una zona geográfica específica.

En dicho contexto, el modelo propuesto tiene por objetivo cumplir con los planteamientos estratégicos de una distribuidora de energía eléctrica, cuya misión es suplementar –eficaz y eficientemente– energía eléctrica a sus clientes, crecer con rentabilidad, y aumentar la seguridad de sus redes mediante el correcto remplazo y mantenimiento de los equipos e instalaciones que la componen, por medio de proyectos de inversión. Los resultados del modelo permitirán realizar una priorización y selección del portafolio de proyectos de inversión de la empresa, sometidos a distintos escenarios de inversión y visualizando el impacto operacional y económico del set de proyectos seleccionados.

II. OBJETIVO Y ALCANCES

A continuación son definidos los objetivos y alcances del estudio propuesto, como también los resultados esperados. Esto último es realizado mediante pruebas del modelo desarrollado sobre el portafolio de inversión de la empresa CHILECTRA S.A.

2.1 Objetivo General

Diseñar un modelo de asignación de capitales de inversión para el apoyo en la toma de decisiones en la formación de portafolios inversión, comprobando a su vez, empíricamente su uso, en la gestión de portafolios y optimización de recursos de inversión de una empresa de distribución eléctrica.

2.2 Objetivos Específicos

- Definir un sistema de ranking para proyectos en base a componentes de evaluación: operacionales, económicos y de desempeño histórico, de proyectos de inversión.
- Crear un modelo de priorización de programas de inversión en base a objetivos estratégicos utilizando metodologías multi-criterio para la toma de decisiones: Analytic Heirarchy Process (AHP) y Analytic Network Process (ANP).
- Diseñar un modelo de asignación de capitales de inversión y selección de proyectos de inversión vía programación lineal, para la optimización en la asignación de recursos de inversión, utilizando como parámetros prioridades AHP/ANP, ranking de proyectos de inversión y presupuesto de inversión disponible.
- Probar, empíricamente, el modelo en la gestión de portafolios y optimización de los recursos de inversión, empleando una muestra del banco de proyectos 2014-2018 de la empresa de distribución eléctrica chilena: Chilectra S.A.

2.3 Alcances

El alcance del estudio propuesto es el diseño de un método que integra variables cualitativas y cuantitativas en la gestión de portafolios de inversión. Su objetivo es optimizar recursos de inversión en la gestión de portafolios de proyectos bajo restricciones presupuestarias.

Además el método propuesto es utilizado para la planificación de inversiones de una empresa de distribución eléctrica, empleando una muestra de proyectos de inversión de este tipo de organización (contando con la participación de directores de proyectos y portafolios de la compañía). Si bien los resultados tienen validez para el tipo de organización mencionada, la intención del proyecto es que el modelo pueda ser adaptado por cualquier tipo de organización (privada, pública y sin fines de lucro), para que este sea válido para su uso en cualquier tipo de industria que requiera de una solución para esta tarea.

2.4 Resultados Esperados

En primer lugar, se espera que el trabajo sea un nuevo aporte al estudio de métodos y modelos dentro de la planificación de inversiones y en la gestión de portafolios de inversión existentes en distintas industrias; tanto de las variables que son consideradas, como de las metodologías históricamente desarrolladas.

El resultado radica en desarrollar un modelo funcional que, permita gestionar portafolios de proyectos de inversión, asignando óptimamente, montos de inversión, durante diversos periodos, a un conjunto de proyectos y programas de inversión seleccionados sobre un universo existente.

Se espera que el modelo desarrollado sea un apoyo para la toma de decisiones en la gestión de portafolios de proyectos de inversión, adaptable a cualquier tipo de organización, en función de sus características propias, y se utilice como una herramienta para la gestión de proyectos y planificación de inversiones.

Los resultados del estudio, entregarán también, pruebas empíricas del modelo sobre una muestra de proyectos de la empresa Chilectra S.A, junto a un análisis de sensibilidad sobre las restricciones del modelo y su afición a los resultados y funcionamiento del mismo de acuerdo a la visión estratégica de la compañía.

III. METODOLOGÍA

El presente trabajo se sustenta en el estudio de bibliografía relacionada con gestión de portafolios y métodos desarrollados para optimizar los procesos que lo involucran y su aplicación en distintas industrias.

El uso de teorías multi-criterio para la toma de decisiones es creciente en el desarrollo de métodos de selección de proyectos y gestión de portafolios. A partir de la investigación realizada, se definen 3 metodologías que serán integradas en un modelo único, que permitirá la priorización y selección de proyectos de inversión y, por ende, en un apoyo en la toma de decisión sobre portafolios de inversión.

Se ha diseñado un modelo de ranking de proyectos de inversión en base a beneficios económicos e indicadores (operacionales y de desempeño histórico,) que permite una priorización jerárquica de proyectos, asignando un puntaje único a través de variables cuantitativas de los proyectos y variables cualitativas utilizando el método Delphi (juicio de experto).

A su vez, se utilizan métodos multi-criterio AHP y ANP –previamente mencionados– para crear un modelo cuyo objetivo es la priorización de programas de inversión sustentado en criterios estratégicos. Los resultados entregan un puntaje de prioridad a cada programa de inversión según las necesidades estratégicas de las organizaciones.

Una vez diseñados los modelos de prioridad para proyectos y programas de inversión, se formula un problema de programación lineal utilizando el método SIMPLEX, que emplea como variables de entrada los puntajes de los proyectos y de los programas de inversión. El modelo tiene por objetivo la asignación de recursos para cada programa de inversión utilizando las prioridades AHP/ANP para la tarea, y la posterior selección de proyectos utilizando el ranking de proyectos y las restricciones presupuestarias obtenidas de la de la primera iteración del algoritmo. Por último, los resultados se diagraman en un cuadro de mando integral, que refleja los montos de inversión asignado para cada proyecto y programa, y las variables técnicas/económicas del portafolio optimizado (indicadores técnicos y económicos de la cartera seleccionada).

Por último, es diseñado el modelo de asignación integrando las metodologías descritas, adaptándolo para una empresa de distribución eléctrica con el fin de realizar una prueba empírica sobre el portafolio de inversión de dicho tipo de compañía, utilizando una muestra de la base de proyectos de la empresa Chilectra S.A. También es realizado un análisis de sensibilidad del modelo sobre restricciones del mismo (prioridades AHP/ANP y restricciones presupuestarias) con el fin de validar el modelo propuesto.

IV. MARCO CONCEPTUAL

El marco teórico se sustenta en 5 ejes: (a) Gestión de Portafolios: Proyectos y Programas de Inversión, (b) Métodos de Selección de Proyectos, (c) Métodos Multicriterio: Analytic Network Process (ANP) y Analytic Hierarchy Process (AHP), (d) Métodos de Optimización de Portafolio de Inversión, y (e) Métodos de Planificación de Redes de Distribución Eléctrica. A continuación, se da paso a desarrollar cada uno.

4.1 Gestión de Portafolios: Proyectos y Programas de Inversión

La guía de dirección de proyectos, PMBOK (Project Management Body of Knowledge), define un proyecto como:

[...] un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos indica un principio y un final definidos. El final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto o cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto (PMBOK, 2008:11).

Un conjunto de proyectos de la misma naturaleza, se define como un programa de inversión:

[...] En organizaciones maduras en dirección de proyectos, la dirección existe en un contexto más amplio regido por la dirección de programas y la gestión del portafolio ... las estrategias y prioridades de una organización se vinculan, y se establecen relaciones entre portafolios y programas, y entre programas y proyectos individuales.(PMBOK, 2008:13).

El Project Management Institute define un portafolio como una colección de proyectos y/o programas que se agrupan para facilitar la administración de estos para lograr las metas estratégicas de la organización. De esta forma, la gestión de portafolio se convierte en:

[...] una gestión centralizada de uno o más portafolios, que incluye identificar, establecer prioridades, autorizar y dirigir y controlar proyectos, programas y otros trabajos relacionados para alcanzar los objetivos específicos y estratégicos del negocio. La gestión del portafolio se centra en asegurar que los proyectos y programas se revisen a fin de establecer prioridades sean consistente con la estrategia de la organización y este alineada con ellas (PMBOK, 2008:14-15).

Las relaciones entre proyectos, programas y portafolios de inversión presentan distintos niveles de jerarquía de acuerdo a la importancia, para el logro de la estrategia de la compañía. El PMBOK, diagrama la relación entre estos componentes como se muestra en la figura #1, donde se observa la diagramación, de forma que un conjunto de proyectos componen un programa de inversión, y a su vez, un conjunto de

programas componen uno portafolio de inversión. Además, explicita relaciones entre portafolios de menor nivel, que componen un portafolio de mayor nivel de importancia. Las flechas del diagrama, además de representar la jerarquía descrita, precisan la relación tangible entre los componentes por medio de las actividades que realizan la organización para gestionar sus proyectos, programas y portafolios.

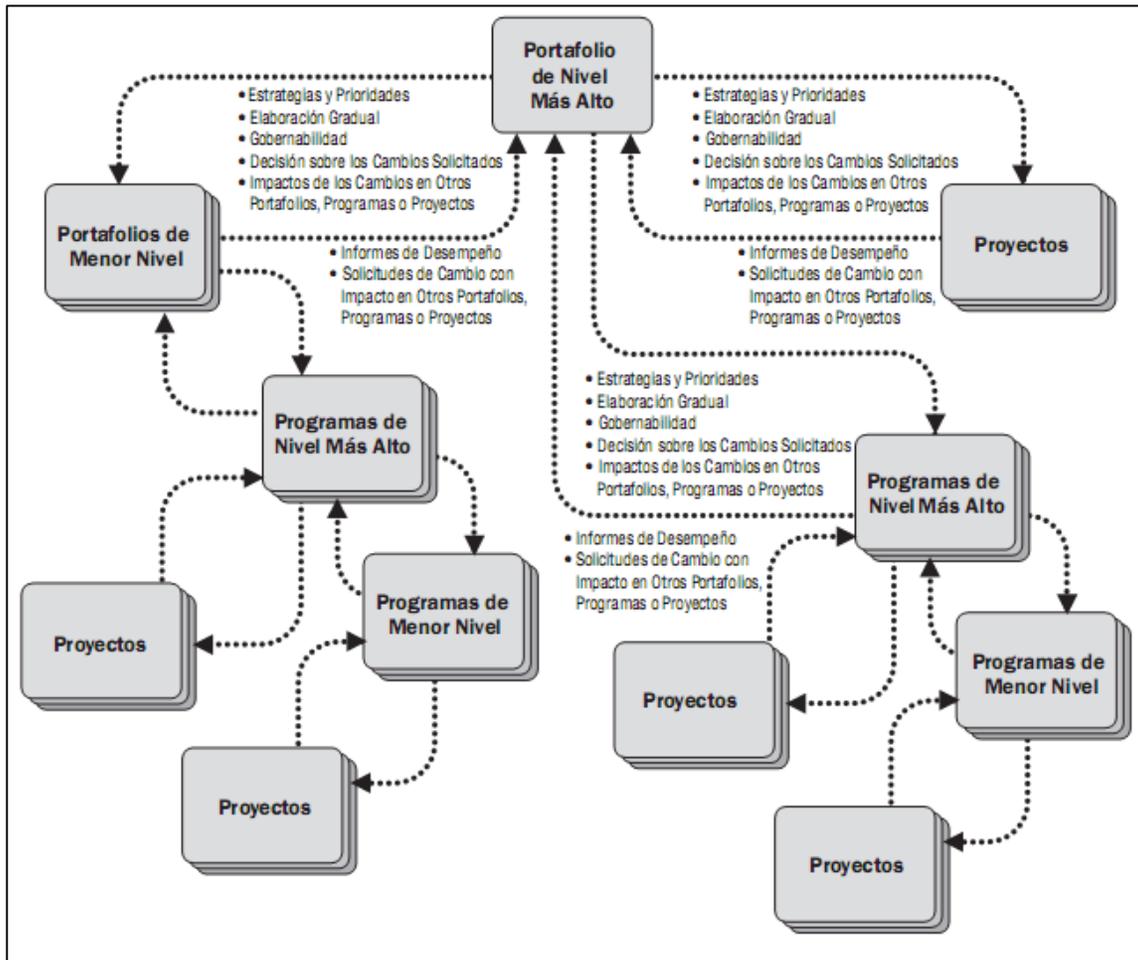


Figura #1: Relación entre Proyectos, Programas y Portafolios
Fuente: PMBOK, 2008:14

La gestión de portafolios, es la gestión centralizada de uno o más portafolios que se realiza con el fin de alcanzar los objetivos estratégicos planteados; incluye la identificación, categorización, autorización, gestión y control de proyectos y programas de inversión [3].

[...] Las organizaciones gestionan los portafolios basándose en su plan estratégico, lo que puede dictar una jerarquía al portafolio, programa o proyectos implicados. Uno de los objetivos de la gestión del portafolio consiste en maximizar el valor del portafolio mediante un examen cuidadoso de sus componentes: los programas, proyectos y otros trabajos relacionados que lo constituyen. De esta manera, el plan estratégico de una organización se convierte en el principal factor que guía las

inversiones en los proyectos. Al mismo tiempo, los proyectos retroalimentan los programas y portafolios mediante informes de estado y solicitudes de cambio que pueden ejercer un impacto sobre otros proyectos, programas o portafolios” (PMBOK, 2008:16).

La gestión de portafolios combina: (a) el foco en la organización, asegurando que los proyectos seleccionados para inversión concuerden con la estrategia del portafolio y (b) el foco en la gestión de proyectos sea adecuada, siendo su ejecución un aporte a la contribución estratégica del portafolio. Esta tarea es una de varios métodos de gobernación utilizados por las organizaciones [3].

Existen distintos roles y responsabilidades entre los distintos actores que componen la gestión de portafolios de una organización: gestión gerencial, gestión de portafolios, gestión de programas, gestión de proyectos y gestión de operaciones. La gestión de operaciones, es descrita como las actividades organizacionales realizadas día-a-día. Esta involucra los procesos que no son necesariamente específicos a proyectos de la organización. Sin embargo, procesos realizados por los gestores operacionales son usualmente resultados de la ejecución de los componentes de un portafolio.

Gestores de programas y proyectos, miden el avance, esfuerzo y presupuesto de los componentes del portafolio, con el fin de anticipar potenciales problemas y asegurar la ejecución adecuada de la inversión, reportando esta información al gestor de portafolios. Estos tres actores puede participar en la gestión de portafolios, para determinar los criterios ha utilizara para aprobar/desechar las distintitas iniciativas de inversión dentro del universo con que cuenta la organización. Además de planificar los recursos necesarios para realizarlos (recursos humanos, activos físicos y económicos).

El gestor de portafolio es responsable de monitorear y gestionar portafolios: (a) Jugando un rol clave en la priorización de proyectos, con el fin de asegurar un balance entre los componentes y los objetivos estratégico; (b) Reportando de manera oportuna el desempeño del portafolio a accionistas e inversionista; (c) Midiendo el valor del portafolio hacia la organización utilizando métricas de inversión, (d) Participar en revisiones de programas y proyectos tomando una posición de líder frente a los gestores de programas y proyectos.

La gestión de portafolios debe reflejar los objetivos estratégicos de la organización a través de los planes de inversión que son autorizados en para cada período, presupuestando los gastos de inversión requerida para cada área de la organización, por medio de la selección de proyectos y programas que se llevaran a cabo durante un periodo de tiempo definido y así planificar el gasto presupuestal de la compañía.

4.2 Métodos de Selección de Proyectos

Existen diversos métodos propuesto en la literatura especializada en la gestión de portafolios y selección de proyectos. Su aplicación ha variado durante los años y actualmente se cuenta con una gran cantidad de posibilidades a la hora de escoger uno sobre otro, según la información disponible a la hora de resolver el problema. En la siguiente tabla se describen los distintos métodos existentes, y se identifican las necesidades para realizar cada uno. También se explicita los métodos que componen el presente estudio y cuáles son los requerimientos previos necesarios para su correcto desarrollo.

Método de Selección de Proyectos	Parámetros de Proyectos Conocidos	Viabilidad de los recursos requeridos	Muti-criterios	Interdependencia de Proyecto	Optimización
Ranking	SI	NO	SI	NO	NO
Scoring [19]	SI	NO	SI	NO	NO
AHP [15]	SI	NO	SI	NO	NO
ANP [16]	SI	NO	SI	SI	NO
Programación por Objetivos [20]	NO	SI	NO	NO	SI
Entera Mixto[21]	NO	SI	NO	NO	SI
Lineal Cuadrática [22]	NO	SI	NO	NO	SI
Cuadrática [26]	NO	SI	NO	NO	SI
No-lineal [23-24]	NO	SI	NO	NO	SI
AHP y Optimización Lineal [24]	SI	SI	SI	NO	SI
AHP/ANP y Programación por Objetivos [25]	SI	SI	SI	SI	SI
RANKING % ANP & Lineal (Este estudio)	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla #1: Métodos de Selección de Proyectos

Fuente: Elaboración propia del autor.

La metodología seleccionada, se basa en estudios que combinan herramientas multi-criterio con optimización lineal, en particular para este tipo de métodos se hace necesario contar con los parámetros de evaluación de los proyectos, recursos disponibles e interrelaciones de proyectos, con el fin de asegurar su implementación. Contar con esta información, al poseer un universo de tamaños considerables, se hace difícil de estandarizar y obtener. Teniendo claro las necesidades al nivel de información que utiliza este estudio, se posee una noción del detalle de información a ser solicitado a la organización intervenir.

4.3 Analytic Hierarchy Process (AHP) y Analytic Network Process

El modelo Analytic Network Process (ANP) se basa en el modelo Analytic Hierarchy Process (AHP), métodos utilizados para la toma de decisiones multi-criterio. Estas últimas fueron desarrolladas por Thomas Saaty (80') y tienen como objetivo apoyar la toma de decisiones multi-criterio a través de una serie de requisitos, que incluyen juicios de expertos, prioridades, preferencias e influencias cuantitativas entre diversos criterios y alternativas a través de comparaciones pareadas. Su uso radica en la relación de escalas de valor para capturar todo tipo de interacciones entre los criterios asociados y realizar predicciones precisas con el fin de tomar mejores decisiones.

El método ANP es la primera teoría matemática existente en tratar sistemáticamente todo tipo de dependencia y retroalimentación entre variables de decisión, mediante un marco que incluye elementos conectados de cualquier forma deseada para investigar el proceso de derivación de escalas de razón de influencias para la priorización entre elementos y grupos de decisión. Su metodología está compuesta por dos secciones. Por una parte, existe una jerarquía de control –conocida también como red de criterios y sub criterios– que controlan la interacción del sistema bajo estudio. Por otra, hay una red de influencias entre elementos y grupos. Ambas partes de la metodología permiten crear una súper matriz que limita la influencia de cada criterio. Cada súper matriz es ponderada por la prioridad de su criterio de control, mientras que los resultados son sintetizados a través de la adición de todos los criterios de control. [14-15]

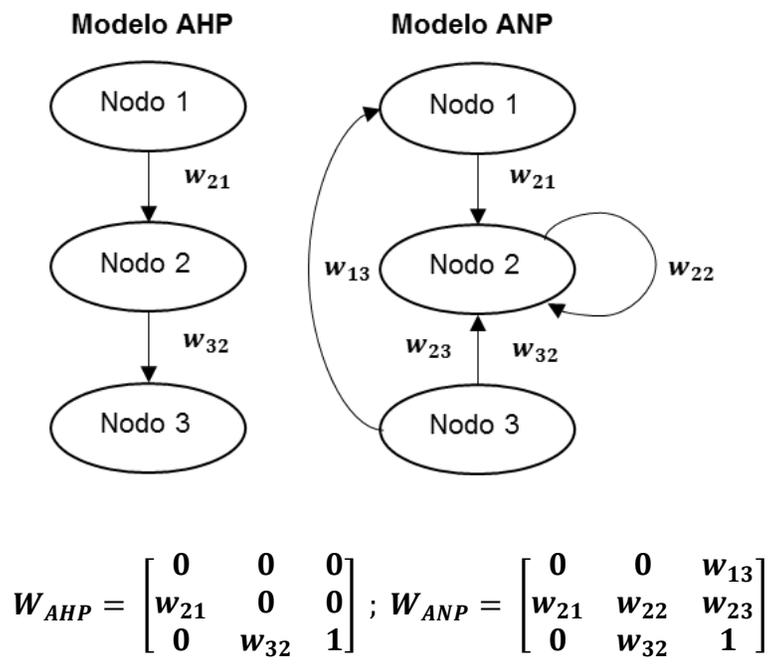


Figura #2: Modelo Jerárquico AHP y Modelo en Red ANP
 Fuente: “Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process”

Se identifican cuatro pasos claves en el planteamiento y resolución de un problema multi-criterio AHP y ANP: (1) Descomponer el problema de toma de decisión en un uno de jerárquica, (2) Realizar comparación pareadas y establece prioridades entre elementos del mismo nivel jerárquico, (3) Sintetizar juicios (para obtener un set de pesos para lograr la meta propuesta), y (4) Evaluación y chequeo de consistencia de los juicios emitidos.

Las comparaciones pareadas se realizan utilizando la escala de Saaty (80'), la cual propone la siguiente escala numérica para captar los juicios de prioridad sobre las comparaciones pareadas, entre criterios de decisión.

Valor de par comparado ij	Interpretación
1	El criterio i y el criterio j son igualmente importantes
3	El criterio i es ligeramente más importante que j
5	El criterio i es fuertemente más importante que j
7	El criterio i es muy fuertemente más importante que j
9	El criterio i es absolutamente más importante que j
Otros valores	Explicación
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, usados como valores de consenso entre dos juicios
Incrementos de 0,1	Valores intermedios para realizar graduaciones más finas a los juicios

Tabla #2: Escala de Saaty

Fuente: "Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process"

4.4 Planificación de Inversiones en Distribución Eléctrica

La gestión de portafolios de inversión en empresas de distribución eléctrica tiene directa relación con la planificación del crecimiento y mantenimiento de la red. La planificación de inversión de este tipo de organización permite determinar los activos necesarios a ser intervenidos en la red y las tareas que se deben llevar a cabo para asegurar el suministro de energía.

La literatura menciona tres requerimientos básicos que predominan la planificación de los sistemas de distribución eléctrica. En primer lugar, se dice que el sistema debe abarcar la mayor cantidad de terreno con el fin de "llevar cables" a cada cliente dentro de la zona de distribución. Consiste en un costo influyente del sistema, abarcando casi un 25% del total. Su importancia radica en que, mediante dicho requerimiento, se pueden determinar los componentes que debe asumir la estructura de la red (capacidad, potencia, extensión, entre otros). A su vez, los sistemas de distribución deben tener la capacidad de cubrir la demanda en su momento peak. Este requerimiento es esencial y los costos abarcan entre un 25% y 40% del presupuesto. Estas dos tareas componen la mitad del gasto en inversión, para este tipo de compañía.

Por último, el sistema debe lograr confiabilidad de suministro, para asegurar su correcta distribución. Este requerimiento es, por su parte, uno de los costos más importantes de una red de distribución, abarcando un 50% del total, asegurando la disminución de frecuencias y duración de interrupciones del suministro. Se habla de un nivel de confiabilidad de un 99.975% en países de primer y segundo orden a nivel mundial [1].

La planificación de una red de distribución distingue 3 fases [8]: (1) Planificación a Largo Plazo o Estratégica, en la cual se determina la estructura general de la red y las inversiones recurrentes y singulares más importantes a realizar para la sustentación del negocio; (2) Planificación a Medio Plazo o Diseño, la cual indica las inversiones puntuales y el tipo de infraestructura en un futuro cercano; y (3) Planificación a Corto Plazo la cual se preocupa de el diseño de detallado de cada componente de la red y de sus características específicas, como también los procesos operativos a realizar.

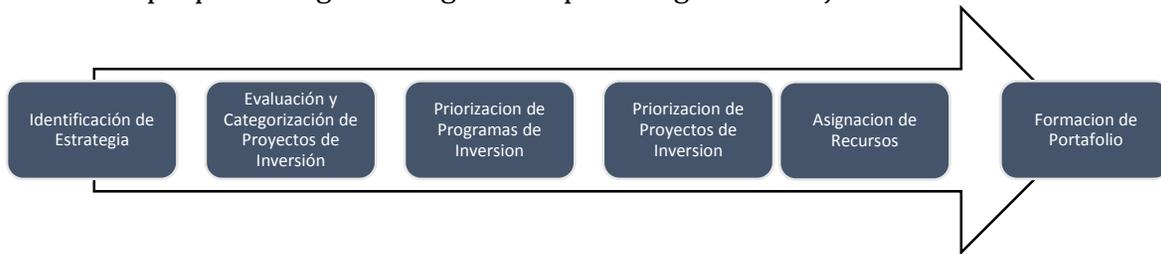
Los métodos de planificación fueron ideados a principios del siglo XX con el surgimiento de las redes de distribución eléctrica. Estos últimos han ido evolucionando acorde al conocimiento y tecnología disponible en métodos de optimización matemática. En un principio existían métodos de valorización, cálculo de flujo de potencia, programación lineal, teoría de grafos y optimización. No obstante, el avance en teorías matemáticas ha permitido que estos métodos se basen, actualmente, en redes neuronales, algoritmos genéticos, búsqueda tabú, intercambio de ramas y algoritmos de hormigas [7]. A su vez, existe en la literatura una tendencia de ampliar las variables de decisión al momento de planificar la red a largo plazo; desde el crecimiento de potencia y criterios económicos, a criterios de confiabilidad, calidades del suministro, medioambientales y legales. [13]

Al planificar una red de distribución existen dos tareas relevantes: (1) Planificación del Diseño de los Componentes y Estructura de la Red y (2) Asignación de Recursos de Inversión. Dentro del diseño de los componentes y estructura de la red, existen diversas publicaciones científicas/ingenieriles. Exponen teorías matemáticas de algoritmos de recocido simultaneo (*simulated annealing*), lógica difusa, heurísticas computacionales, redes neuronales y búsqueda tabú [3-8], entre otras, las cuales dan soluciones respecto al tipo de materiales necesarios para mejorar y mantener las instalaciones de la red, como también sobre la optimización de su locación y planes a largo de plazo del crecimiento de la potencia y energía necesaria para sustentar la demanda.

Se recoge de la literatura el uso de modelos multi-criterio para la planificación de inversiones para empresas de distribución eléctrica [10-12], los que amplían los criterios técnicos económicos para la planificación. Particularmente, en modelos que utilizan razonamientos de gestión de activos, calidad del suministro y requerimientos legales. En particular, dichos estudios, utilizan las metodologías AHP y ANP (Analytic Hierachy Process y Analytic Network Process), para consolidar criterios de jerarquización para la priorizaron de portafolios de inversión proyectos.

V. MODELO DE ASIGNACION DE CAPITALES DE INVERSION

El modelo propuesto sigue los siguientes pasos lograr sus objetivos:



-Figura # 3: Proceso de Asignación de Capitales de Inversión-
Fuente: Elaboración propia del autor.

Este se inicia con la identificación de los objetivos estratégicos de la organización y la caracterización y evaluación de las iniciativas propuestas para lograrlos. Esta tarea es primordial para el correcto funcionamiento del modelo y determinara los resultados finales del mismo.

El primer paso propio del modelo desarrollado, se define como un **modelo de priorización de programas de inversión**, utilizando métodos multi-criterio AHP/ANP para la toma de decisión. Este modelo permitirá entregar una prioridad de diferentes alternativas de programas de inversión, utilizando como criterio de decisión los objetivos estratégicos y su importancia relativa entre sí. Es necesario contar, previamente, con una definición de los objetivos estratégicos de la organización y como estos deben ser reflejados en los programas y proyectos de inversión. A su vez, cada proyecto debe estar categorizado en un programa de inversión, variando de acuerdo a su objetivo estratégico.

El segundo paso consiste en un **modelo de ranking de proyectos** que permita priorizar los proyectos pertenecientes a los diferentes programas de inversión. Para esto es necesario contar con información estandarizada de evaluación económica, que permita identificar indicadores claves de desempeño por proyecto, de acuerdo a perspectivas operacionales, económicas y de avance histórico. Contando con los indicadores previamente mencionados, se puede realizar un benchmarking de proyectos según su posición relativa dentro de su categoría de inversión.

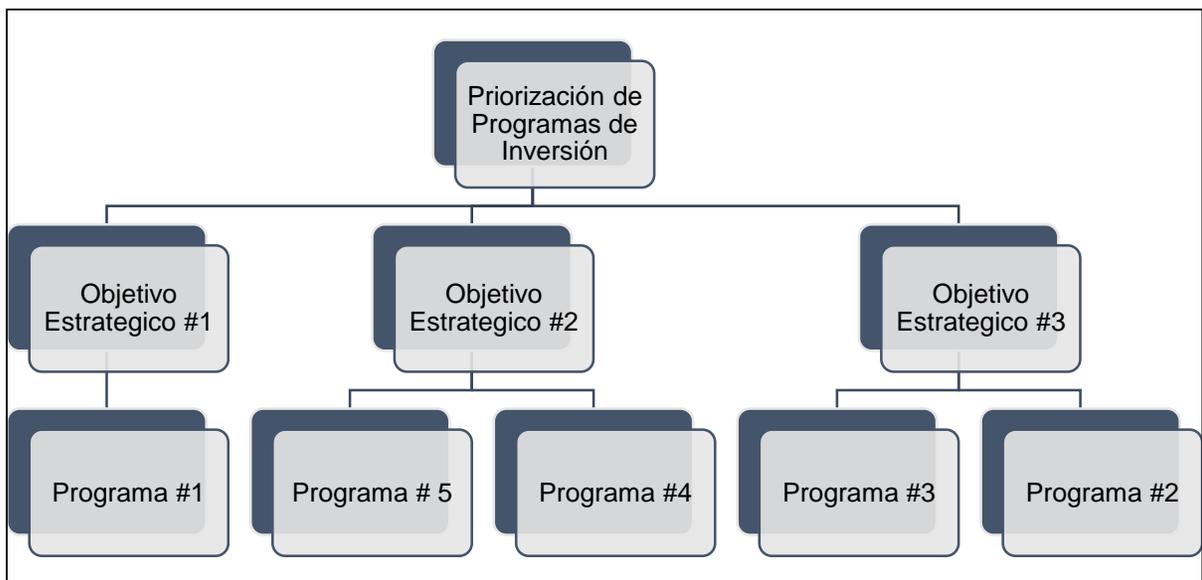
Una vez priorizados los proyectos y programas de inversión, se puede formular un algoritmo SIMPLEX para **optimizar la asignación de recursos** en base a las prioridades de los programas y proyectos. El óptimo del problema entrega la selección de los proyectos y sus montos asignados durante los distintos periodos temporales.

El portafolio seleccionado se puede medir en un cuadro de mando integral describiendo la información agregada de los montos de inversión asignados –sobre los disponibles y deseables–, además de los indicadores técnicos y económicos de la cartera.

1.1 Modelo de Priorización de Programas de Inversión

El primer proceso dentro del modelo propuesto cuenta de identificar los objetivos estratégicos que llevan cabo los distintos programas de inversión. Se deben reconocer los programas que afectan el desarrollo de cada objetivo estratégico. Las relaciones entre los objetivos estratégicos y los programas son modelados de acuerdo a la teoría multi-criterio AHP/ANP.

El objetivo de la modelación es entregar una prioridad a cada programa de inversión y a cada objetivo estratégico, realizando una comparación pareada entre los objetivos estratégicos y entre programas que cumplen los mismos objetivos estratégicos. En el siguiente diagrama se ejemplifica un modelo genérico para la priorización de objetivos estratégicos y programas de inversión.



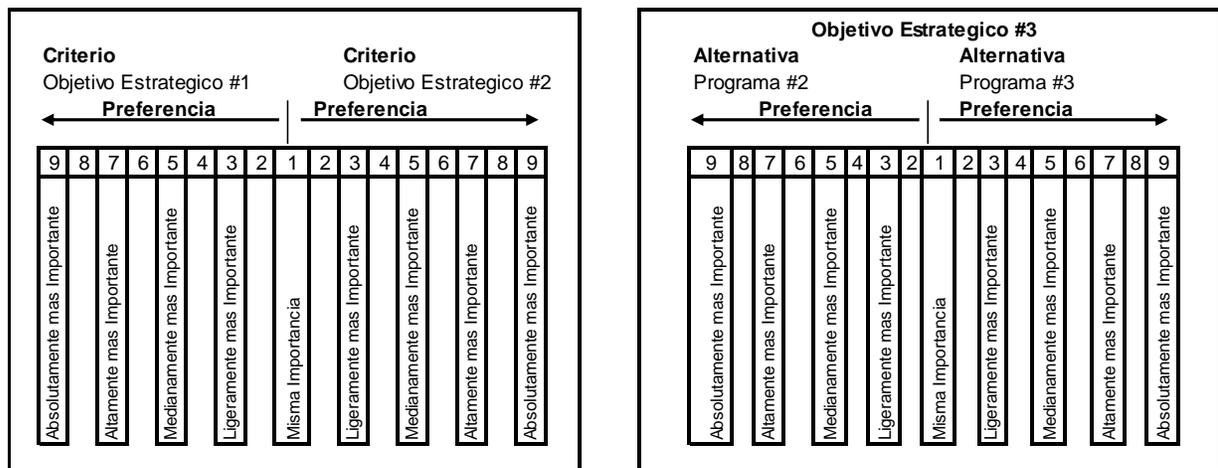
-Figura 4 #: Modelo AHP/ANP Genérico para Priorización de Programas de Inversión-
Fuente: Elaboración propia del autor.

En un primer nivel de jerarquía se componen los criterios de decisión del modelo. En este caso, se definen los objetivos estratégicos de la organización, tomando la forma de un modelo ANP donde los criterios se relacionan entre sí, sin la existencia de un nivel jerárquico predominante (es decir, de uno sobre otro). El modelo ANP provee una modelación adecuada para este escenario ya que recoge dependencia entre los diferentes objetivos específicos.

En el segundo nivel de jerarquía se encuentran las alternativas del modelo, donde se sitúan los programas de inversión. Este nivel es tratado como un modelo AHP, donde cada programa tiene asociado un objetivo estratégico y no existe dependencia de proyectos de un programa sobre otros pertenecientes a otra categoría. El nivel completa el modelo que se convierte en un uno jerárquico, por lo que debe ser tratado aplicando la metodología AHP.

Considerando que los modelos AHP no contemplan interdependencias entre los criterios de selección, se puede considerar el modelo como poco realista, al no recoger preferencias entre programas que ejecutan diferentes estrategias. Sin embargo, el problema se soluciona, en parte, al tratar el primer nivel de jerarquía como un modelo ANP, el cual recoge la percepción dependiente de una estrategia sobre otra, lo que posteriormente entrega la percepción de importancia relativa de un programa sobre otro, a pesar de no cumplir con el mismo objetivo.

Para el correcto desarrollo de la metodología, se deben realizar sesiones donde interactúen la dirección de proyectos y programas de la organización con el área directiva de gestión de inversiones. Durante las sesiones mencionadas, se debe tener claro los programas y cuál es su objetivo estratégico asignado, para ser capaz de plantear el modelo. Entre los participantes se debe ser capaz de recoger la percepción de prioridad entre criterios (objetivo estratégico) y sobre las alternativa de selección (programa de inversión), empleando la metodología AHP/ANP. Esta se desarrolla por medio de cuestionarios, donde los distintos objetivos estratégicos son comparados, según el nivel de importancia relativa. A su vez, los programas, que ejecutan el mismo objetivo estratégico, son comparados según la percepción de importancia relativa de uno sobre otro. En la figura #5 se ejemplifica una pregunta tipo del cuestionario en cuestión.



-Figura #5: Cuestionarios Tipo Modelo de Priorización de Programas-
Fuente: Elaboración propia del autor.

Las respuestas pueden ser codificadas tanto de manera individual como agregadas, utilizando la media geométrica como propone Saaty (81'). La codificación es ejemplificada mediante las siguientes tablas:

	Objetivo Estratégico #1	Objetivo Estratégico #2	Objetivo Estratégico #3
Objetivo Estratégico #1	1	7	3
Objetivo Estratégico #2	1/7	1	9
Objetivo Estratégico #3	1/3	1/9	1

	Programa #2	Programa #3
Programa #2	1	9
Programa #3	1/9	1

-Tabla #3: Matrices Respuestas Cuestionarios-
Fuente: Elaboración propia del autor.

Posteriormente, las matrices son normalizadas para obtener las prioridades relativas entre criterios y alternativas según criterio, mediante el promedio de las filas de la matriz de resultados normalizada.

	Objetivo Estratégico #1	Objetivo Estratégico #2	Objetivo Estratégico #3	Peso Relativo
Objetivo Estratégico #1	0,68	0,86	0,23	0,59
Objetivo Estratégico #2	0,10	0,12	0,69	0,30
Objetivo Estratégico #3	0,23	0,01	0,08	0,11

	Programa #2	Programa #3	Peso Relativo
Programa #2	0,90	0,90	0,90
Programa #3	0,10	0,10	0,10

-Tablas #4 y #5: Matrices Respuestas Cuestionarios Normalizadas y Promedio de Filas (Peso Relativo)-
Fuente: Elaboración propia del autor.

Por último, los pesos relativos de las alternativas se disponen en la súper matriz, que se pondera de acuerdo a los pesos relativos de los criterios obtenidos. Los resultados de la metodología son verificados utilizando el índice de consistencia como propone Saaty (81').

	Objetivo Estratégico #1	Objetivo Estratégico #2	Objetivo Estratégico #3
Programa #1	1	0	0
Programa #2	0	0,90	0
Programa #3	0	0,10	0
Programa #4	0	0	0,80
Programa #5	0	0	0,11

-Tabla #6: Valores Supermatriz AHP-
Fuente: Elaboración propia del autor.

Los resultados finales del modelo de priorización, serán los supuestos claves para la asignación de recursos de inversión entre programas de inversión, permitiendo conocer la prioridad entre los objetivos estratégicos (criterios) y los programas de inversión (alternativas).

ALTERNATIVA	Prioridad
Programa #1	59%
Programa #2	27%
Programa #3	3%
Programa #4	8%
Programa #5	1%

-Tabla #7: Resultados Modelo de Priorización de Programas de Inversión-
Fuente: Elaboración propia del autor.

1.2 Modelo de Ranking de Proyectos

Una vez priorizados los programas de inversión, el siguiente paso es realizar una priorización de los proyectos que componen cada programa. Para establecer una jerarquización de proyectos se diseña un modelo de ranking, donde se le asigna un puntaje único a cada proyecto, en función de variables cualitativas y cuantitativas de los mismos.

Para esta tarea es fundamental que la evaluación de los proyectos sea realizada de manera correcta, determinando el coste total anual de inversión del proyecto. Además es necesario contar con la proyección de los beneficios futuros del proyecto. Estos son reflejados en sus distintos indicadores según los resultados de la evaluación. Por un lado, debe contar con indicadores económicos como son el valor actual neto (VAN) y la tasa de retorno interno (TIR) del proyecto.

Desde el punto de vista operacional, cada programa debe contar con un set de indicadores técnicos de criticidad que permitan evaluar y reflejar los beneficios y/o necesidades de cada proyecto. Dentro de los indicadores operaciones es necesario contar, además, con la información sobre la obligatoriedad y factibilidad de la realización del proyecto. Por último, si este último ha tenido inversiones en años anteriores, es necesario contar con información sobre su avance histórico, en términos físicos y económicos de inversión. Estos 3 indicadores (económico, operacional y de avance histórico) se componen en un puntaje único para cada proyecto según cada programa de inversión.

Indicador Económico	Indicador Operacional	Indicador de Desempeño
<ul style="list-style-type: none">• Tasa de Riesgo (HR)• TIR• VAN	<ul style="list-style-type: none">• Criticidad (KPI)• Factibilidad• Obligatoriedad	<ul style="list-style-type: none">• Avance Físico (%)• Avance Económico (%)

-Figura #5: Indicadores Relevantes de Desempeño-
Fuente: Elaboración propia del autor.

Los proyectos deben ser priorizados al interior de cada programa al que pertenecen. Los puntajes de proyectos pertenecientes a diferentes programas no pueden ser comprados entre sí, debido a la diferencia en la naturaleza de cada uno (un proyecto que corresponde a la ampliación de infraestructura no puede ser comparado directamente con un proyecto para incrementar ventas).

Para entregar un ranking de proyectos, el indicador de criticidad puede utilizar la siguiente escala, donde los proyectos son puntuados de acuerdo al año en que el indicador asociado al proyecto supera el nivel de criticidad definido, permitiendo así discriminar de proyectos más críticos a realizar sobre proyectos menos críticos durante los diferentes periodos de inversión:

Año	Puntaje
9	10
8	20
7	30
6	40
5	50
4	60
3	70
2	80
1	90
0	100

PROYECTO	Año > CRI	Puntaje	RANKING
A	1	90	1°
B	6	40	4°
C	3	70	2°
D	4	60	3°
E	7	30	5°

-Tabla #8: Calculo Puntaje Criticidad-
Fuente: Elaboración propia del autor.

Los indicadores operacionales poseen importancia relativa sobre otros indicadores, como también entre los distintos programas de inversión (proyectos donde es más prioritario el beneficio operacional que el beneficio económico para aprobar su ejecución). Luego, cada programa debe ser tratado con indicadores de criticidad relacionados al tipo de proyectos que lo componen y que permiten cuantificar el impacto del proyecto. La escala de criticidad propuesta puede ser modificada según la duración de los proyectos en proceso de priorización.

Para entregar un puntaje de factibilidad se propone utilizar información cualitativa de los proyectos, a través de la siguiente escala, donde el puntaje es asignado según el avance del proyecto dentro de sus etapas:

Matriz Puntaje	Muy Bajo (0)	Bajo (20)	Medio (60)	Alto (100)
Pre-Ingeniería	Sin Información	Sin iniciar	En desarrollo	Ingeniera desarrollada
Ingeniería de detalle	Sin Información	Por contratar	En desarrollo	Entregada
Contrato de mano de obra	Sin Información	Sin iniciar	En proceso	Contrato vigente
Permisos / autorizaciones	Sin Información	Sin iniciar	En tramite	Adquiridos
Materiales y equipos	Sin Información	Por solicitar	En viaje	Disponible

-Tabla #9: Matriz Puntaje Factibilidad-
Fuente: Elaboración propia del autor.

Para calcular el puntaje de la factibilidad del proyecto, cada etapa que involucra dicho indicador es ponderada según la importancia relativa que cada fase del proyecto tiene para cada programa. En la siguiente tabla se propone el cálculo de indicadores de factibilidad considerando ponderadores iguales para cada fase del proyecto (misma importancia relativa para calcular la factibilidad del proyecto):

Ponderación	20%	20%	20%	20%	20%		
Proyecto	Pre-Ingeniería	Ingeniería de detalle	Mano de obra	Permisos / autorizaciones	Materiales y equipos	Puntaje	RANKING
A	Ingeniería desarrollada	En desarrollo	Contrato vigente	En tramite	Disponible	84	1°
B	Sin iniciar	Por contratar	En proceso	En tramite	En viaje	44	3°
C	Ingeniería desarrollada	Entregada	Contrato vigente	Sin iniciar	En viaje	76	2°
D	Sin iniciar	S/I	S/I	S/I	Disponible	24	4°
E	S/I	S/I	En Proceso	S/I	S/I	4	5°

-Tabla #10: Calculo Puntaje Factibilidad-
Fuente: Elaboración propia del autor.

El puntaje de obligatoriedad se puede calcular de manera similar, utilizando una escala de información cualitativa según la relación del proyecto con un objetivo en particular de la organización y sus riesgo de no realización (multas/incumplimientos de contratos). Se propone la siguiente escala de asignación para la puntuación de obligatoriedad para proyectos de inversión.

Matriz Puntaje Obligatoriedad	Hace parte de un proyecto corporativo	No hace parte de un proyecto corporativo
Riesgo de legal de pérdidas de concesiones	100	100
Incumplimiento de ley que no implica pérdida concesión pero sí sanciones a la empresa	90	90
Existen multas asociadas al incumpliendo y han sido efectivas en años anteriores	80	60
Existen multas asociadas al incumpliendo pero no han sido efectivas en años anteriores	60	40
No es obligatorio realizarlo	50	10
No se presentan antecedentes (s/i)	0	0

-Tabla #11: Matriz Puntaje Obligatoriedad-
Fuente: Elaboración propia del autor.

	¿Corporativo?	¿Incumplimiento de ley?	¿Pérdida de concesión?	¿Existen multas?	¿Existen multas nulas?	¿No es obligatorio?	S/I	SCORE	RANKING
A	SI	NO	NO	NO	NO	SI	NO	50	2
B	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	40	4
C	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	100	1
D	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	50	2
E	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0	5

-Tabla #12: Calculo Puntaje Obligatoriedad-
Fuente: Elaboración propia del autor.

Para el definir el ranking de proyectos, según su indicador económico, es necesario contar con la tasa de riesgo del inversionista, la cual es conocida como Hurdle Rate (HR). El puntaje económico es asignado considerando la diferencia (*spread*) entre la tasa de retorno de inversionista y la tasa de retorno interna del proyecto (TIR). Si se desconoce el HR asociado, se puede realizar una priorización según el VAN o el EBITDA de cada proyecto (entregando una mayor puntuación a proyectos con mayor retorno en dichos indicadores). Se propone la siguiente escala para la priorización de indicadores económicos.

Matriz de Puntajes Económicos

Spread (HR-TIR)	Puntaje
-8%	0
-4%	20
0%	40
2%	60
5%	80
10%	100

-Tabla #13: Matriz Puntaje Económico-

Fuente: Elaboración propia del autor.

PROYECTO	HR	TIR	SPREAD	Puntaje	RANKING
A	8%	12%	4%	80	2°
B	8%	18%	10%	100	1°
C	8%	4%	-4%	20	4°
D	8%	0%	-8%	0	5°
E	8%	8%	0%	40	3°

-Tabla #14: Calculo Puntaje Económico-

Fuente: Elaboración propia del autor.

Por último, el ranking de avance histórico es construido aplicando el mismo razonamiento. Cabe destacar que este indicador solo tiene relevancia para proyectos con inversión en años anteriores, proyectos nuevos no tendrán puntaje de avance histórico asignado para su priorización.

El ranking de este indicador se construye sobre la capacidad de ejecución (%) de los proyectos, que resulta del promedio entre el avance físico y económico del proyecto. El avance físico del proyecto se mide como el avance real del proyecto en comparación al avance programado. Por otro lado el avance económico se mide como la inversión realmente realizada en el proyecto versus la inversión planificada. Se propone la siguiente escala de ponderación para priorizar proyectos por sus indicadores de desempeño histórico.

Matriz de Puntajes

Capacidad de Ejecución	Score
0%	0
20%	20
40%	40
60%	60
80%	80
100%	100

-Tabla #15: Matriz Puntaje Avance Histórico-

Fuente: Elaboración propia del autor.

PROYECTO	Avance Físico	Avance Económico	Capacidad de Ejecución	Puntaje	RANKING
A	20%	25%	23%	20	4°
B	15%	30%	23%	20	4°
C	35%	65%	50%	40	2°
D	65%	100%	83%	80	1°
E	25%	65%	45%	40	2°

-Tabla #16: Calculo Puntaje Histórico-

Fuente: Elaboración propia del autor.

El modelo de ranking permite contar con una lista de proyectos priorizados por indicador, para cada programa de inversión. Es fundamental que el proceso se realice de una forma correcta para poder contar con resultados factibles. La escala numérica permite realizar un *benchmarking* entre proyectos de la misma categoría, lo que resulta en una mejor práctica que ordenar de mayor a menor los distintos indicadores, puesto que se podría estar subestimado proyectos con niveles similares de importancia por indicador.

Finalmente, es necesario contar con un puntaje único por proyecto con el fin realizar una priorización absoluta entre los proyectos pertenecientes al mismo programa de inversión. El puntaje único se calcula ponderando los distintos resultados del proyecto, por la importancia relativa del indicador en el beneficio final del mismo (como se muestra en las siguientes tablas). Como los proyectos de diversos programas de inversión poseen una naturaleza propia –variando de acuerdo al caso–, es necesario contar con un vector de ponderación único para cada programa de inversión. Debido a ello, se debe componer un panel de expertos que definan el peso de cada indicador en el beneficio final. Como los directores de proyectos y programas deben poseer un conocimiento amplio de los proyectos y de los beneficios que estos traen, es correcto afirmar, que su juicio será adecuado para determinar la ponderación de cada indicador. Este proceso es conocido como el método Delphi, donde diversos expertos participan, entregando su opinión basada en su experiencia para conseguir un común acuerdo en determinadas materias.

Programa	Peso Criticidad	Peso Factibilidad	Peso Obligatoriedad	Peso Económico	Peso Avance
Programa #1	40%	20%	20%	20%	20%
Programa #2	30%	10%	10%	45%	5%
Programa #3	50%	20%	-	20%	10%

-Tabla #17: Pesos de Puntajes-
Fuente: Elaboración propia del autor.

Ponderador	30%	10%	10%	45%	5%	
Proyecto	Criticidad	Factibilidad	Obligatoriedad	Económico	Avance	Puntaje Único
Proyecto A	90	84	50	80	20	78
Proyecto B	40	44	40	100	20	67
Proyecto C	70	76	100	20	40	50
Proyecto D	60	24	50	0	80	30
Proyecto E	30	4	0	40	40	30

-Tabla #18: Calculo Puntaje Único por Proyecto-
Fuente: Elaboración propia del autor.

Si el proceso de priorización de proyectos se lleva a cabo de manera correcta, se asegura contar con una lista de proyectos con un ranking numérico asociado que lo permite distinguir su importancia en relación al resto de universo de proyectos, en función de las distintas perspectivas que componen la realización o no de un proyecto.

1.3 Modelo de Optimización de Recursos y Selección de Proyectos

Contando con la cartera de proyectos y programas de inversión priorizados, es desarrollado un modelo de optimización de recursos y selección de proyectos utilizando como parámetros de entrada dichas prioridades.

El problema se plantea como un algoritmo de programación lineal, utilizando el método SIMPLEX. Los parámetros del modelo propuesto son los montos de inversiones anuales disponibles de la organización, las prioridades AHP/ANP definidas para los programas de inversión y los puntajes únicos asociados a los proyectos. El objetivo del modelo es optimizar la asignación de recursos de inversión, maximizando la selección de proyectos y programas de mayor prioridad. El algoritmo que sigue el problema lineal se compone de 2 iteraciones.

La primera iteración del problema, asigna, a partir de los recursos disponibles, montos de inversión para cada programa según las prioridades AHP/ANP definidas. El problema se puede plantear de manera básica como sigue:

Parámetros:

Monto Disponible_t = Inversión disponible en el periodo *t*

Monto Solicitado_{it} = Inversión solicitada por el programa *i* en el periodo *t*

AHP_i = Puntaje AHP normalizado para el programa *i*

T = Número de años de duración de la cartera

I = Número total de programas

Variable de Decisión:

x_{it} = decisión del programa *i* en el periodo *t*

Restricciones:

Monto Maximo : $x_{it} * \text{Monto Solicitado}_{it} \leq \text{Monto Solicitado}_{it} \quad \forall i \in I, t \in T$

Presupuestaria : $\sum_i^I x_{it} * \text{Monto Solicitado}_{it} = \sum_i^I \text{Monto Disponible}_{it} \quad \forall t \in T$

Naturaleza de las variables : $x_{it} \in [0,1]; T, N \in \mathbb{N}_+$

Función Objetivo:

$$\max_{x>0} z = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I AHP_i * x_{it}$$

La iteración dará como resultado los valores *x_{it}* que entregan la participación de cada programa en la cartera para cada periodo de inversión. Al ponderar la matriz de valores *x_{it}* con la matriz de montos solicitados, se obtienen los montos asignados para cada programa en cada periodo de inversión.

A continuación se muestra una iteración tipo del modelo propuesto, utilizando montos ficticios, con el fin de visualizar las necesidades y resultados de la primera iteración. Se ejemplifica el resultado en las variables de decisión (*x_{it}*) y los componentes de la función objetivo (*AHP_i * x_{it}*).

Los *inputs* utilizados:

	INPUTS		Montos Solicitado					Total
	AHP	AHP_Nor	0	1	2	3	4	
Programa #1	0,59	1	\$1.000	\$1.200	\$1.500	\$1.700	\$2.000	\$7.400
Programa #2	0,27	0,46	\$500	\$1.000	\$1.100	\$1.500	\$1.600	\$5.700
Programa #3	0,03	0,05	\$700	\$1.200	\$1.450	\$1.700	\$1.800	\$6.850
Programa #4	0,08	0,14	\$800	\$800	\$1.000	\$1.200	\$1.300	\$5.100
Programa #5	0,01	0,02	\$200	\$200	\$350	\$450	\$500	\$1.700
Totales	1		\$3.200	\$4.400	\$5.400	\$6.550	\$7.200	\$26.750

Años	0	1	2	3	4
Monto Disponible	\$2.000	\$3.000	\$4.000	\$5.000	\$6.000

-Tabla #19: Inputs Primera Iteración Optimización-
Fuente: Elaboración propia del autor.

Los resultados de la iteración fueron:

Año	Montos Asignado					Total
	0	1	2	3	4	
Programa #1	\$1.000	\$1.200	\$1.500	\$1.700	\$2.000	\$7.400
Programa #2	\$500	\$1.000	\$1.100	\$1.500	\$1.600	\$5.700
Programa #3	\$-	\$-	\$50	\$150	\$600	\$800
Programa #4	\$500	\$800	\$1.000	\$1.200	\$1.300	\$4.800
Programa #5	\$-	\$-	\$350	\$450	\$500	\$1.300
Totales	\$2.000	\$3.000	\$4.000	\$5.000	\$6.000	\$20.000

Año	Variable de Decisión (x _i)				
	0	1	2	3	4
Programa #1	1	1	1	1	1
Programa #2	1	1	1	1	1
Programa #3	0	0	0,03	0,09	0,33
Programa #4	0,63	1	1	1	1
Programa #5	0	0	1	1	1

Año	X _i * AHP_Nor				
	0	1	2	3	4
Programa #1	1	1	1	1	1
Programa #2	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Programa #3	0	0	0	0	0,02
Programa #4	0,08	0,14	0,14	0,14	0,14
Programa #5	0	0	0,02	0,02	0,02

-Tabla #20: Resultados Primera Iteración Optimización-
Fuente: Elaboración propia del autor.

Al contar con un presupuesto disponible menor al total solicitado por año, existen programas que pueden no recibir inversiones para llevar a cabo sus proyectos, como sucede en el ejemplo anterior, para el programa #3 y #5 en los años 1 y 2, particularmente. Para asegurar que todos los programas reciban un mínimo de inversión, se puede agregar la siguiente restricción al problema, que asegurara que todos los programas reciban al menos el monto mínimo para cubrir sus proyectos obligatorios: $x_{min,t} \leq x_{it} \forall t \in T$; donde $x_{min,t}$ es el vector que contiene los porcentajes de inversión mínimo del conjunto de programas I, para cada periodo t, definido previamente a la resolución del problema. Incluir esta restricción permitirá asegurar la asignación mínima de inversión para los distintos programas.

Los resultados de la primera iteración de la optimización se convierten en la restricción presupuestaria de la segunda iteración del algoritmo planeado. La segunda iteración tiene por fin seleccionar los proyectos que componen la cartera y asignar los recursos de inversión a cada proyecto, de acuerdo a su puntaje único. Para esto, se desarrolla un modelo similar al ya planteado, donde la función objetivo busca maximizar la sumatoria de los puntajes de los proyectos seleccionados ante restricciones presupuestarias. El modelo se plantea de la siguiente manera:

Parametros:

- Monto Disponible_{it} = Inversión disponible para el programa i en el periodo t*
- Monto Solicitado_{jit} = Inversión proyecto j dentro del programa i en el periodo t*
- Score_{ji} = Puntaje único proyecto j perteneciente al programa i*
- T = Número de años de duracion de catera*
- I = Número total de programas*
- J = Universo de proyectos*

Variable de Decisión:

x_{jit} = decisión del proyecto j perteneciente a la categoria i en el periodo t

Restricciones:

- Monto Max : $x_{jit} * \text{Monto Solicitado}_{jit} \leq \text{Monto Solicitado}_{jit} \quad \forall i \in I, j \in J, t \in T$*
- Presupuestaria : $\sum_j x_{jit} * \text{Monto Solicitado}_{it} = \text{Monto Disponible}_{it} \quad \forall i \in I, t \in T$*
- Naturaleza de las variables : $x_{ijt} \in [0,1]; T, N, J \in \mathbb{N}_+$*

Funcion Objetivo:

$$\max_{x>0} z = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \text{score}_{ji} * x_{jit}$$

Los resultados de la segunda iteración entregan valores de los x_{jit} óptimos, los que, ponderados por los montos de inversiones solicitados de cada proyecto, entregan el monto asignado para cada proyecto y por ende la decisión de entrada o salida del portafolio (logrando así la optimización de los recursos disponibles reflejada en el portafolio final de proyectos seleccionados).

Proyecto	Programa	0	1	2	3	4	Score	Decisión
A	#1	\$ 94.280	\$ -	\$ 93.984	\$ 1.567.592	\$ 1.969.898	94	SI
B	#1	\$ 31.128	\$ 28.224	\$ 28.443	\$ 32.333	\$ 32.015	60	SI
C	#3	\$ 8.196.983	\$ 8.283.297	\$ 9.051.072	\$ 8.533.353	\$ 10.069.750	100	SI
D	#4	\$ 3.690.255	\$ 3.710.565	\$ 3.543.247	\$ 4.381.553	\$ 4.479.732	100	SI
E	#4	\$ 1.555.446	\$ 1.657.043	\$ 1.783.103	\$ 2.065.261	\$ 2.111.538	100	SI
F	#5	\$ 410.848	\$ 523.403	\$ 654.909	\$ 771.201	\$ 788.481	76	NO
G	#2	\$ 339.414	\$ 324.462	\$ 282.272	\$ 319.213	\$ 326.090	89	SI
H	#2	\$ 38.739	\$ 34.501	\$ 30.014	\$ 33.942	\$ 28.604	86	SI

	0	1	2	3	4
A	\$ -	\$ -	\$ 93.984	\$ -	\$ 1.969.898
B	\$ 31.128	\$ 28.224	\$ 28.443	\$ 32.333	\$ 32.015
C	\$ 8.196.983	\$ 8.283.297	\$ 9.051.072	\$ 8.533.353	\$ 10.069.750
D	\$ 3.690.255	\$ 3.710.565	\$ 3.543.247	\$ 4.381.553	\$ 4.479.732
E	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.065.261	\$ 2.111.538
F	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
G	\$ 339.414	\$ 324.462	\$ 282.272	\$ 319.213	\$ 326.090
H	\$ 38.739	\$ 34.501	\$ 30.014	\$ 33.942	\$ 28.604

-Tabla #21 y #22: Resultados Finales Optimización y Selección-
Fuente: Elaboración propia del autor.

Los resultados finales del portafolio seleccionado pueden ser exhibidos en un cuadro de mando que agrupa, por un lado la decisión en torno a la selección y montos de inversión asignados, como también los distintos indicadores relacionados a los proyectos seleccionados, entregando una perspectiva del impacto en la asignación de recursos en el logro de los objetivos planteados. Se recomienda el uso de los indicadores propuestos en el modelo de ranking para crear el cuadro de mando. Con este paso se da por terminado el modelo de asignación de recursos propuesto.

VI. CHILECTRA S.A

El modelo teórico planteando en el estudio es sometido a una prueba empírica utilizando una muestra representativa del portafolio de inversión de la empresa Chilectra S.A. La empresa tiene, como resultado de una concesión del Estado chileno, la distribución de energía eléctrica en la ciudad de Santiago, capital del país. A continuación, se da paso a describir a la empresa desde una perspectiva histórica que incluye el marco legal en que opera. A su vez, se enumeran sus objetivos estratégicos y son descritos sus proyectos y programas de inversión. También son detallados los supuestos y metodologías con que la empresa evalúa sus distintos proyectos, explicitando los beneficios que aportan a la organización y el tipo de inversiones y costos asociados para determinar los flujos correspondientes. Por último, se realiza una delineación de los proyectos caracterizados por los programas de inversión que componen, y se entregan proyecciones de aumento de demanda e infraestructura deseable, realizadas por la compañía.

6.1 Historia

La industria eléctrica en Chile [18] es fundada a mediados de la década de los 1880 con la construcción de instalaciones de alumbrado público en la Plaza de Armas en Santiago. Durante los próximos 50 años surgen diversas empresas – a partir de iniciativas privadas–, para el expandir el servicio en beneficio de su uso público. A finalizar la década de los años 30 –y el contexto que implica–, las iniciativas se fusionaron en 4 grandes compañías, dentro de las cuales emana la Compañía Chilena de Electricidad (CHILECTRA). La falta de inversión en la industria, debido a los resultados del quiebre de *Wall Street* en 1929, cambió el paradigma imperante –un modelo de crecimiento sustentado en la carga impositiva de un sector exportador–, donde el Estado pasa a ocupar un modelo más activo, fomentando el proceso de industrialización nacional (conocido como industrialización por sustitución de importaciones). Durante dicha época, es creada la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). De esta forma, el desarrollo de la infraestructura eléctrica en el país, hasta 1970, fue gobernado por la ejecución del Plan de Electrificación del país, programa que fue estudiado por CORFO y ejecutado por su filial, ENDESA. A través del plan mencionado, CHILECTRA toma una acción participativa durante la década del 60' en el desarrollo de proyectos de generación termoeléctrica y distribución en el área de Santiago y Valparaíso.

En 1970 la empresa es estatizada y su función principal se convierte en generar, transmitir y distribuir energía en la zona de Santiago, Valparaíso y Aconcagua. La estructura de la empresa se mantuvo hasta 1981, año en que se produjo una reestructuración sustentada en las medidas neoliberales de la época. Como resultado, la compañía es dividida en una casa matriz (Compañía Chilena de Electricidad S.A.) y tres empresas filiales: Compañía Chilena Metropolitana de Distribución Eléctrica S.A. para distribuir energía eléctrica en la Región Metropolitana; Compañía Chilena de Distribución Eléctrica Quinta Región S.A. para servir a Valparaíso y el Valle del Aconcagua; y Compañía Chilena de Generación Eléctrica S.A., que mantuvo las funciones de generación y transporte de energía. En 1983, Chilectra Metropolitana inicia su

proceso de reprivatización, concluyendo en agosto de 1987 al quedar el 100% de su capital accionario en manos del sector privado. Poco después –en noviembre de 1987– y con el objeto de modernizar la empresa, es iniciada la afiliación de Chilectra Metropolitana, mediante la creación de su primera filial, Distribuidora Chilectra Metropolitana S.A. En mayo de 1994, Distribuidora Chilectra Metropolitana S.A. cambia su razón social a Chilectra S.A.

El 8 de enero de 1997, el Ministerio de Economía –mediante la publicación del Decreto Nº 621–, otorga a Chilectra S.A. una concesión definitiva para distribuir energía eléctrica en la provincia de Chacabuco. El incremento del área de concesión significa para Chilectra S.A. un aumento de 663 km², alcanzando, de esta manera, un total de 2.037 km². Entre el 21 de noviembre y el 20 de diciembre de 2000, y entre el 3 de julio de 2001 y el 26 de diciembre de 2001, Enersis S.A. abre dos Poderes Compradores de Acciones por la totalidad de las acciones y American Depositary Receipts (ADR) de Chilectra S.A., llegando a controlar un 98,25% de las acciones de la compañía.

En 2013, Enersis S.A es adquirido por el holding de origen italiano GRUPO ENEL S.A, actual controlador de activos pertenecientes a Chilectra S.A.

6.2 Objetivos Estratégicos

Chilectra S.A. tiene como objetivo explotar, en el país y/o en el extranjero, la distribución y venta de energía eléctrica, hidráulica, térmica, calórica o de cualquier naturaleza, como la distribución, transporte y venta de combustibles de cualquier clase, suministrando dicha energía o combustibles al mayor número de consumidores en forma directa o por intermedio de otras empresas. Los objetivos estratégicos, que se relacionan con el negocio de distribución de energía, pueden ser clasificados de acuerdo los siguientes puntos:

- a) **Nuevas Conexiones:** Cumplir con requerimientos de clientes regulados nuevos y antiguos, en asegurar su suministro. Además del desarrollo de conexiones con clientes libres (rentabilidad) y cumplir con requerimientos de clientes por aumento de carga.
- b) **Seguridad del Suministro:** Asegurar el correcto desarrollo del suministro eléctrico a los clientes finales, considerando aumentos de carga y construcción de infraestructura para suplir la demanda además realizar mantenciones correctas sobre las instalaciones actuales.
- c) **Calidad Mínima:** Mantener niveles de frecuencia y duración mínimos exigibles en el desarrollo del suministro, incorporando el desarrollo de nuevas tecnologías.
- d) **Seguridad de Instalaciones:** Disponer de las normas adecuadas de seguridad de sus instalaciones e infraestructura, ofrecer seguridad a sus empleados y clientes, apegándose a normativas legales y medioambientales.
- e) **Obligaciones del Servicio:** Realizar acciones preventivas obligatorias del servicio y disminución de pérdidas en el suministro.

6.3 Programas y Proyectos de Inversión

Las inversiones necesarias para lograr los objetivos estratégicos planteados por la organización se pueden clasificar en 3 familias principales según su beneficio en la distintas perspectivas del negocio, desglosados en 9 programas de inversión. Esta categorización de inversiones mínimas puede ser aplicada a cualquier empresa de distribución eléctrica. Cabe destacar, que las categorías conexiones estándar y mantenimiento correctiva son programas de carácter impuesto para su realización según contrato con el regulado. De igual manera se incluirán en el análisis para medir su impacto en el portafolio global de la compañía.



-Figura #6: Clasificación Programas de Inversión-
Fuente: Elaboración propia del autor.

Los programas de conexiones estándar como no estándar y otros requerimientos se relacionan con el objetivo estratégico de la compañía descrito como nuevas conexiones, ya que su ejecución permite llevar a cabo los procesos necesarios para la introducción de nuevos clientes regulados y no regulados a la red, manteniendo la rentabilidad del negocio.

Por otro lado, los programas pertenecientes a la categoría expansión de red se relacionan con el objetivo de aseguramiento de suministro en la red. Estos programas permiten la introducción de aumentos de potencia en la red y líneas de alta tensión con el fin de evitar sobrecargas en el sistema, manteniendo la seguridad del suministro.

Los programas de mantenimiento correctiva y seguridad de instalaciones y personas, permiten la entrada en funcionamiento de nuevas instalaciones, como también la mantención a los activos existentes y aseguramiento de prácticas y normativas presentes, con el fin de evitar problemas en el funcionamiento de la red y asegurar la seguridad del sistema y de los empleados.

La calidad mínima del sistema se asegura con la inclusión del programa de confiabilidad de red introduciendo iniciativas en post de la mejora en detección de fallas en el sistema, con el fin de la reducción en frecuencia y tiempos de interrupción de suministro.

Las obligaciones del servicio se realizan por medio del programa de disminución de pérdidas, buscando mantener estándares de pérdidas no-técnicas de la red. Los beneficios de este tipo de proyectos buscan eliminar anomalías en el sistema.

A continuación se detallan la naturaleza de los proyectos que componen los 9 programas de inversión de la compañía previamente caracterizados según su fin estratégico:

6.3.1 Clientes-Energía

- a) Conexiones Estándar: Considera aumentos de potencia (carga) de conexión con origen en solicitudes de clientes, tanto en baja tensión como en media tensión. Corresponden al desarrollo de obras de conexión de nuevos clientes, considerando los costos de personal propio, equipos, materiales, mano de obra externa, y otros costos directos e indirectos involucrados en la construcción o ampliación de red de alta, media y baja tensión y/o centros de transformación AT/MT/BT para conectar/atender nueva demanda. En términos de alta tensión, se incluye solamente la construcción o ampliación de una red AT cuando un cliente se conecta directamente en este nivel de tensión.
- b) Conexiones No-Estándar: Corresponden a nuevas conexiones con modificaciones de redes y retribuciones negociables (grandes clientes). También incluye las conexiones especiales con aporte estatal y el desarrollo de obras de conexión en las cuales las condiciones son pactadas directamente con el cliente.
- c) Otros Requerimientos: Proyectos para la captura de oportunidades de negocio con agregación de valor, ya sea con ingreso regulado o no regulado.
- d) Reducción de Pérdidas: Inversiones para la reducción de las pérdidas no técnicas (fraudes, anormalidades en la medida, entre otros), mediante la aplicación de nuevas tecnologías en la construcción de redes –existentes o en planificación–, cuyos objetivos sean mejorar la efectividad del control del fraude, en línea con las sendas e incentivos regulatorios y económicos.

6.3.2 Expansión de Redes

- a) Aumento de Carga: Proyectos que tienen como objetivo disminuir el riesgo de sobrecarga de equipos e instalaciones en la red, bajo condición normal de operación y simple contingencia, como también el desarrollo de obras para la atención al crecimiento de la demanda. Se contemplan costos de personal propio, equipos, materiales, mano de obra externa, otros costos directos e indirectos involucrados en la construcción o ampliación de red de media y baja tensión y/o centros de transformación AT/MT y equipos en subestación que sean remunerados vía tarifa de distribución local, así como los terrenos y

servidumbres necesarios dentro del proyecto. Este programa excluye los proyectos de AT/AT de conexión a los sistemas interconectados y sus líneas de transmisión asociadas.

- b) Transmisión: Considera conexiones y/o expansiones al sistema de transmisión o interconectado nacional (AT/AT) y sus líneas asociadas. No está incluida la reposición de equipos y/o estructuras. Involucra el desarrollo de obras para sustentar el aumento de la demanda del sistema de alta tensión. Esta última contempla la ampliación y nuevas subestaciones AT/AT, refuerzo y nuevas líneas de AT, como también terrenos y servidumbres asociados al proyecto.

6.3.3 Mejoras de Red

- a) Confiabilidad de la Red: Inversiones cuyo objetivo es mejorar la calidad de suministro, con reducción esperada del número de fallas y/o su duración. El objetivo es mejorar los parámetros de medida de la continuidad del suministro (en general, los índices de tiempo y frecuencia de interrupciones), mediante los cuales se determinan las compensaciones a clientes, en casos de incumplimiento de los estándares señalados en la reglamentación pertinente. Incluye inversiones en diseño y construcción de proyectos de automatización, equipos y comunicación asociados.
- b) Mantenimiento Correctiva: Actividades de reparación de fallas en el sistema. Inversiones realizadas para reponer activos eléctricos (transformadores de potencia, transformadores de distribución, líneas, estructuras, cables MT), después de presentarse su falla.
- c) Seguridad de las Instalaciones y Personas: Considera proyectos que apunten a cumplir con criterios de seguridad de las personas e instalaciones, como también verificar las obligaciones legales y/o ambientales. En esta categoría se encuentran inversiones que se originan por disposiciones o resoluciones legales, por compromisos contractuales en la concesión, reglamentos eléctricos y normativa interna, incluyendo a los que regulan las normas de seguridad, tanto de las personas como de equipamiento eléctrico y las recomendaciones de fabricantes. Incluye decisiones judiciales y otras de carácter local (municipios, gobernaciones y ministerios).

Teniendo claro los distintos programas de inversión pertenecientes a la organización descrita y su relación con los fines estratégicos planteados, se hace necesario contar con el impacto cuantitativo que tendrá la realización de los distintos programas de inversión. Luego, los proyectos deben poseer una evaluación bajo parámetros homogéneos según su naturaleza, con el fin de calcular los beneficios económicos y operacionales que posee la inversión para cada proyecto en particular. A continuación se entregan los requerimientos mínimos para la realización de una evaluación correcta de los proyectos de inversión pertenecientes a la organización, por los cuales se sometió la muestra a ser evaluada en este estudio.

6.4 Evaluación de Proyectos en Redes de Distribución Eléctrica

Con el fin de realizar las evaluaciones técnico-económicas de las iniciativas de inversión para la construcción y explotación de nuevas instalaciones eléctricas, es necesario simular –en términos prácticos– el comportamiento de la red ante diferentes escenarios de explotación.

De los resultados de las simulaciones se obtendrán los flujos de caja que permitirán evaluar económicamente las diferentes alternativas de solución. Se entiende por plan, el conjunto de instalaciones u obras que se realizan para resolver un determinado problema, que constituyen inversiones relacionadas.

Cuando una instalación entra en servicio antes de la mitad del año, entonces al finalizar el mismo deben ser evaluados los beneficios y costos generados. Por su parte, cuando la instalación entra en servicio después de la mitad del año, es considerada como el primer año de operación íntegra el año siguiente, aunque también se admiten beneficios acumulados por porciones o fracciones de año para estos casos, si la tarifa así lo incorpora en la práctica.

La evaluación de los proyectos puede hacerse en 5, 10, 15, 20 o 30 años, de acuerdo con la vida útil de los activos involucrados en el proyecto. Sin embargo, es necesario considerar que si el horizonte elegido es menor que la vida útil, se debe el valor residual de los equipos e instalaciones en el último año de dicho horizonte, de acuerdo con la estrategia de depreciación adoptada.

6.4.1 Inversiones

Las inversiones materiales corresponden a las nuevas instalaciones y equipos incorporados al sistema eléctrico. Las inversiones materiales incluyen los conceptos de aportaciones o cesiones, mano de obra interna y cargas financieras capitalizables. Por su parte, las cesiones o aportaciones de terceros, se consideran como menor inversión en cuanto a flujo de caja durante el período de construcción, pero como activo para el cálculo de la amortización técnica anual.

La mano de obra interna es considerada como gastos de explotación y que se desglosan en activación de remuneración (del personal propio dedicado al proyecto) y activación de gastos.

Las cargas financieras capitalizables corresponden a los intereses generados durante la construcción de las obras. Por último, la valorización de las inversiones se debe realizar según los baremos o costos modulares de los materiales a utilizar para cada proyecto. Dichos costos deben ser definidos según los precios entregados por los proveedores asociados al proyecto. Como norma general, las entradas y salidas de dinero se deben discretizar temporalmente en forma anual, imputándose al final de cada año (suma simple).

6.4.2 Beneficios

Para calcular los beneficios se deben considerar los valores diferenciales obtenidos al comparar las situaciones con y sin proyecto. Entre otros indicadores de beneficios es factible utilizar el ahorro de pérdidas de energía no técnicas, ahorro de pérdidas de energía por causa técnica, ahorro de pago de compensaciones por mejoras en la calidad del servicio, ahorro de pago de multas por mejoras en la calidad de servicio, ahorro por disminución de energía no suministrada ante la disminución de interrupciones de suministro, recuperación de materiales y equipos retirados de servicio, valorados a valor residual o costo alternativo, ahorro de costos de operación y mantenimiento (entre los que se encuentran el ahorro por menor atención de fallas, menor mantenimiento preventivo, etc.).

La presencia de estos beneficios depende del tipo de proyecto a evaluar. Una descripción cuantitativa de los beneficios de cada proyecto puede ser realizada adoptando los indicadores de criticidad que se describe a continuación.

6.4.4 Parámetros de Evaluación

Los proyectos son descontados utilizando una tasa del 12%. Los activos incorporados se depreciarán de acuerdo a las normas contables y tributarias. En el caso de equipos retirados de otras instalaciones que se usan en el proyecto, su depreciación debe incluirse sólo si corresponde.

Los impuestos son establecidos según la legislación de impuesto a la renta. Por ello, se considera la exención de impuestos por inversiones ambientales y de activos productivos. Cuando en un determinado año la base impositiva es menor que cero, el impuesto es considerado como un ahorro (considerando que el proyecto es sólo una parte de los ingresos y egresos).

6.5 Indicadores Relevantes de Desempeño de Proyectos

Una vez caracterizados los proyectos y programas de inversión, como también establecidas las pautas para realizar una correcta evaluación técnica/económica de proyectos en redes de distribución eléctrica, se especifican en este apartado los indicadores relevantes de desempeño asociados a los distintos programas de inversión existentes (con el fin de llevar a cabo las distintas metodologías que componen el modelo propuesto).

Los indicadores económicos, relacionados a los proyectos, resultan homogéneos para todos los programas de inversión. El beneficio económico se cuantifica en el valor actual neto del proyecto y la tasa de retorno interna correspondiente al proyecto.

De la misma manera, los indicadores de factibilidad, obligatoriedad y avance histórico, no varían entre programas de acuerdo a la metodología de cálculo propuesta, permitiendo medir la factibilidad de realización de proyecto de acuerdo al avance de sus fases de realización y sus contratos y/o multas pre-existentes, así como también su avance histórico de acuerdo a los resultados de la planificación predispuesta.

Económico	Factibilidad	Obligatoriedad	Avance Histórico
VAN y TIR	Preguntas sobre corporativos, leyes y multas	Preguntas etapas del proyecto	% Avance Físico / Económico

-Tabla #23: Indicadores Homogéneos entre Programas de Inversión-
Fuente: Elaboración propia del autor.

Los indicadores de criticidad de proyectos, a diferencia de otros indicadores relevantes de desempeño, son heterogéneos entre los distintos programas de inversión, debido a los distintos beneficios y/o problemas que solucionan, por lo que deberán individualizarse de acuerdo a la naturaleza del proyecto. Los indicadores de criticidad, cuantifican la importancia relativa del beneficio operacional al ejecutar la inversión. Se deben definir metas de criticidad para poder determinar el puntaje asociado al indicador, reflejando el periodo en que el proyecto supera su nivel de criticidad impuesto.

La categoría relacionada a clientes-energía presenta indicadores que miden el aumento de demanda y permiten llevar a cabo las obligaciones de servicio. En particular, los programas de conexiones se cuantifican con el número de nuevas conexiones realizadas en los distintos niveles de tensión. Mientras que el programa de disminución de pérdidas se basa en la variación del índice de pérdidas globales de la compañía y en ganancia de energía producida por la puesta en marcha de las distintas iniciativas de esta familia. Los programas de aumento de carga y de transmisión, presentan su criticidad en la necesidad de aumento de potencia para el aseguramiento del suministro de carga en el sistema. El beneficio de este tipo de proyecto se mide por la incorporación de nuevos equipos y su efecto en los niveles de carga promedios de sus activos de red.

Las mejoras de red, se cuantifican por medio del número de instalaciones y/o fallas de red que se intervienen por medio de los programas de mantención correctiva y seguridad de instalaciones y personas. Por último, los beneficios de los proyectos pertenecientes al programa de confiabilidad se miden de acuerdo a la variación en los indicadores de frecuencia y duración global del sistema, definidos a nivel mundial como índices de calidad de redes. La variación en estos índices se relaciona con la disminución de interrupciones de servicio y la duración de estas.

La tabla #24 presenta los indicadores de criticidad propuestos para cada programa de inversión categorizado según su naturaleza, así como también su unidad (se pueden encontrar definiciones detalladas de los indicadores en el glosario).

Categoría	Programa de Inversión	Indicadores de Criticidad	Und.
Cientes-Energía	Conexiones Estándar	Nuevas conexiones de red(AT/MT/BT)	#
	Conexiones No-estándar y Otros Requerimientos	Nuevas conexiones de red(AT/MT/BT)	#
		Cantidad de aumentos de capacidad (AT/MT/BT)	#
	Disminución de Perdidas	Índice de Perdidas	%
GWh Recuperados		#	
Expansión	Aumento de Carga / Transmisión	Nivel de carga ponderado	%
		MVA en déficit	mva
Mejoras de Red	Calidad Mínima	SAIDI	min
		SAIFI	#
	Mantención Correctiva / Seguridad y Medioambiente	Número de equipos a reemplazar	#
		Número de fallas a solucionar	#
		km de red a reemplazar	km

-Tabla #24: Indicadores Criticidad –
Fuente: Elaboración propia del autor.

Los indicadores de criticidad permiten cuantificar el beneficio operacional de los proyectos de acuerdo a su naturaleza. Para reflejar la criticidad de un proyecto es necesario evaluar el impacto del mismo en el indicador correspondiente, tanto en escenarios de ejecución como de no realización y/o postergación. La diferencia entre los escenarios de decisión cuantificara el beneficio operacional neto del proyecto ante la decisión tomada.

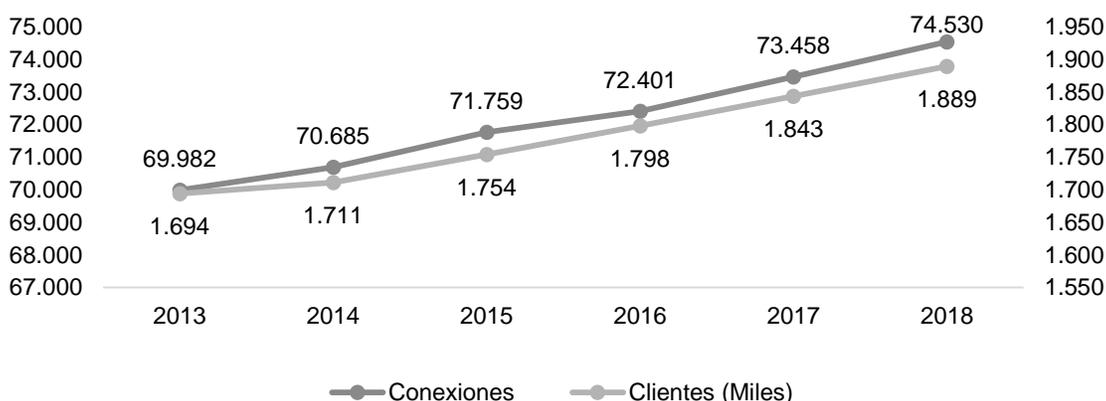
Contando con el beneficio operacional neto del proyecto y establecidos el nivel de criticidad para el indicador asociado, se permite determinar en el periodo en que el proyecto supera el nivel de criticidad y así establecer el puntaje asociado al indicador.

Los indicadores relevantes de desempeño de los proyectos se utilizaran para llevar a cabo el modelo de ranking propuesto, integrando en un puntaje único, por proyecto, las 5 perspectivas de la inversión en los indicadores propuestos. Además, estos indicadores permitirán reflejar, desde una perspectiva cuantitativa, el impacto final del portafolio de proyectos seleccionados, desplegándose en un cuadro de mando integral, desde las distintas miradas estratégicas del negocio, que el tomar de decisión desee.

6.6 Proyecciones Operacionales

La planificación de inversiones debe ser sustentada por proyecciones operacionales en el comportamiento del sistema y su crecimiento asociado a las estimaciones de demanda y potencia en la red. Así como también, las distintas necesidades de infraestructura y mantenimiento que presenta el sistema. Los datos aquí descritos parecen a estudios realizados por medio de metodologías propias de la empresa y permiten visualizar la planificación que espera la organización llevar a cabo en el periodo de inversión bajo estudio.

Desde el punto de vista del crecimiento de clientes, se espera que para el 2018 el número de conexiones aumenten en más de 4.500 conexiones nuevas, que cuyo total se refleja en 195.000 nuevos clientes a ser atendidos durante el periodo. La clasificación de clientes presenta la siguiente distribución durante los últimos años: clientes residenciales (26.2%), clientes comerciales (29.2%), clientes industriales (21.2%) y otros (23.4%).



-Grafico #1: Proyecciones de Conexiones y Clientes-
Fuente: Elaboración propia del autor con datos de Chilectra S.A.

La mayor demanda de potencia registrada en 2013, fue de 2.674 MW. Las proyecciones de aumento de clientes prevén un aumento de demanda máxima del 27.7% para 2018, alcanzando un valor máximo de 3.414 MW.

El aumento de demanda, tanto de clientes como de energía, entregan los parámetros mínimos de crecimiento de la red que a la postre indican las inversiones mínimas a realizar en conexiones y aumentos de potencia necesarios para atender la demanda prevista.

La red ha mantenido niveles calidad y pérdidas de energía de primer orden mundial [18] como se muestra en la siguiente tabla, en consecuencia de la realización de planes para asegurar su disminución en periodos anterior. Por su parte, se espera una

tendencia a la baja en estos indicadores, durante el periodo de inversiones bajo estudio, si es que se asegura la ejecución mínima de proyectos recurrentes en programas de inversión de calidad mínima y obligaciones del servicio.

	Orden	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Indicador de Frecuencia (#)	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8
Indicador de Duración (min)	60	88	87	86	82	74	63
Índice de Pérdidas (%)	5%	5,40%	5,40%	5,30%	5,30%	5,30%	5,30%

-Tabla #25: Indicadores de Calidad y Pérdidas-

Fuente: Elaboración propia del autor con datos de Chilectra S.A

Los niveles de carga media del sistema presentan valores críticos (sobre el 70%), tanto para subestaciones como transformadores de potencia (71%) y, alimentadores del sistema (79%). Al cierre del 2013, se registraron 14 alimentadores con sobrecarga, lo que se traduce en una disminución de 53% respecto al 2012 (año en que se registraron 30 alimentadores con dicha condición).

Las inversiones más relevantes relacionados a nuevos activos de red, en años anteriores, permitirán la entrada en funcionamiento, durante el 2014, equipos para aliviar la saturación en la red inmediata. Las instalaciones más relevantes a ser puestas en marchas es un 1 transformador AT/MT y 14 alimentadores MT/MT, con cargan nominal total de 100 MVA introducidos al sistema de media tensión.

Instalación	Tipo	2013	2014	Var	%
KM's DE RED	AT	355	361	6	1,69%
	MT - Aéreo	4093	4114	21	0,51%
	MT - Subterráneo	1018	1056	38	3,68%
	BT - Aéreo	8809	8929	119	1,36%
	BT - Subterráneo	2029	2102	74	3,63%
SUBESTACIONES	Subestacion AT/MT	54	54	0	0,00%
	Transformador AT/MT	160	161	1	0,63%
	Capacidad (MVA)	7598	7698	100	1,32%
	Alimentadores MT/MT	434	447	14	3,00%
CENTROS DE TRANSF. MT/BT	Cantidad	22392	22407	15	0,07%
	Capacidad (MVA)	4117	4290	174	4,21%

-Tabla #26: Proyección de Aumento de Infraestructura-

Fuente: Elaboración propia del autor con datos de Chilectra S.A

Las proyecciones operacionales, permiten crear una imagen sobre las necesidades en futuras inversiones, de acuerdo a las estimaciones realizadas por la organización. Destaca la urgencia en la inversión en infraestructura, principalmente en alimentadores de carga y en redes de media tensión, de acuerdo a los niveles de carga actuales en el sistema. A su vez, se hace necesario mantener y ampliar la capacidad de carga subestaciones conforme el aumento de demanda prevista. Por último, las inversiones en la confiabilidad de la red y disminución de pérdidas del negocio se proyectan como las de menor urgencia, debido a sus altos índices operacionales, que se explican por la fuerte inversión realizada en estos programas durante años anteriores, con el fin de su mejora.

6.7 Inversiones Históricas

Las inversiones realizadas por la organización durante los años 2012 y 2013, se detallan en la siguiente tabla, donde se muestra también la variación de un año a otro en el presupuesto ejecutado de cada programa de inversión. La inversión anual promedio durante estos años asciende a un total de 40.000 M\$ distribuidos en los distintos programas que componen la cartera:

	2012 (M\$)	2013 (M\$)	Variación	2012 (%)	2013 (%)
Conexiones Estándar	\$ 9.697	\$ 12.120	\$ 2.422	24,8%	30,5%
Conexiones No-Estándar	\$ 3.249	-\$ 860	-\$ 4.109	8,3%	-2,2%
Otros Requerimientos	-\$ 2.171	\$ 645	\$ 2.817	-5,6%	1,6%
Seguridad Instalaciones	\$ 3.641	\$ 3.129	-\$ 512	9,3%	7,9%
Confiabilidad	\$ 6.991	\$ 5.845	-\$ 1.146	17,9%	14,7%
Aumento de Carga	\$ 15.013	\$ 12.576	-\$ 2.437	38,4%	31,7%
Disminución de Pérdidas	\$ 955	\$ 1.482	\$ 527	2,4%	3,7%
Mantenimiento Correctiva	\$ 1.471	\$ 1.674	\$ 202	3,8%	4,2%
Transmisión	\$ 265	\$ 3.090	\$ 2.825	0,7%	7,8%
TOTAL	\$ 39.111	\$ 39.701	\$ 590		

-Tabla #27: Inversión Histórica por Programa-
Fuente: Elaboración propia del autor con datos de Chilectra S.A.

Destaca la alta inversión de los programas conexiones estándar (27% promedio), y aumento de carga (34% promedio), abarcando dos tercios de la totalidad de la inversión realizada durante estos periodos. La inversión en confiabilidad es también alta, en comparación a otras categorías (16% promedio).

Cabe destacar la disminución en los montos de inversión, entre el 2012 y 2013, en los programas de confiabilidad, como de aumento de carga y conexiones no estándar. Este hecho puede dar luces de una menor relevancia de inversión en estos programas en comparación a las otras alternativas de inversión disponibles, ante ajustes en el presupuesto.

Los montos negativos en los programas conexiones no estándar y otros requerimientos corresponde a aportes privados y públicos realizados para el desarrollo de los proyectos correspondientes a dichos programas durante los años estipulados, lo que al fin de cuentas, presume un ingreso para la compañía.

Las inversiones históricas y su distribución entre los programas de inversión de la compañía permiten proyectar, en cierta medida, el nivel de inversiones necesario para alcanzar las metas propuestas durante el quinquenio 2014-2018 y la distribución que tendrá el presupuesto total dentro en los distintos programas que lo componen.

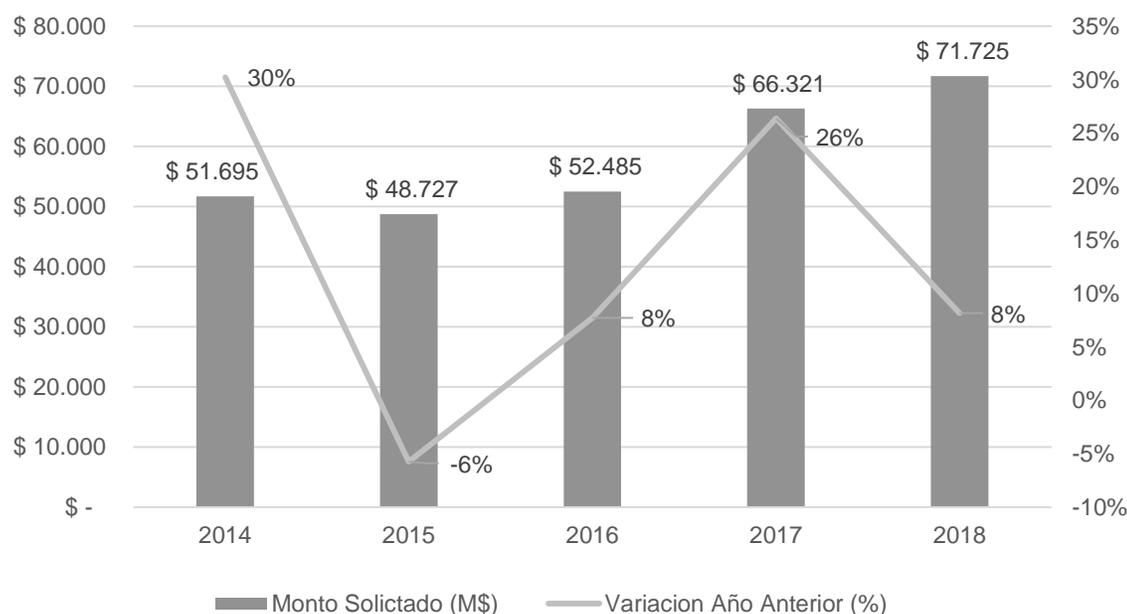
VII. RESULTADOS

El objetivo de llevar a cabo el modelo es comprobar su funcionamiento para asignar de manera óptima los recursos disponibles de inversión a una muestra del banco de proyectos 2014-2018 de CHILECTRA S.A, evaluado según los parámetros detallados en el apartado anterior.

A continuación, es descrita la muestra en la cual es testeado el modelo diseñado. Posteriormente, son desarrollados los pasos del modelo propuesto: priorización de programas de inversión, ranking de proyectos y modelo de optimización, presentando así los resultados del modelo antes distintos escenarios de inversión propuestos por la empresa.

7.1 Descripción de la Cartera de Proyectos 2014-2018

La carteta de proyectos propuesta para el quinquenio propone un monto total de inversión deseable de 290.952 M\$ distribuidos en el quinquenio. El incremento total de inversión en los años 2014 y 2017, muestra aumentos sobre el 25% de inversión sobre el año anterior. Estos años se categorizan por planificar un aumento de capital en fases de proyectos ya activados en años anteriores. En contraste los años 2015 y 2016, donde se hacen necesarias menores montos de inversión.



-Gráfico #2: Inversión Solicitada 2014-2018-
Fuente: Elaboración propia del autor con datos de Chilectra S.A

La muestra de la cartera de proyectos, a utilizar, está compuesta por 178 proyectos de inversión, desglosados según programa y duración como se muestra en la siguiente tabla. El número de proyectos recurrentes componen un 67% de los proyectos de la cartera, mientras que los proyectos singulares alcanzan un 33% de esta. Se considera un proyecto como recurrente cuando este presenta montos de inversión durante diversos periodos en el tiempo, mientras que los proyectos singulares son aquellos que tiene inversión únicamente en un periodo en particular.

	Recurrente	Singular	Total
Conexiones Estándar	3	0	3
Conexiones No-Estándar	2	0	2
Otros Requerimientos	4	0	4
Disminución de Perdidas	7	0	7
Aumento de Carga	10	48	58
Transmisión	0	2	2
Confiabilidad	52	3	55
Mantenión Correctiva	10	0	10
Seguridad Instalaciones	32	5	37
TOTAL	120	58	178

-Tabla #28: Desglose Proyectos 14-18 por Programa y Duración-
Fuente: Elaboración propia del autor con datos de Chilectra S.A

El valor actual neto agregado de los proyectos alcanza un total de 63.169 M\$. Donde los proyectos de mayor VAN se encuentran en los programas de transmisión, aumento de carga, conexiones estándar, mantención correctiva, confiabilidad y seguridad de las instalaciones. Los programas de conexiones no-estándar y otros requerimientos muestran valores actuales medios.

	VAN (M\$)	Participación %
Conexiones Estándar	9.120	14,437%
Conexiones No-Estándar	2.640	4,179%
Otros Requerimientos	3.572	5,655%
Disminución de Perdidas	1.500	2,375%
Aumento de Carga	12.259	19,407%
Transmisión	10.058	15,922%
Confiabilidad	8.520	13,488%
Mantenión Correctiva	7.500	11,873%
Seguridad Instalaciones	8.000	12,664%
TOTAL	63.169	

-Tabla #29: VAN por Programa de Inversión-
Fuente: Elaboración propia del autor con datos de Chilectra S.A

Los montos por programa de inversión solicitados por los distintos proyectos que componen la cartera bajo estudio se detallan en la siguiente tabla, desglosados en monto de inversión anuales deseables para la realización de la totalidad de los proyectos involucrados.

	2014	2015	2016	2017	2018	14-18
Conexiones Estándar	\$ 12.174	\$ 12.262	\$ 12.856	\$ 13.176	\$ 14.803	\$ 65.271
Conexiones No-Estándar	\$ 4.355	\$ 4.992	\$ 4.920	\$ 5.081	\$ 6.139	\$ 25.487
Otros Requerimientos	\$ 6.618	\$ 6.577	\$ 6.601	\$ 6.985	\$ 7.304	\$ 34.085
Disminución de Perdidas	\$ 2.206	\$ 2.211	\$ 1.853	\$ 2.069	\$ 2.025	\$ 10.363
Aumento de Carga	\$ 7.971	\$ 6.825	\$ 6.973	\$ 8.117	\$ 7.849	\$ 37.735
Transmisión	\$ 12.718	\$ 11.902	\$ 15.625	\$ 24.852	\$ 25.707	\$ 90.802
Confiabilidad	\$ 1.903	\$ 1.670	\$ 1.617	\$ 1.712	\$ 1.944	\$ 8.847
Mantenimiento Correctiva	\$ 1.698	\$ 1.553	\$ 1.570	\$ 1.796	\$ 1.773	\$ 8.389
Seguridad Instalaciones	\$ 2.053	\$ 734	\$ 470	\$ 2.534	\$ 4.181	\$ 9.972
TOTAL	\$ 51.695	\$ 48.727	\$ 52.485	\$ 66.321	\$ 71.725	\$ 290.953

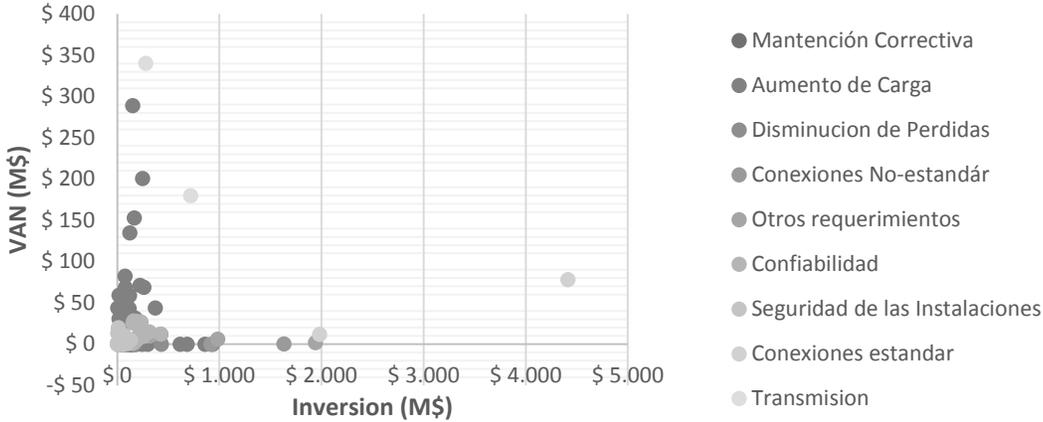
-Tabla #30: Inversión Solicitada por Programa de Inversión-
Fuente: Elaboración propia del autor con datos de Chilectra S.A

El porcentaje de participación de cada programa dentro de la cartera se muestra en la tabla #31. Es importante notar la importancia de los programas de nuevas conexiones (conexiones estándar/no estándar y otros requerimientos) y los programas de seguridad del suministro (aumento de carga y transmisión), los cuales componen más de dos tercios de la inversión requerida por la cartera.

	2014	2015	2016	2017	2018	14-18
Conexiones Estándar	23,5%	25,2%	24,5%	19,9%	20,6%	22,4%
Conexiones No-Estándar	8,4%	10,2%	9,4%	7,7%	8,6%	8,8%
Otros Requerimientos	12,8%	13,5%	12,6%	10,5%	10,2%	11,7%
Disminución de Perdidas	3,7%	3,4%	3,1%	2,6%	2,7%	3,0%
Aumento de Carga	24,6%	24,4%	29,8%	37,5%	35,8%	31,2%
Transmisión	4,0%	1,5%	0,9%	3,8%	5,8%	3,4%
Confiabilidad	15,4%	14,0%	13,3%	12,2%	10,9%	13,0%
Mantenimiento Correctiva	3,3%	3,2%	3,0%	2,7%	2,5%	2,9%
Seguridad Instalaciones	4,3%	4,5%	3,5%	3,1%	2,8%	3,6%

-Tabla #31: Participación Programas en Inversión Total-
Fuente: Elaboración propia del autor con datos de Chilectra S.A

La distribución de los beneficios económicos asociados al valor actual neto de los proyectos, de acuerdo al monto total de inversión necesaria, se muestra en el gráfico #2. Los proyectos de aumento de carga, y transmisión presentan niveles de inversión bajo y altos valores actuales, mientras que los proyectos de confiabilidad presentan mismos niveles de inversión y menores rentabilidades. Por otro lado, los programas conexiones no estándar presentan menores rentabilidad que proyectos de programas otros requerimientos. Por último, los programas de seguridad de las instalaciones y conexiones estándar presentan rentabilidades medias sobre altos niveles de inversión.



-Gráfico #2: Distribución VAN en función de inversión total-
Fuente: Elaboración propia del autor con datos de Chilectra S.A

La tasa de retorno promedio de los distintos programas que componen la cartera de presentan valores bastante inferiores a lo deseable (menores a 3%). Al realizar la distribución de la TIR propia de cada proyecto, en función de su monto de inversión solicitado, se visualiza que programas poseen tasas de retornos superiores en sus proyectos en comparación a otras, donde las tasa de retorno llegan a tomar valores negativos. Las mejores tasas de rentabilidad se encuentran los proyectos de aumento de carga, confiabilidad y otros requerimientos.

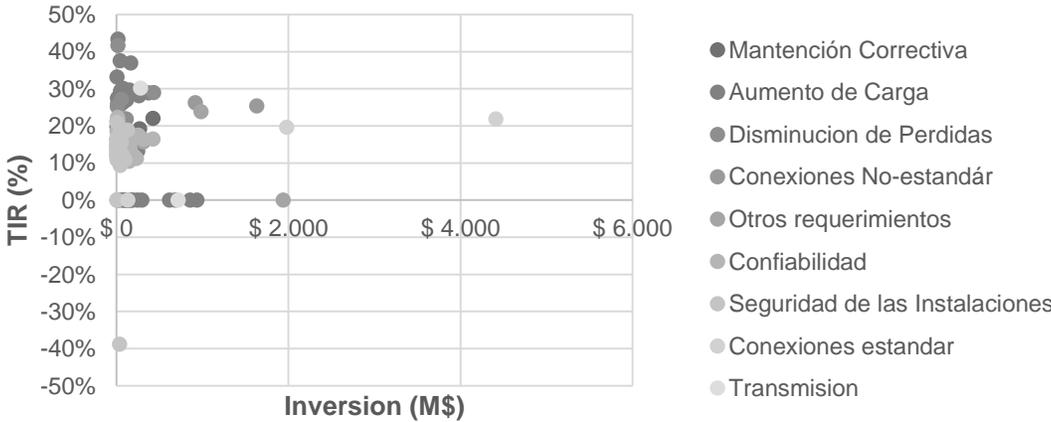


Gráfico #3: Distribución TIR en función de inversión total-
Fuente: Elaboración propia del autor con datos de Chilectra S.A

Los indicadores técnicos de proyectos que componen la muestra se presentan continuación. En la tabla #32 se muestra la proyección conjunta de los indicadores operacionales relacionados a los programas de inversión, en un escenario sin la ejecución de los proyectos que componen la carretera en el quinquenio. En otras palabras, la situación operacional del sistema ante la no realización de inversiones en la misma.

Objetivo Estratégico	Indicadores	2014	2015	2016	2017	2018	14-18
Nuevas Conexiones	Nuevas conexiones BT	0	0	0	0	0	0
	Nuevas conexiones MT	0	0	0	0	0	0
	Nuevas conexiones AT	0	0	0	0	0	0
Seguridad del Suministro	Nivel de carga media (Subestaciones)	71%	72%	74%	77%	79%	81%
	Nivel de carga media (Transformadores)	71%	73%	75%	76%	78%	80%
	Nivel de carga media (Alimentadores)	79%	81%	83%	85%	88%	83%
	MVA en déficit	50	70	80	80	100	380
Calidad Mínima	SAIDI	0,97	1,10	1,15	1,20	1,35	1,15
	SAIFI	87,66	89,95	91,50	93,45	93,70	91,25
Seguridad Instalaciones	Cantidad de fallas por equipo	1.205	1.350	1.470	1.475	2.100	7600
	Cantidad de equipos / instalaciones afectada o en mal estado	551	801	1.051	1.301	1.551	5.255
Obligaciones del Servicio	Perdida de MWh	15.325	11.538	11.523	11.535	11.517	61.438

Tabla #32: Indicadores Operaciones sin Proyectos-
Fuente: Elaboración propia del autor con datos de Chilectra S.A

La tabla #33 se presentan los indicadores operacionales con la realización de la totalidad de las iniciativas propuestas, ejecutando la totalidad de los montos de inversión asociados a estas.

		2014	2015	2016	2017	2018	14-18
Nuevas Conexiones	Nuevas conexiones BT	810	815	780	805	850	4.060
	Nuevas conexiones MT	60	70	85	90	120	425
	Nuevas conexiones AT	4	4	6	6	8	28
Seguridad del Suministro	Nivel de carga media (Subestaciones)	71%	69%	68%	66%	63%	67%
	Nivel de carga media (Transformadores)	71%	70%	67%	66%	64%	68%
	Nivel de carga media (Alimentadores)	79%	75%	74%	71%	69%	74%
	MVA en déficit	25	25	20	10	0	80
Calidad Mínima	SAIDI	0,97	0,95	0,93	0,89	0,9	0,92
	SAIFI	87,66	87,22	85,72	82,43	74,2	83,45
Seguridad Instalaciones	Cantidad de fallas por equipo	544	493	447	403	365	2252
	Cantidad de equipos / instalaciones afectada o en mal estado	451	390	370	320	250	1.781
Obligaciones del Servicio	Ganancia en MWh	18.097	14.298	14.009	13.949	13.859	74.212

-Tabla #33: Indicadores Operaciones con Proyectos-
Fuente: Elaboración propia del autor con datos de Chilectra S.A

El impacto en la toma de decisión en la composición de la cartera se verá reflejado en la variación entre el impacto operacional de las inversiones seleccionadas y realizar la totalidad de las inversiones propuestas. En la siguiente tabla se muestra dicha relación, donde destaca el impacto que tiene la ejecución de la totalidad de la cartera al disminuir en nivel de carga de alimentadores (10% promedio) durante el periodo, la cantidad de instalaciones que se renuevan, la disminución en índices de calidad, particularmente en el SAIFI y nivel de conexiones totales que se alcanza.

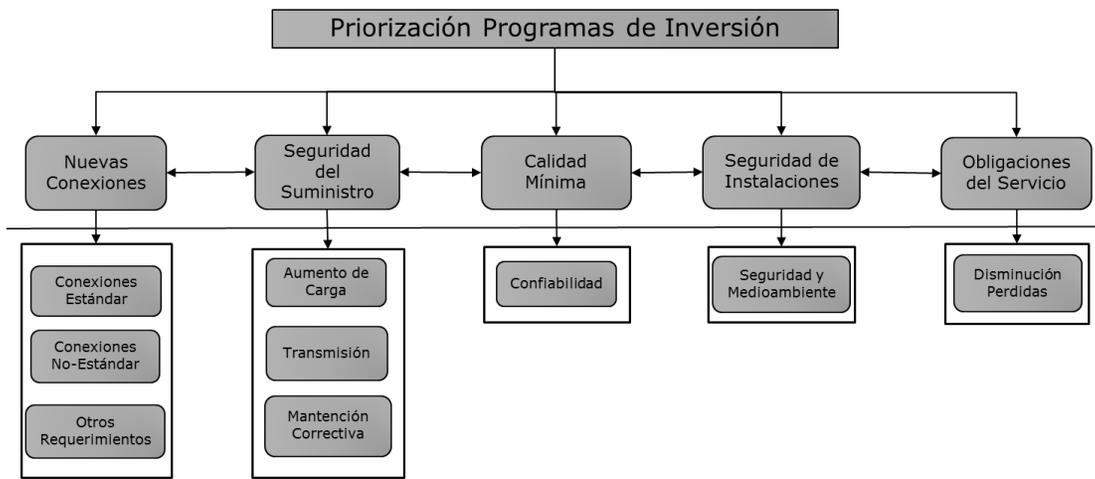
		2014	2015	2016	2017	2018	14-18
Nuevas Conexiones	Nuevas conexiones BT	810	815	780	805	850	4.060
	Nuevas conexiones MT	60	70	85	90	120	425
	Nuevas conexiones AT	4	4	6	6	8	28
Seguridad del Suministro	Mejora Nivel de carga media (Subestaciones)	1,0%	2,0%	3,0%	5,0%	8,0%	4%
	Mejora Nivel de carga media (Transformadores)	1,0%	1,0%	4,0%	5,0%	7,0%	4%
	Mejora Nivel de carga media (Alimentadores)	1,0%	6,0%	9,0%	14,0%	19,0%	10%
	MVA introducido	25	45	60	70	100	300
Calidad Mínima	Mejora SAIDI	0,00	0,15	0,22	0,31	0,47	0,23
	Mejora SAIFI	0,21	2,73	5,78	11,02	19,49	7,85
Seguridad Instalaciones	Cantidad de fallas solucionadas	685	857	1.023	1.072	1.735	5372
	Cantidad de equipos / instalaciones reemplazado	121	411	681	981	1.301	3.495
Obligaciones del Servicio	Ganancia en MWh	765	2.760	2.486	2.414	2.342	10.767

-Tabla #34: Mejora Máxima por Indicador Operacional-
Fuente: Elaboración propia del autor con datos de Chilectra S.A

Los indicadores técnicos y económicos de la cartera permitirán reflejar el impacto cuantitativo que presenten los resultados finales del modelo, en función de los proyectos seleccionados. Los indicadores aquí descritos serán luego distribuidos en un cuadro de mando integral del portafolio seleccionado. Por medio del cuadro de mando, el tomar de decisión, podrá visualizar el efecto que tiene la reducción de inversión en distintos programas y la exclusión de proyectos de inversión, tanto desde una perspectiva económica como técnica, ante la variación en los indicadores aquí descritos.

7.2 Modelo de Priorización de Programas de Inversión

Caracterizada la cartera y sus necesidades de inversión, se da paso realizar la primera fase del modelo propuesto. Por lo tanto, se diseña e implementa un modelo multicriterio AHP/ANP para priorizar los programas de inversión de acuerdo a los distintos objetivos estratégicos de la organización. En la figura #6 se resume el proceso de jerarquización propuesto, donde en el primer nivel de jerarquía se despliegan los lineamientos estratégicos, relacionados entre sí, por medio de las flechas en el diagrama. El segundo nivel de jerarquía, se encuentran los programas de inversión que se relacionan con un objetivo estratégico particular.



-Figura # 6: Modelo de Priorización AHP/ANP para Programas de Chilectra-
Fuente: Elaboración propia del autor

Planteado el modelo de jerarquización, se reunió a 5 integrantes de la dirección de proyectos y gestión de portafolios de inversión de la compañía. Se realizó una introducción a la actividad a realizar y, posteriormente definidos los parámetros de la misma, fue repartido el cuestionario correspondiente al modelo planteando, con el fin de capturar los juicios de opinión de la importancia relativa entre criterios de decisión y alternativas del modelo jerárquico propuesto (ver anexos para detalle de formato de cuestionario utilizado).

Una vez realizada la actividad, fue necesario agregar los resultados de los 5 cuestionarios obtenidos. Como determina la metodología, el cálculo es realizado utilizando la media geométrica de los resultados individuales para cada respuesta. En las siguientes tablas, se muestran los resultados agregados para los juicios de importancia relativa entre los objetivos estratégicos y los programas de inversión relacionados a objetivos comunes entre sí.

	Nuevas Conexiones	Seguridad del Suministro	Calidad Mínima	Seguridad de las Instalaciones	Obligaciones del Servicio
Nuevas Conexiones	1,00	5,00	7,00	5,00	9,00
Seguridad del Suministro	0,20	1,00	7,00	3,00	7,00
Calidad Mínima	0,14	0,14	1,00	0,33	3,00
Seguridad de las Instalaciones	0,20	0,33	3,00	1,00	5,00
Obligaciones del Servicio	0,11	0,14	0,33	0,20	1,00

-Tabla #35: Resultados Agregados Comparaciones Pareadas entre Objetivos Estratégicos-
Fuente: Elaboración propia del autor

Los resultados para el objetivo estratégico nuevas conexiones identifica una importancia de ejecución superior al resto de los objetivos. Este resultado se concorda a la necesidad de ejecución de los programas que componen la realización de este objetivo, con el fin de asegurar la rentabilidad del negocio y permitir la incorporación de nuevos clientes a la red, según lo acordado con el regulador.

Por su parte, los lineamientos para asegurar la seguridad del suministro y de las instalaciones del sistema poseen una importancia mayor sobre los objetivos mantención de calidad mínima y de obligaciones del servicio, lo que también es concordante de acuerdo a los requerimientos y proyecciones operaciones de la red, en contraste de los altos de índices en calidad y perdidas, siendo los programas que afectan directamente estos índices los de menor importancia en la cartera.

	Conexiones Estándar	Conexiones No-Estándar	Otros Requerimientos
Conexiones Estándar	1,00	5,00	3,00
Conexiones No-Estándar	0,20	1,00	0,33
Otros Requerimientos	0,33	3,00	1,00

	Aumento de Carga	Transmisión	Mantención Correctiva
Aumento de Carga	1,00	5,00	1,00
Transmisión	0,20	1,00	0,33
Mantención Correctiva	1,00	3,00	1,00

-Tabla #36: Resultados Agregados Comparaciones Pareadas entre Programas de Inversión-
Fuente: Elaboración propia del autor

Dentro de los programas que llevan a cabo el objetivo de concretar las nuevas conexiones del sistema, el programa de conexiones estándar posee una importancia relativa sobre los programas conexiones no estándar y otros requerimientos. Como ya se mencionó, este programa de inversión posee un carácter de obligatoriedad, según la regulación estatal que afecta a la compañía, por lo que los resultados se adecuan este parámetro. Por otro lado, el programa otros requerimientos posee una importancia relativa superior sobre conexiones no-estándar. Se concordó, con los participantes de la actividad, establecer una prioridad superior para este programa debido a la mayor cantidad de iniciativas rentables que lo componen y la rentabilidad por sobre las iniciativas que componen el programa conexiones no-estándar.

Para el caso de los programas que permiten asegurar la seguridad del suministro, se ve en los resultados de la actividad, como el programa aumento de carga y mantención correctiva poseen una importancia relativa sobre el programa de transmisión. Considerando que los proyectos de mantención correctiva son de realización obligatoria, se puede afirmar que el programa de aumento de carga se encuentra al mismo nivel de importancia de realización de acuerdo a los resultados obtenido, siendo el menos prioritario, dentro de esta naturaleza de inversión, el programa de transmisión.

Tras la normalización correspondiente de las matrices de resultados recolectados de la actividad, se obtienen las prioridades relativas entre alternativas de inversión de acuerdo a cada objetivo estratégico, reflejadas en la súper matriz de prioridades

	Nuevas Conexiones	Seguridad del Suministro	Calidad Mínima	Seguridad de las Instalaciones	Obligaciones del Servicio
Conexiones Estándar	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00
Conexiones No-Estándar	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00
Otros Requerimientos	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00
Aumento de Carga	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00
Transmisión	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
Mantención Correctiva	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00
Confiabilidad	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Seguridad Instalaciones	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
Disminución de Perdidas	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00

-Tabla #37: Súper Matriz de Prioridades-
Fuente: Elaboración propia del autor

Al ponderar la súper matriz con el vector de prioridades de criterios normalizado, se obtiene el vector de resultados finales del modelo, que reflejan la prioridad absoluta entre los distintos programas de inversión de la cartera de inversiones.

Programa	Prioridad
Conexiones Estándar	33,27%
Conexiones No-Estándar	5,58%
Otros Requerimientos	13,68%
Aumento de Carga	11,97%
Transmisión	2,87%
Mantención Correctiva	10,12%
Confiabilidad	6,35%
Seguridad de las Instalaciones	12,80%
Disminución de Perdidas	3,36%

-Tabla #38: Prioridades AHP/ANP de Programas de Inversión-
Fuente: Elaboración propia del autor

Los resultados se perciben racionales de acuerdo a las necesidades de inversión descritas en apartados anteriores. El alto nivel de prioridad para conexiones estándar (33%) se explica por la obligatoriedad del programa. A su vez, los programas de aumento de carga (12%), seguridad de instalaciones (13%) y mantención correctiva (10%), poseen valores de prioridad significativos, concordando con la necesidad actual de inversión en nuevos activos con el fin de mejorar los niveles de carga del sistema y asegurar la seguridad del suministro de la red. Por último, destaca la alta prioridad en el programa otros requerimientos (14%), lo que hace notar una inclinación por parte de gerencia de inversión, hacia programas de alta rentabilidad por sobre proyectos de otras índoles (como son disminución de pérdidas y conexiones no estándar) donde se presentan menores índices de rentabilidad.

Los ratios de consistencia, que propone Saaty (80'), para confirmar la concordancia entre los juicios de valor obtenidos del modelo de priorización, muestran valores que permiten afirmar que, la consistencia de los resultados es alta [24] (valores menores a 0,1) y por lo tanto los resultados del modelo permiten ser válidos para reflejar la priorización entre los programas de inversión. En la siguiente tabla se muestra el índice de consistencia para cada matriz de prioridades descrita anteriormente (el cálculo del indicador de consistencia se puede encontrar en detalle en el texto de Saaty).

Índice Consistencia	0,11
Ratio Consistencia	0,10

-Tabla #39: Índices de Consistencia Objetivos Estratégicos-
Fuente: Elaboración propia del autor

Índice Consistencia	0,02
Ratio Consistencia	0,03

-Tabla #40: Índices de Consistencia Programas de Nuevas Conexiones-
Fuente: Elaboración propia del autor

Índice Consistencia	0,02
Ratio Consistencia	0,03

-Tabla #41: Índices de Consistencia Progrmas de Seguridad del Suministro-
Fuente: Elaboración propia del autor

7.3 Modelo de Ranking de Proyectos

El modelo de ranking fue desarrollado –asignando un puntaje para cada proyecto de inversión desde sus distintas perspectivas de evaluación–utilizando las escalas definidas el capítulo V. Los puntajes fueron asignados según indicador (económico, operacional y desempeño) en directa relación a los resultados cuantitativos de la respectiva evaluación técnica-económica de cada proyecto y los modelos de puntaje propuestos.

Los puntajes por indicador fueron, una vez cálculos, revisados por el grupo de análisis para determinar si su cálculo no fue sobreestimado, de acuerdo a los parámetros establecidos. Los resultados del análisis realizado sobre el cálculo de los puntajes por indicador fueron congruentes con la realidad con los indicadores técnicos/económicos de cada proyecto dispuesto en la carreta bajo estudio. Los puntajes promedios por indicador, que obtuvieron los programas de inversión, se presentan la siguiente tabla.

Programa	Criticidad	Económico	Factibilidad	Obligatoriedad	Desempeño
Conexiones Estándar	100	100	100	100	100
Conexiones No-Estándar	0	90	90	100	100
Otros Requerimientos	0	95	98	75	100
Aumento de Carga	89	71	41	100	97
Transmisión	100	90	56	100	90
Mantención Correctiva	100	100	100	100	100
Confiabilidad	69	88	73	70	100
Seguridad de Instalaciones	66	77	72	58	96
Disminución de Perdidas	0	97	0	44	93

-Tabla #42: Puntajes Promedio Indicadores –
Fuente: Elaboración propia del autor

Los programas de conexiones estándar como de mantención correctiva poseen puntajes máximos asignables a un proyecto (100), lo que es congruente con la obligatoriedad de ejecución de este tipo de proyectos ya explicada, por lo que un análisis a profundidad de los puntajes obtenidos para estos programas no será necesario para determinar el éxito de la metodología empleada.

Los programas más críticos a realizar, según su puntaje de criticidad, son en orden de jerarquía, los programas de transmisión, aumento de carga, confiabilidad y seguridad de las instalaciones. Las proyecciones indican una necesidad de inversión en seguridad del suministro y seguridad de las instalaciones, lo que produce que este tipo de programas se vea reflejando en altos puntajes para el indicador de criticidad. Por otro lado, el programa de confiabilidad presenta un nivel medio de criticidad, descartando la hipótesis planteada de su relevancia inferior sobre otros programas en este ámbito.

Desde el punto de vista económico, todos los programas presentan puntajes sobre 70, donde sobresalen los programas involucrados en solucionar otros requerimientos de clientes, conexiones no estándar, disminución de pérdidas y transmisión. Estos 3 primeros, al cumplir objetivos de rentabilidad, concuerdan sus puntajes de acuerdo a la necesidad que cumplen, aumentando la utilidad del negocio, y por ende siendo más significativos desde un punto de vista económico. Los proyectos involucrados en la transmisión poseen una importancia económica debido al uso secundario de los sistemas de alta tensión.

Dentro de programas con mayor puntaje obligatoriedad se encuentran los programas de transmisión y aumento de carga. Aunque dichos programas presenten un alto nivel de obligación de ejecución, su bajo nivel de factibilidad, presume que son proyectos en fases previas de desarrollo que a la postre significara una inversión periódica superior para este tipo de programas. Por otro lado, los programas de conexiones no-estándar y otros requerimientos presentan altas puntuaciones, tanto su factibilidad como su obligatoriedad, convirtiéndose así en proyectos con alto nivel de probabilidad de integrar la cartera óptima.

Por último, todos los proyectos recurrentes, con inversión ya ejecutada en años anteriores, presentan niveles de avance bastante altos, de acuerdo a su planificación económica y física, lo que se refleja en los altos puntajes para este indicador, para los distintos programas de inversión.

Para determinar el puntaje absoluto de cada proyecto, se convocó nuevamente al grupo de análisis, donde participaron integrantes del área de dirección y gestión de proyectos, con el fin de identificar los pesos de los distintos indicadores en la composición del puntaje único de cada proyecto. La tabla #43 detalla los resultados del procedimiento, donde se buscó que existiera un juicio transversal, entre las ponderaciones de cada indicador para cada programa de inversión.

Programa	Obligatoriedad	Criticidad	Factibilidad	Económico	Desempeño
Conexiones Estándar	40%	10%	10%	30%	0%
Conexiones No-Estándar	0%	0%	10%	70%	20%
Otros Requerimientos	10%	0%	10%	60%	20%
Seguridad de Instalaciones	30%	40%	10%	10%	10%
Confiabilidad	30%	20%	10%	30%	10%
Aumento de Carga	30%	20%	10%	30%	10%
Disminución de Perdidas	20%	0%	0%	60%	20%
Mantenimiento Correctiva	40%	30%	20%	10%	0%
Transmisión	30%	20%	10%	30%	10%

-Tabla #43: Resultados Ponderación Componentes de Evaluación –
Fuente: Elaboración propia del autor

Los ponderadores para los indicadores en los programas pertenecientes a nuevas conexiones y disminución de perdidas muestran una alto nivel de importancia en los indicadores económicos y de obligatoriedad por sobre los restantes programas de inversión. Mientras que, los programas encargados de la seguridad del suministro y mejoras de la red presentan sus mayor importancia en los indicadores de criticidad, obligatoriedad y factibilidad, por sobre los otros indicadores. Resultados que resultan lógicos al análisis realizado en el párrafo anterior.

Para obtener un puntaje único por proyecto, se utiliza el vector de resultados antes exhibido, ponderado por los puntajes según cada criterio de evaluación. En el anexo #3 son expuestos los proyectos priorizados por su puntaje único, según al programa de inversión al cual pertenecen, como también los valores obtenidos para cada puntaje por indicador. En la tabla #44 se muestran los puntajes promedios de los proyectos según cada programa de inversión.

Programa	Puntaje Promedio
Conexiones Estándar	100
Conexiones No-Estándar	90
Otros Requerimientos	90
Aumento de Carga	87
Transmisión	93
Mantenimiento Correctiva	100
Confiabilidad	78
Seguridad de las Instalaciones	68
Disminución de Perdidas	86

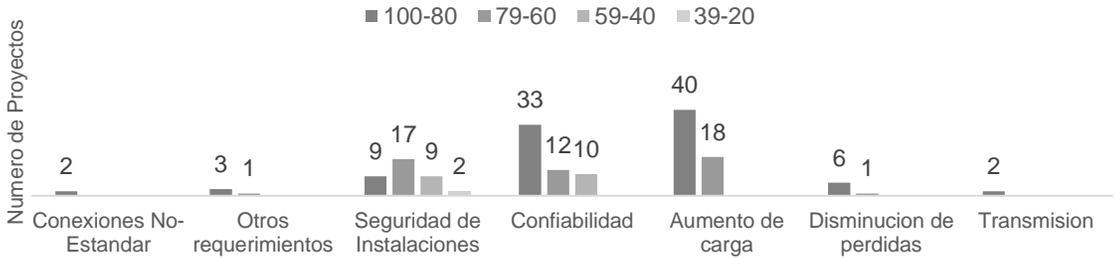
-Tabla #44: Puntaje Promedio por Programa de Inversión –
Fuente: Elaboración propia del autor

Los programas de transmisión, conexiones no estándar y otros requerimientos presentan los puntajes promedios más altos dentro de la cartera por sobre los 90 puntos, lo cuerda con los beneficios tanto económicos, como operacionales, de los proyectos que componen estos programas desde todas sus aristas evaluadas.

En caso contrario, los programas de seguridad de las instalaciones presentan los menores puntajes (11 proyectos bajo 60 puntos), que se reflejan en la poca factibilidad del desarrollo de los proyectos en el corto plazo debido a las fases iniciales en las cuales se encuentra los proyectos de este programa y baja rentabilidad económica que posee este tipo de proyecto. Aunque este resultado contrasta con la necesidad operacional por mejorar la seguridad de las instalaciones y empleados, de acuerdo a los índices proyectados.

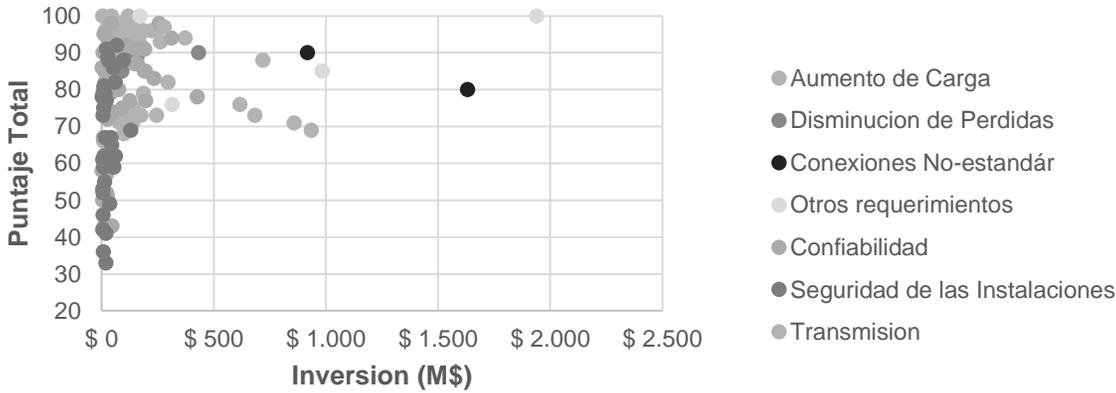
Por último los programas de aumento de carga, disminución de pérdidas y confiabilidad muestran puntajes altos-medios, lo que es lógico de acuerdo al beneficio económico y operacional que entregan en el mediano plazo, en función de las inversión ya realizadas en periodos anteriores.

El siguiente grafico presenta la cantidad de proyectos por programa de inversión agrupados según distintos rangos de puntajes asignados, con el fin de tener claro benchmarking final ejecutado en la cartera (se excluye de este análisis los proyectos pertenecientes a los programas conexiones estándar y mantención correctiva, debido a su naturaleza de mandatorios). Los rangos varían desde puntajes altos (entre 100-80), puntajes medios-altos (79-60) y medios-bajos (59-40), y puntajes bajos (39-20). Del total de 179 proyectos disponibles, 105 se concentran en puntajes altos, mientras que solamente 2 proyectos presentan puntajes menores a 40 puntos, lo que puede resultar problemático en los resultados de la última fase del modelo. El resto de los proyectos se distribuye dentro del rango medio.



-Grafico #4: Histograma Rangos Puntajes por Programa de Inversión –
Fuente: Elaboración propia del autor con datos de Chilectra S.A

La distribución de los proyectos de acuerdo a su nivel de inversión necesario se detalla en el siguiente gráfico (Los proyectos con menores puntajes y menores niveles de inversión pertenecen a los programas de seguridad de las instalaciones).



-Grafico #5: Puntaje Total en función de la Inversión Total –
Fuente: Elaboración propia del autor con datos de Chilectra S.A

Los programas conexiones no-estándar y otros requerimientos presentan proyectos con altos puntajes y altos montos de inversión asociados. Mientras que los programas de aumento de carga y confiabilidad, presentan proyectos con distintos puntajes variables desde mediamente prioritarios hasta de alta prioridad, destacando en este último grupo los de menor necesidad de inversión.

7.4 Modelo de Optimización de Recursos y Selección de Proyectos

Definidas las prioridades para programas y proyectos de inversión, se procede, de acuerdo a lo establecido en la metodología descrita, a formar el algoritmo de optimización en 2 fases utilizando la metodología SIMPLEX. Los modelos de optimización desarrollados en este apartado fueron resueltos utilizando el complemento SOLVER de Excel.

Los supuestos a considerar para la primera fase del algoritmo serán los puntajes AHP, obtenidos del modelo jerárquico, y los mínimos de inversión propuestos por programa definidos por el tomar de decisión (en este caso el grupo de análisis de la organización bajo estudio):

Programas	AHP	AHP NORM	Min
Conexiones Estándar	0,33	1,00	100%
Conexiones No-Estándar	0,06	0,17	20%
Otros Requerimientos	0,14	0,41	40%
Seguridad de Instalaciones	0,13	0,38	20%
Confiabilidad	0,06	0,19	60%
Aumento de Carga	0,12	0,36	90%
Disminución de Perdidas	0,03	0,10	20%
Mantenimiento Correctiva	0,10	0,30	100%
Transmisión	0,03	0,09	90%

-Tabla #45: Entradas primera Iteración Algoritmo Optimización –
Fuente: Elaboración propia del autor

Los puntajes AHP obtenidos del modelo multi-criterio, son normalizados según indica Saaty (00'), para que su parametrización sea utilizada en el algoritmo de optimización. Se realiza una normalización simple, según el puntaje AHP más alto, correspondiente al programa conexiones estándar en esta situación.

Teniendo en cuenta los 290.952 M\$ requeridos para lograr la ejecución de la totalidad de inversiones propuestas, se simulara una primera asignación considerando una reducción de la cartera del orden de 50.000 M\$, distribuyendo un total de 240.000 M\$ a repartir durante el quinquenio de acuerdo al perfil de inversión anual que posee la cartera (caso real propuesto por el grupo de análisis ante señales de presupuesto máximo por parte de la directiva de la organización).



-Gráfico #6: Presupuesto Disponible Anual –
Fuente: Elaboración propia del autor con datos de Chilectra S.A

La primera iteración se realiza bajo supuestos de no existencia de mínimos deseables de inversión por programa de inversión, con el fin de visualizar cómo se comporta el modelo ante la ausencia de estos como restricciones en esta primera fase del algoritmo.

Los resultados muestran una disminución considerable en los programas de aumentos de carga (-49%) y confiabilidad de red (-18%), mientras que los demás programas reciben la total de la inversión solicitada. La tendencia de disminución se mantiene dentro de estos programas a medida que el presupuesto total disponible disminuye, introduciendo disminución presupuestal en los programas de conexiones no estándar y disminución de pérdidas. El algoritmo muestra su límite presupuestal al superar disminuciones mayores a los 150.000 M\$ (50% del presupuesto deseable), no pudiendo determinar una solución dentro del área factible.

Para el programa de confiabilidad de red, la disminución se condice con la baja prioridad que posee el programa desde la perspectiva jerárquica de prioridades. En cambio, para los proyectos de aumento de carga, los resultados del modelo AHP, muestran un nivel de prioridad medio-alto, por lo que la variación se explica por el alto monto de inversión solicitado por el programa, que no le significara ser el primero en ser modificado ante variaciones presupuestales. Se concluye que el modelo, ante señales de disminución presupuestaria, afectara en primera media a estos 2 programas señalados, utilizando las prioridades AHP previamente definidas.

Ahora bien, teniendo claro el resultado anterior, el tomador de decisión puede establecer los mínimos de inversión, asegurando que los programas posean un piso mínimo sobre la inversión solicitada. En particular, para los programas de conexiones estándar y mantención correctiva, se impone la realización del 100% de sus proyectos, debido al riesgo de pérdida de concesión por la no ejecución de las iniciativas correspondientes a dichos programas de inversión.

Debido a las condiciones de saturación críticas de la red, se considera que el programa aumento de carga reciba al menos un 90% de la inversión deseada, con el fin de evitar grandes reducciones de inversiones, así como también para el programa de transmisión, con el fin de poder ejecutar el grueso de proyectos que permitan atender las necesidades que posee la red, desde la perspectiva de aseguramiento de suministro de energía. Se considera además un mínimo del 60% de las inversiones a realizar en confiabilidad para asegurar la continuidad de proyectos recurrentes en este programa. Como también, un 40% en proyectos en otros requerimientos debido a su alta potencialidad de rentabilidad para la organización.

Los mínimos de inversión propuestos por el grupo de análisis, concuerdan con la visión que posee los mismos, hacia las necesidades estratégicas de la compañía. Los mínimos de inversión deseable por programa de inversión, y los resultados de la iteración del modelo ante escenarios sin mínimos de inversión (identificando los programas que sufren afección presupuestaria primeramente), permitirán asegurar un piso de inversión con el fin de ejecutar un número mínimo de proyectos dependiendo del programa al cual pertenezcan.

Los resultados de la asignación entregan una función objetivo con valor 13 sobre un valor máximo posible de 15. Las variaciones más significativas entre la inversión solicitada y la inversión asignada, se identifican en los programas conexiones no-estándar, otros requerimientos, confiabilidad y disminución de perdida. Por su parte, los programas de aumentos de carga y transmisión reciben el mínimo impuesto en la entrada del modelo (90%) y el programa de seguridad de las instalaciones percibe la totalidad de las inversiones solicitadas.

Programas	2014	2015	2016	2017	2018	14-18	Var 14-18
Conexiones Estándar	12.174	12.262	12.856	13.176	14.803	65.271	0%
Conexiones No-Estándar	871	4.992	984	1.016	542	8.405	-67%
Otros Requerimientos	4.595	6.577	2.404	714	7.304	21.595	-37%
Seguridad de Instalaciones	2.206	2.211	1.853	2.069	2.025	10.363	0%
Confiabilidad	4.783	8.099	4.184	4.870	4.709	26.645	-29%
Aumento de Carga	11.446	11.902	14.062	22.367	23.136	82.912	-9%
Disminución de Perdidas	381	1.670	1.617	1.712	1.944	7.324	-17%
Mantenimiento Correctiva	1.698	1.553	1.570	1.796	1.773	8.389	0%
Transmisión	1.848	734	470	2.280	3.763	9.095	-9%

-Tabla #46: Asignación Target de Inversión –
Fuente: Elaboración propia del auto

La variación con respecto a los montos de inversión requeridos anuales en función de los montos asignados se detallan a continuación. Los resultados permiten observar recortes proporcionales del presupuesto en los programas ya descritos, de acuerdo a los montos máximos totales a repetir.

Programas	2014	2015	2016	2017	2018
Conexiones Estándar	0%	0%	0%	0%	0%
Conexiones No-Estándar	-80%	0%	-80%	-80%	-91%
Otros Requerimientos	-31%	0%	-64%	-90%	0%
Seguridad de Instalaciones	0%	0%	0%	0%	0%
Confiabilidad	-40%	19%	-40%	-40%	-40%
Aumento de Carga	-10%	0%	-10%	-10%	-10%
Disminución de Perdidas	-80%	0%	0%	0%	0%
Mantenimiento Correctiva	0%	0%	0%	0%	0%
Transmisión	-10%	0%	0%	-10%	-10%

-Tabla #47: Diferencia entre Presupuesto Asignado y Solicitado por Programa–
Fuente: Elaboración propia del autor

Definidos los montos asignados por programas, a los cuales de aquí en adelante se conocerán como targets de inversión, se da paso a desarrollar la segunda fase del algoritmo de optimización propuesto. Para esta fase, se consideran los targets de inversión como la restricción presupuestaria por programa de inversión, con el fin de seleccionar los proyectos que se adecuen al target asignado en la iteración anterior.

Los resultados de la segunda interacción del algoritmo determinaron que todos los proyectos pertenecientes a la cartera sean aceptados, menos 1 proyecto recurrente perteneciente al programa de confiabilidad el cual posee un monto total de inversión de 2.000 M\$ y presenta un score total de 76, el cual es descartado de la cartera de inversión seleccionada.

Aunque los proyectos fueron aceptados en casi en su totalidad, los montos de inversión de estos varían de acuerdo a los resultados del modelo. En particular los montos de inversión disminuyen en 9 proyectos de aumentos de carga, principalmente los proyectos con mayor número de solicitud de inversión y menores puntajes totales. Mismo resultado se visualiza para el programa disminución de pérdida, confiabilidad y conexiones no-estándar. En el anexo número #4 se presenta en detalle los montos anuales asignados para los proyectos y la variación correspondiente.

El VAN total de la cartera optimizada asciende a un total de 53.169 M\$, afectado principalmente por la disminución en inversión en confiabilidad, aumentos de carga y conexiones-no estándar, proyectos de rentabilidad media, que se ven truncados por los targets definidos sin poder completar la totalidad de inversión y por ende alcanzar los niveles de rentabilidad máximos asociados. El impacto de la cartera seleccionada de acuerdo al *stretch* presupuestario propuesto, se refleja a continuación por medio del cuadro de mando del portafolio seleccionado y su variación anual, con respecto a la situación ideal.

Objetivo Estratégico	Indicadores	2014	2015	2016	2017	2018	14-18
Nuevas Conexiones	Nuevas conexiones BT	810	815	780	805	850	4.060
	Nuevas conexiones MT	50	65	70	80	100	365
	Nuevas conexiones AT	4	4	6	6	8	28
Seguridad del Suministro	Nivel de carga media (Subestaciones)	70%	70%	68%	66%	65%	68%
	Nivel de carga media (Transformadores)	70%	70%	70%	67%	65%	68%
	Nivel de carga media (Alimentadores)	78%	75%	74%	72%	70%	74%
	MVA en déficit	30	25	25	15	10	105
Calidad Mínima	SAIDI	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
	SAIFI	87,45	87,45	87,45	87,45	87,45	87,45
Seguridad Instalaciones	Cantidad de fallas por equipo	520	493	447	403	365	2228
	Cantidad de equipos / instalaciones afectada o en mal estado	430	390	370	320	250	1.760
Obligaciones del Servicio	Ganancia de MWh	16.090	14.298	14.009	13.949	13.859	72.205

-Tabla #48: Cuadro de Mando Portafolio Seleccionado-
Fuente: Elaboración propia del autor

Objetivo Estratégico	Indicadores	2014	2015	2016	2017	2018	14-18
Nuevas Conexiones	Nuevas conexiones BT	-	-	-	-	-	-
	Nuevas conexiones MT	10	5	15	10	20	60
	Nuevas conexiones AT	-	-	-	-	-	-
Seguridad del Suministro	Nivel de carga media (Subestaciones)	0,00%	1,00%	0,00%	0,00%	2,00%	0,60%
	Nivel de carga media (Transformadores)	0,00%	0,00%	3,00%	1,00%	1,00%	1,00%
	Nivel de carga media (Alimentadores)	0,00%	0,00%	0,00%	1,00%	1,00%	0,40%
	MVA en déficit	5	-	5	5	10	25
Calidad Mínima	SAIDI	-	0,02	0,04	0,08	0,09	0,05
	SAIFI	-	0,23	1,73	5,02	13,24	4,04
Seguridad Instalaciones	Cantidad de fallas por equipo	-	-	-	-	-	0
	Cantidad de equipos / instalaciones afectada o en mal estado	-	-	-	-	-	-
Obligaciones del Servicio	Ganancia de MWh	-1500	-1200	-1000	-800	-1200	-5700

-Tabla #49: Variación Portafolio Seleccionado v/s Portafolio Total–
Fuente: Elaboración propia del autor

Las variaciones en los indicadores de calidad mínima se presumen de acuerdo a la cantidad de proyectos que sufren variaciones en sus montos de inversión. A su vez, se percibe una disminución en los índices de carga de las instalaciones, como de la cantidad de MVA en déficit que estas presentan, asociado al déficit de inversión en programas de seguridad de suministro.

La disminución en conexiones en media tensión corresponde al déficit presupuestario en el programa conexiones no estándar. Por último, la ganancia de MWh se ve disminuida en relación a la situación ideal, debido también a la disminución de inversión en los programas de disminución de pérdidas. El resto de los indicadores no sufre variación alguna lo cual se percibe como un resultado acorde a lo esperado, ya que los demás programas no sufren variación relativas en sus targets asignados.

Antes de dar finalización la sección de resultados, se iteró el algoritmo, de manera análoga a la prueba ya realizada, bajo dos nuevas situaciones de reducción presupuestaria, en 60.000 y 70.000M\$, respectivamente. Esto con el fin de comprobar el funcionamiento del modelo y validar sus resultados ante distintos escenarios presupuestarios y ver hasta dónde puede ser exigido antes los supuestos entregados por la empresa

Los resultados del modelo no permiten realizar disminuciones en el presupuesto total de más de 60.000 M\$, ya que el algoritmo no converge y entrega montos negativos a ciertos programas con el fin poder asegurar los mínimos de inversión propuestos por programa (pisos de inversión).

Los macro-targets definidos ante un escenario de disminución en 60.000 y su variación con respecto a los montos totales solicitados, se presenta a continuación.

Programas	2014	2015	2016	2017	2018	14-18	Var 14-18
Conexiones Estándar	12.174	12.262	12.856	13.176	14.803	65.271	0%
Conexiones No-Estándar	871	4.992	984	1.016	1.228	9.091	-64%
Otros Requerimientos	4.595	6.577	2.640	2.794	3.174	19.780	-42%
Seguridad de Instalaciones	2.206	2.211	1.853	-3.642	2.025	4.653	-55%
Confiabilidad	4.783	8.099	4.184	4.870	4.709	26.645	-29%
Aumento de Carga	11.446	11.902	14.062	22.367	23.136	82.912	-9%
Disminución de Perdidas	381	1.670	1.381	342	389	4.163	-53%
Mantenimiento Correctiva	1.698	1.553	1.570	1.796	1.773	8.389	0%
Transmisión	1.848	734	470	2.280	3.763	9.095	-9%

-Tabla #50: Asignación Target de Inversión con 60.000M\$ de reducción –
Fuente: Elaboración propia del autor

Programas	2014	2015	2016	2017	2018
Conexiones Estándar	0%	0%	0%	0%	0%
Conexiones No-Estándar	-80%	0%	-80%	-80%	-80%
Otros Requerimientos	-31%	0%	-60%	-60%	-57%
Seguridad de Instalaciones	0%	0%	0%	-276%	0%
Confiabilidad	-40%	19%	-40%	-40%	-40%
Aumento de Carga	-10%	0%	-10%	-10%	-10%
Disminución de Perdidas	-80%	0%	-15%	-80%	-80%
Mantenimiento Correctiva	0%	0%	0%	0%	0%
Transmisión	-10%	0%	0%	-10%	-10%

-Tabla #51: Diferencia entre Presupuesto Asignado y Solicitado por Programa–
Fuente: Elaboración propia del autor

La diferencia que primero resalta se trata de la disminución considerable (sobre el 50%) en los montos de inversión asignados al programa seguridad de las instalaciones y una disminución del 80% en los montos de inversión del programa de disminución de perdidas, en contrataste una asignación total en el escenario anterior.

Al reducir en 10.000 M\$ el presupuesto total, se mantienen índices de reducción presupuestal para los programas de confiabilidad y seguridad del suministro (aumento de carga y transmisión), así como también de conexiones-no estándar. En este escenario los programas, en su mayoría, solo alcanzan los pisos mínimos de inversión dispuestos por el tomador de decisión.

Los resultados de la segunda interacción del algoritmo, ante el nuevo escenario de inversión, determinaron la exclusión de 13 proyectos recurrentes pertenecientes al programa de confiabilidad de red y 5 proyectos singulares dentro del programa de aumento de carga. En particular los montos de inversión disminuyen para la mayoría de los proyectos que no poseen la totalidad de inversión deseable. Resultado se visualiza para el programa disminución de pérdidas, seguridad de las instalaciones, aumentos de carga, transmisión y conexiones no-estándar. En el anexo número #5 se presenta en detalle los montos anuales asignados para los proyectos y la variación correspondiente para el presente escenario.

El VAN total de la cartera, bajo este escenario, asciende a un total de 30.083 M\$, afectado principalmente por la disminución en inversión en confiabilidad, aumentos de carga, transmisión y conexiones-no estándar. El impacto de la cartera seleccionada, se refleja a continuación por medio del cuadro de mando del portafolio seleccionado y su variación anual, con respecto a la situación ideal.

Objetivo Estratégico	Indicadores	2014	2015	2016	2017	2018	14-18
Nuevas Conexiones	Nuevas conexiones BT	810	815	780	805	850	4.060
	Nuevas conexiones MT	55	60	75	82	112	384
	Nuevas conexiones AT	4	4	6	6	8	28
Seguridad del Suministro	Nivel de carga media (Subestaciones)	72%	71%	69%	68%	66%	69%
	Nivel de carga media (Transformadores)	74%	73%	72%	69%	68%	71%
	Nivel de carga media (Alimentadores)	80%	78%	77%	76%	75%	77%
	MVA en déficit	40	50	60	70	80	300
Calidad Mínima	SAIDI	0,99	0,99	1,00	1,02	1,03	1,01
	SAIFI	88,00	89,00	90,00	92,00	93,00	90,40
Seguridad Instalaciones	Cantidad de fallas por equipo	600	700	750	770	760	3580
	Cantidad de equipos / instalaciones afectada o en mal estado	500	530	450	430	440	2.350
Obligaciones del Servicio	Ganancia de MWh	10.450	10.500	9.500	9.450	8.905	48.805

-Tabla #52: Cuadro de Mando Portafolio Seleccionado–
Fuente: Elaboración propia del autor

Se aprecian disminuciones considerables en la totalidad de indicadores del cuadro de mando. El resultado es lógico al considerar una disminución en casi la totalidad de los programas de inversión. Los indicadores más afectados, en este escenario serán los indicadores de niveles de carga para las distintas instalaciones, como los indicadores de calidad, debido al gran número de proyectos descartados desde estos programas. Por ultimo cabe descartar la disminución en el indicador asociado a obligaciones del servicio. En la siguiente tabla se cuantifica la diferencia entre la selección bajo una restricción presupuestaria de 60.000 M\$ versus la situación ideal de inversión,

Objetivo Estratégico	Indicadores	2014	2015	2016	2017	2018	14-18
Nuevas Conexiones	Nuevas conexiones BT	-	-	-	-	-	-
	Nuevas conexiones MT	-5	-10	-10	-8	-8	-41
	Nuevas conexiones AT	-	-	-	-	-	-
Seguridad del Suministro	Nivel de carga media (Subestaciones)	2,00%	2,00%	1,00%	2,00%	3,00%	2,00%
	Nivel de carga media (Transformadores)	4,00%	3,00%	5,00%	3,00%	4,00%	3,80%
	Nivel de carga media (Alimentadores)	2,00%	3,00%	3,00%	5,00%	6,00%	3,80%
	MVA en déficit	15	25	40	60	80	220
Calidad Mínima	SAIDI	0	0,04	0,07	0,13	0,15	0,08
	SAIFI	1	1,78	4,28	9,57	18,79	6,99
Seguridad Instalaciones	Cantidad de fallas por equipo	80	207	303	367	395	1352
	Cantidad de equipos / instalaciones afectada o en mal estado	70	140	80	110	190	590
Obligaciones del Servicio	Ganancia de MWh	-5.640	-3.798	-4.509	-4.499	-4.954	-23.400

-Tabla #53: Variación Portafolio Seleccionado v/s Portafolio Total-
Fuente: Elaboración propia del autor

Las simulaciones realizadas permiten identificar el rango de validez del modelo bajo los supuestos establecidos por los participantes de la organización. Las afecciones en las asignaciones presupuestales bajo estos dos escenarios, permiten extrapolar sus resultados al realizar recortes en la inversión menores a los propuestos. Es decir, permiten estimar variaciones en el beneficio del portafolio ante situaciones de disminución presupuestal. El rango de validez máximo que establece el modelo, bajo los supuestos estipulados, no permite disminución presupuestal mayor al 20% del presupuesto total. Esta restricción se debe principalmente a los pisos mínimos de inversión por programas propuestos y resultados de la metodología de priorización de programas AHP/AHP, obtenidos por la gerencia de planificación y gestión de portafolio de proyectos.

Se da por finalizada las pruebas realizadas del modelo propuesto en el estudio, pudiendo obtener ciertas conclusiones sobre el comportamiento de la cartera, ante distintos escenarios de inversión bajo los supuestos estipulados, para la empresa CHILECTRA S.A y el uso empírico del modelo planteado. En los siguientes apartados se provee de una reflexión de en los resultados obtenidos así como también una conclusión general del funcionamiento de la metodología desarrollada. Por último, se le aconseja a la organización como formar su portafolio de inversión de acuerdo a la reducción propuesta inicialmente de acuerdo al impacto operacional y económico que presenta la cartera seleccionada, cumpliendo los objetivos estratégicos de la compañía.

VIII. ANALISIS Y RECOMENDACIONES

Los resultados del modelo sobre la muestra hacen sentido con los pronósticos y necesidades reflejadas en los objetivos estratégicos de la empresa, así como también los supuestos estipulados por los gestores de portafolios y programas de la misma ante la aplicación de la metodología multi-criterio propuesta. En particular, los resultados del modelo permiten visualizar como los programas considerados menos críticos, según los resultados del modelo AHP/ANP (como son calidad mínima, conexiones no estándar y disminución de pérdidas) presentan una mayor disminución en el presupuesto asignado y cortes presupuestales sobre sus proyectos menos prioritarios.

Ante una señal de disminución en 50.000 M\$ los programas más afectados en sus inversión asignadas, fueron los programas: conexiones no estándar (-67%), otros requerimientos (-37%), confiabilidad de la red (-29%) y disminución de pérdidas (-17%). Solo un proyecto singular, perteneciente a la categoría confiabilidad fue descartado, mientras que el resto de las iniciativas propuestas fueron aceptadas, aunque con variaciones en sus montos de inversión.

Debido a que la red de CHILECTRA S.A presenta altos niveles de calidad, este programa recibe niveles inferiores de presupuesto respecto a los montos de inversión solicitados, afectando directamente la postergación de la ejecución de la mayoría de los proyectos que componen el programa. Esta situación puede llegar a ser problemática si es que los niveles de calidad comienzan a disminuir en el largo plazo (como se puede apreciar en el segundo escenario presupuestal descrito donde los indicadores tienen a disminuir durante el quinquenio). Como consecuencia se tendrán que realizar nuevamente inversiones de este tipo para disminuir el riesgo, en particular, si los proyectos desechados son de naturaleza recurrente.

En cambio, el programa de conexiones no estándar, al ser de media rentabilidad, asociada a la conexiones de clientes libres, no se presenta como atractivo para los gestores de portafolio de la compañía ante restricciones en el presupuesto disponible, ya que proyectan menores beneficios técnicos y de desarrollo a mediano plazo, en comparación a la realización del programa otros requerimientos, aunque también presenta disminución de recursos asignados.

Dentro de este escenario se obtuvo una cartera, con un valor actual neto de más de 60.000 M\$, destacando la alta participación total de proyectos prioritarios de acuerdo a su ranking absoluto, en la composición del portafolio. Además, los indicadores operacionales de la cartera seleccionada, se acercan bastante a la situación ideal, y solo se ven afectados los indicadores que poseen los niveles más altos de acuerdo al benchmarking en la industria (como son los indicadores de frecuencia y duración global del sistema e índice de pérdidas). Esta situación se refleja en la baja prioridad entregada por la dirección de proyectos y programas, durante la aplicación de la metodología AHP, así como también los mínimos de inversión impuestos como inputs del modelo para estos programas de inversión.

Los programas considerados como obligatorios, más críticos de realizar, poseen una asignación presupuestaria acorde a dicha necesidad, lo que permite, a largo plazo poder alcanzar los niveles deseables en el número de clientes a introducir en la red y la capacidad de carga e infraestructura disponible para sustentar la demanda futura, cumpliendo así con las necesidades estratégicas de la organización. Estos programas son por un lado los mandatorios: conexiones estándar y mantención correctiva que cuentan con la totalidad de sus proyectos a ser ejecutados, mientras que aumento de carga y seguridad de las instalaciones presentan casi una totalidad de inversión.

Los indicadores de la cartera seleccionada concuerdan con los requerimientos pronosticados por la compañía desde la perspectiva estratégica, proporcionando niveles deseables en sus distintos indicadores de operacionales, siendo los indicadores de calidad los más afectados ante disminuciones presupuestales.

La segunda iteración del modelo, permitió establecer los límites máximos de recortes presupuestales del modelo, bajo los supuestos establecidos por los gestores de portafolio de la organización. El *stretch* máximo permitido no supero una disminución mayor a 60.000M\$ en el presupuesto, entregando en este caso, únicamente mínimos de inversión para el grueso de los programas y descartando un gran número de proyectos.

Se recomienda a la organización volver a establecer los supuestos de mínimos de inversión, para poder aumentar los recortes presupuestales, aunque se aconseja que este no supere al 20% de la inversión total, si se quiere lograr resultados factibles con la el modelo y pisos mínimos de inversión definidos. Se propone a futuro, realizar de manera periódica la metodología de priorización de programas de inversión, incluyendo a directivos de la empresa con el fin de afinar los resultados del modelo AHP de acuerdo a los objetivos estratégicos de la compañía y delimitar.

La opción de recurrencia que presenta el modelo de optimización, le permite al tomador de decisión, iterar entre sus fases, hasta llegar a los resultados buscados. Es decir puede, una vez completado la totalidad del modelo, regresar al modelo AHP y volver a realizar la metodología teniendo presente resultados de la iteración anterior y como los resultados impactan en la asignación del presupuesto en los distintos programas de inversión.

Finalmente, se concuerda con la organización, que los resultados del modelo permitirán definir el plan de inversión para el periodo 2014-2018 ante el presupuesto disponible a la fecha.

IX. CONCLUSIONES

El modelo propuesto establece las bases para la priorización de proyectos y programas de inversión, como también un método de optimización para la selección de proyectos y formación de portafolios de inversión eficientes.

En primer lugar, el modelo cumple el objetivo para el que fue diseñado. Es decir, logra priorizar programas y proyectos de inversión e identifica portafolios en distintos escenarios presupuestarios, con el fin de optimizar los recursos disponibles. De esta forma, el modelo de priorización refleja en sus resultados la visión estratégica de la compañía y define, jerárquicamente, una ordenación de los programas de inversión de acuerdo de a las necesidades estratégicas actuales de la organización.

En segundo lugar, la priorización de proyectos o *ranking* permite realizar un *benchmarking* de proyectos con distintas características; relacionando así los objetivos estratégicos con sus respectivos beneficios técnicos y económicos (mediante puntajes que establecen una lista de mayor a menor prioridad de iniciativas).

El algoritmo SIMPLEX utiliza los resultados de ambos métodos de priorización y, mediante un problema de optimización lineal, selecciona proyectos de inversión en un universo definido de iniciativas. De forma posterior, asigna montos de inversión para los distintos programas que componen la cartera, señalando el impacto a través de indicadores técnico-económicos.

El modelo desarrollado en la organización CHILECTRA S.A prueba, empíricamente, la metodología propuesta. Este logra definir una priorización estratégica de las necesidades de inversión y un *ranking* de proyectos de inversión. Los que posteriormente, sometidos a situaciones de reducción presupuestaria, permiten por medio del algoritmo SIMPLEX, formar carteras óptimas de proyectos, bajo dicha restricción.

Las pruebas realizadas para la muestra de proyectos de la empresa comprueba la utilidad del modelo propuesto. En términos específicos, el modelo permite distribuir – ante dos escenarios presupuestarios distintos– los montos disponibles de inversión para los proyectos que componen la cartera, reflejando el impacto técnico-económico de la cartera seleccionada.

Los resultados establecen la necesidad de implementar recortes presupuestarios en programas de inversión asociados a los objetivos estratégicos de la mantención de red, lo que se adecúa a la situación actual de compañía respecto a sus necesidades de inversión y buena situación actual en inversión dentro de este programa. A su vez, las pruebas definen un *stretch* presupuestario máximo de 20% para obtener resultados eficientes en la formación de portafolios y planificación de inversión.

La aplicación del modelo en otra industria debe considerar un conocimiento adecuado la estrategia de la organización en la cual se desea emplear, como también la definición de un modelo previo por medio del método AHP/ANP. En caso que la modelación no considere la totalidad de objetivos estratégicos –y de acuerdo a la dependencia que posean tanto los objetivos como programas de inversión– el modelo puede resultar siendo irrelevante, puesto que sus resultados no serán congruentes con las verdaderas necesidades de la compañía.

Futuras investigaciones podrán enfrentar este desafío, utilizando los resultados de la metodología multi-criterio de priorización y planteando un algoritmo de programación por metas, a costa del modelo de programación lineal, como el propuesto. Al incorporar este tipo de metodología, se establece un mínimo por meta, asociada a indicadores técnicos a los proyectos y programas de inversión y, permite determinar objetivos específicos sobre las metas, seleccionando la cartera que más se ajuste a estas.

El estudio se puede expandir al considerar un mayor número de objetivos y programas de inversión. Sin embargo, dicho proceso debe incorporar la metodología de priorización de programas y el método de ranking de proyectos. A su vez, se pueden incluir –dentro del planteamiento– programas y proyectos de inversión pertenecientes a distintas organizaciones de una misma industria; lo que permitiría que los grupos inversión que poseen distintos activos puedan mejorar su gestión de portafolios de inversión.

Debido a lo anterior, se puede concluir que la optimización de portafolios da cuenta de los objetivos y resultados en una empresa (también puede ser aplicado a una industria), y formula un método para la priorización y gestión de proyectos y programas de inversión de manera eficiente. Por lo tanto, se convierte en una herramienta esencial para la planificación de inversión y la gestión de portafolios de proyectos.

X. GLOSARIO

1) *Proyecto de Inversión*: Planificación que consiste en un conjunto de actividades que se encuentran interrelacionadas y coordinadas. La razón de un proyecto es alcanzar objetivos específicos dentro de los límites que imponen un presupuesto, calidades establecidas previamente y un lapso de tiempo previamente definido.

2) *Programa de Inversión*: Conjunto de proyectos de inversión de la misma naturaleza que cumplen con objetivos similares.

3) *Portafolio de Inversión*: Conjunto de programas y programas de inversión que se ejecutan con el fin de llevar a cabo el plan estratégico de la organización.

4) *VAN*: Valor actual neto.

5) *EBITDA*: Ingresos antes de imposiciones e impuestos.

6) *TIR*: Tasa interna de retorno.

7) *HURDEL RATE*: Tasa de riesgo del inversionista.

8) *AHP*: Analytic Heirarchy Process.

9) *ANP*: Analytic Network Process.

10) *SIMPLEX*: Conjunto de métodos usados para resolver problemas de programación lineal, en los cuales se busca el máximo de una función lineal sobre un conjunto de variables que satisfaga un conjunto de inecuaciones lineales.

11) *SOLVER*: Herramienta de optimización presente como complemento del software Microsoft Excel.

12) *AT*: Alta Tensión.

13) *MT*: Media Tensión.

14) *BT*: Baja Tensión.

15) *Subestación Eléctrica*: Instalación destinada a modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, para facilitar el transporte y distribución de la energía eléctrica.

16) *Transformador*: Dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente, manteniendo la potencia.

17) *Alimentador Primario*: Son los encargados de llevar la energía eléctrica desde las subestaciones de potencia hasta los transformadores de distribución. Los conductores van soportados en poste cuando se trata de instalaciones aéreas y en ductos cuando se trata de instalaciones subterráneas.

18) *Alimentador Secundario*: Los alimentadores secundarios distribuyen la energía desde los transformadores de distribución hasta las acometidas a los usuarios.

19) *Centro de Transformación*: Instalación eléctrica que recibe energía en alta tensión (30 kilovoltios) o en media tensión (10, 15 o 20 kilovoltios) y la entrega en media o baja tensión para su utilización por los usuarios finales.

20) *Capacidad de Carga (Nivel de Carga)*: Propiedad que tienen los cuerpos para mantener una carga eléctrica, también conocida como capacitancia. La capacidad también es una medida de la cantidad de energía eléctrica almacenada para una diferencia de potencial eléctrico dada.

21) *MVA*: Abreviatura de megavoltiamperio, una unidad de potencia aparente utilizada con frecuencia en grandes instalaciones.

22) *MWh*: Unidad de medida de energía eléctrica, equivalente a un millón de vatios-hora. Es la energía necesaria para suministrar una potencia constante de un megavatio durante una hora.

23) *SAIFI*: Indicador estandarizado de calidad por IEEE. Se lee como el número de interrupciones promedio que un cliente puede llegar a experimentar. Su cálculo es como sigue:
$$\sum \frac{\text{Minutos de Interrupcion} * \text{Numero de Clientes Afectados}}{\text{Numero total de clientes}}$$

24) *SAIDI*: Indicador estandarizado de calidad por IEEE. Se lee como la duración de interrupciones promedio que un cliente puede llegar a experimentar. Su cálculo es como sigue:
$$\frac{\sum \text{Numero Total de Interrupciones}}{\text{Numero total de clientes}}$$

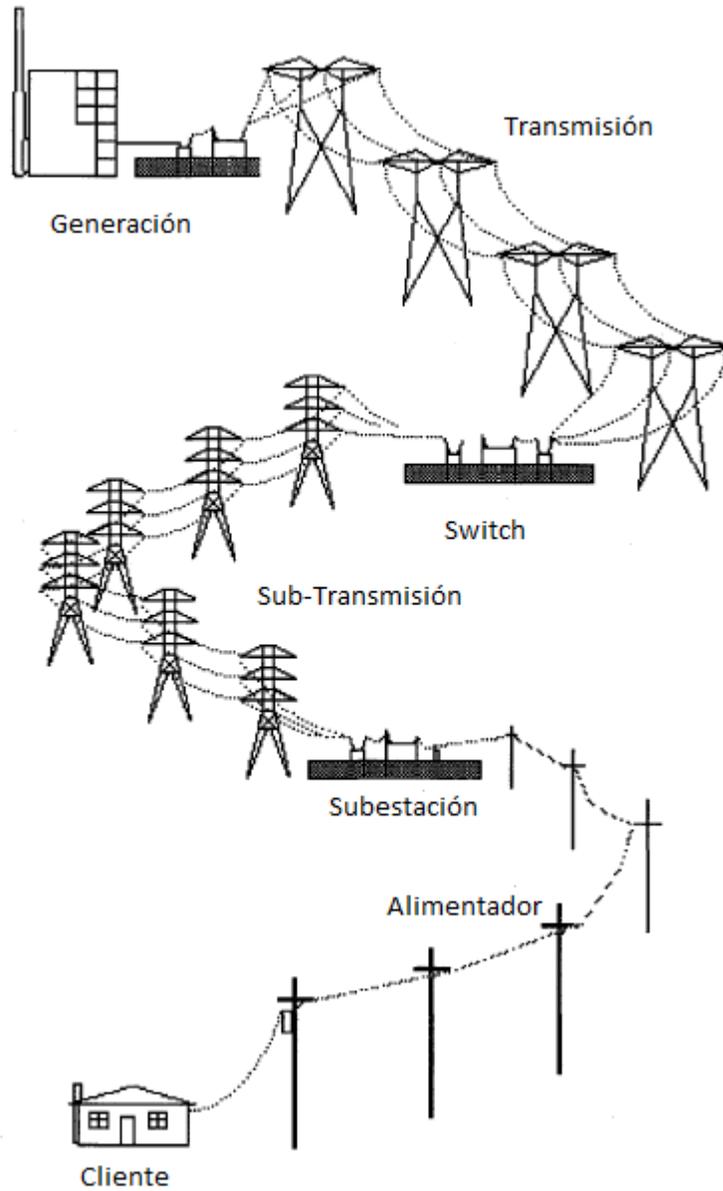
XI. BIBLIOGRAFIA

- [1] Willis, L.E., "Power Distribution Planning Reference Book, Second Edition", Marcel Dekker Inc. 2004.
- [2] Project Management Institute Inc, "Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía PM BOK), 4ta Edición", 2008.
- [3] Project Management Institute Inc, "Standard of Portfolio Management", 2006.
- [4] Cavati, C.R and Ekel, P.Ya, "A Fuzzy Decision Making for the Distribution Systems Planning", 1998.
- [5] Romero, R., Gallego, R.A and Monticelli, A., "Transmission Systems Expansion Planning by Simulated Annealing", 1995.
- [6] Lin, W.M, Tsay, M.T, and Chen, S.J, "Computerized Procedure for Short Range Planning of a Designated Distribution Area", 2000.
- [7] Blanchard, M., Delorme, L., Simard, C. and Nadue, Yvon, "Experience with Optimization Software for Distribution System Planning", 1996.
- [8] Domínguez, J.A, "Modelos para la Planificación de Redes de Distribución de Energía Eléctrica Asistida por Computador Aplicando Técnicas Matemáticas Fuzzy", 2000.
- [9] Khord, H.M, "Técnicas de Planificación y Análisis de Redes de Distribución de Energía Eléctrica", 2002.
- [10] Duran, J.B, "Nuevas Tendencias en el Mantenimiento en la Industria Eléctrica", The Woodhouse Partnership" 2003.
- [11] Espie P., Ault G.W, Burt G.M and McDonald J.R, "Multiple criteria decision making techniques applied to electricity distribution system planning", 2003.
- [12] García, M., Del Valle, J.L, "Modelo para la Valoración Estratégica de Proyectos en Empresas de Distribución Eléctrica", 2007.
- [13] Rong, H.U, ZHOU J. and Yang F.U, "Comprehensive Evaluation Model of Distribution Network Planning Based on ANP", 2008.
- [14] Tor, O. and Shahidehpour, M. "Power Distribution Asset Management", 2006.
- [15] Saaty, T.L., "Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process", 2000.
- [16] Saaty, T.L, "Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process: The Organization and Priorization of Complexity", 2001.
- [17] Bernstein, S.L, "Historia del sector eléctrico en Chile", 2002.

- [18]Brown, R.E, "Electric Power Distribution Reliability, Second Edition", 2008.
- [19]Loch, C.H, Pich M.T, Terwiesch, C. and Urbchat, M., "Selecting R and D projects at BMW: a case of adopting mathematical programming models", 2001.
- [20]Dickinson, M., Thornton, A.C., and Graves, S., "Technology portfolio management: optimizing interdependent projects over multiple time periods", 2001.
- [21]Kim, G.C. and Emery, J., "An application of zero-one one goal programming in project selection and resource planning-a case of study for the Woodward Governor Company", 2000.
- [22]Rice, R.S, "Discrete optimization solution procedures for linear and nonlinear integer programming problems", 1966.
- [23]Greniner, M.A., Fowler, J.W., Shunk, D.L., Carlyle, W.M, and McNutt, R.T, "A hybrid approach using the analytic hierarchy process and integer programming to screen weapon systems projects", 2003.
- [24] Cooper, R.G., Edgett, S.J and Kleinschmidt, E.J, "Portfolio management for new products development: results of industry practices study", 2001.
- [25]Rabbani, M., Tavakkloi Moghaddam, F., Jolai, F., and Ghorbani, H.R., "A comprehensive model for R and F project portfolio selection with zero-one linear goal programming", 2006.

XII. ANEXOS

Anexo #1: Estructura Sistemas de Transmisión y Distribución Eléctrica:



Anexo #2: Cuestionario Modelo de Prioridad de Programas de Inversión

Criterios: Comparaciones pareadas entre objetivos estratégicos

1.

Nuevas Conexiones					Seguridad del Suministro			
9	7	5	3	1	3	5	7	9

2.

Nuevas Conexiones					Calidad Mínima			
9	7	5	3	1	3	5	7	9

3.

Nuevas Conexiones					Seguridad de las Instalaciones			
9	7	5	3	1	3	5	7	9

4.

Nuevas Conexiones					Obligaciones del Servicio			
9	7	5	3	1	3	5	7	9

5.

Seguridad del Suministro					Seguridad de las Instalaciones			
9	7	5	3	1	3	5	7	9

6.

Seguridad del Suministro					Obligaciones del Servicio			
9	7	5	3	1	3	5	7	9

7.

Calidad Mínima					Seguridad de las Instalaciones			
9	7	5	3	1	3	5	7	9

8.

Calidad Mínima					Obligaciones del Servicio			
9	7	5	3	1	3	5	7	9

9.

Seguridad de las Instalaciones					Obligaciones del Servicio			
9	7	5	3	1	3	5	7	9

Alternativas: Comparaciones pareadas entre programas de inversión

1. Nuevas Conexiones:

Conexiones Estándar					Conexiones No-Estándar			
9	7	5	3	1	3	5	7	9

Conexiones Estándar					Otros Requerimientos			
9	7	5	3	1	3	5	7	9

Conexiones No-Estándar					Otros Requerimientos			
9	7	5	3	1	3	5	7	9

2. Seguridad del Suministro

Aumento de Carga					Transmisión			
9	7	5	3	1	3	5	7	9

Aumento de Carga					Mantenimiento Correctiva			
9	7	5	3	1	3	5	7	9

Transmisión					Mantenimiento Correctiva			
9	7	5	3	1	3	5	7	9

Anexo #3: Ranking Puntajes Único y por Indicador de Proyectos

Código	Programa	Duración	SCORE	OBLI	CRI	FACT	ECO	DESEM
86	Mantenimiento Correctivo	Singular	100	100	100	52	100	90
85	Mantenimiento Correctivo	Singular	100	100	55	52	80	90
1289	Mantenimiento Correctivo	Singular	100	100	40	52	80	90
170	Mantenimiento Correctivo	Singular	81	100	95	80	100	100
11569	Mantenimiento Correctivo	Singular	79	100	85	0	0	100
8042	Mantenimiento Correctivo	Recurrente	79	60	10	76	91	100
1628	Mantenimiento Correctivo	Recurrente	78	100	0	100	100	100
11303	Mantenimiento Correctivo	Recurrente	77	100	0	100	100	100
169	Mantenimiento Correctivo	Recurrente	76	100	0	100	100	100
8108	Mantenimiento Correctivo	Recurrente	46	50	0	92	80	100
9018	Aumento de Carga	Recurrente	100	45	0	0	100	100
7002	Aumento de Carga	Recurrente	100	50	0	0	95	95
9017	Aumento de Carga	Recurrente	100	50	0	0	100	100
1368	Aumento de Carga	Singular	98	100	100	80	100	90
9022	Aumento de Carga	Singular	98	100	70	76	100	90
9023	Aumento de Carga	Singular	98	100	100	80	80	90
376	Aumento de Carga	Recurrente	98	60	100	88	93	100
11658	Aumento de Carga	Recurrente	96	50	60	76	59	100
99	Aumento de Carga	Recurrente	96	90	88	100	89	100
9032	Aumento de Carga	Recurrente	96	90	100	76	77	100
305	Aumento de Carga	Recurrente	96	50	0	0	100	85
11667	Aumento de Carga	Recurrente	96	100	95	0	90	100
11666	Aumento de Carga	Recurrente	96	90	40	22	92	100
11660	Aumento de Carga	Recurrente	96	90	90	62	78	100
11662	Aumento de Carga	Recurrente	96	90	90	62	72	100
11659	Aumento de Carga	Recurrente	96	100	100	100	100	100
11661	Aumento de Carga	Recurrente	96	100	100	100	100	100
81	Aumento de Carga	Recurrente	96	90	80	100	91	100
7	Aumento de Carga	Recurrente	96	95	100	76	67	100
11654	Aumento de Carga	Recurrente	96	90	90	100	96	100
11655	Aumento de Carga	Recurrente	96	100	95	0	90	100
11656	Aumento de Carga	Recurrente	96	90	80	100	96	100
9025	Aumento de Carga	Recurrente	95	50	80	76	100	100
11663	Aumento de Carga	Recurrente	95	40	40	84	69	100
11657	Aumento de Carga	Recurrente	95	90	100	84	81	100
7001	Aumento de Carga	Recurrente	94	90	90	62	78	100
1	Aumento de Carga	Recurrente	94	50	90	74	84	100

11664	Aumento de Carga	Recurrente	94	90	100	92	92	100
42	Aumento de Carga	Recurrente	93	70	70	84	81	100
9019	Aumento de Carga	Recurrente	93	60	80	84	89	100
11653	Aumento de Carga	Recurrente	92	45	45	84	89	100
302	Aumento de Carga	Recurrente	91	90	80	100	92	100
11665	Aumento de Carga	Recurrente	91	90	80	100	92	100
11503	Aumento de Carga	Recurrente	91	90	90	62	86	100
303	Aumento de Carga	Recurrente	89	50	50	56	80	100
11224	Aumento de Carga	Recurrente	89	70	80	84	100	100
309	Aumento de Carga	Singular	85	100	85	76	100	90
23	Aumento de Carga	Singular	85	100	85	64	100	90
11300	Aumento de Carga	Singular	82	100	95	88	100	90
11000	Aumento de Carga	Singular	80	100	80	76	80	90
11652	Aumento de Carga	Recurrente	79	100	100	84	100	100
10161	Aumento de Carga	Recurrente	76	45	50	84	75	100
11500	Aumento de Carga	Recurrente	75	95	100	76	85	100
6026	Aumento de Carga	Recurrente	73	10	40	76	72	100
9021	Aumento de Carga	Recurrente	73	80	100	84	80	100
9037	Aumento de Carga	Recurrente	73	70	80	84	79	100
11302	Aumento de Carga	Recurrente	73	70	78	84	89	100
11502	Aumento de Carga	Recurrente	73	90	80	58	80	100
9026	Aumento de Carga	Recurrente	73	70	50	60	80	100
3	Aumento de Carga	Recurrente	72	50	50	72	80	100
11668	Aumento de Carga	Recurrente	71	60	50	76	92	100
8	Aumento de Carga	Recurrente	71	90	60	30	86	100
9027	Aumento de Carga	Recurrente	71	90	60	22	96	100
9039	Aumento de Carga	Singular	71	100	100	88	100	90
11501	Aumento de Carga	Recurrente	71	70	70	84	85	100
11512	Aumento de Carga	Recurrente	69	10	60	64	80	100
11499	Aumento de Carga	Recurrente	68	80	90	62	77	100
4	Aumento de Carga	Recurrente	66	90	100	84	79	100
21	Disminución de Perdidas	Recurrente	90	40	10	64	81	100
19	Disminución de Perdidas	Recurrente	89	10	5	64	100	100
11513	Disminución de Perdidas	Recurrente	88	10	10	76	96	100
65	Disminución de Perdidas	Recurrente	87	80	60	84	100	100
20	Disminución de Perdidas	Recurrente	86	50	60	74	97	100
11514	Disminución de Perdidas	Recurrente	85	90	100	76	90	100
11629	Disminución de Perdidas	Singular	75	100	90	0	0	100
17	Conexiones no estándar	Recurrente	100	100	95	60	100	100
10004	Conexiones no estándar	Recurrente	98	100	100	100	100	100

10005	Otros requerimientos	Recurrente	100	50	60	76	67	100
8830	Otros requerimientos	Singular	100	90	80	84	87	100
10007	Otros requerimientos	Recurrente	85	90	100	98	100	100
18	Otros requerimientos	Recurrente	76	85	60	84	84	100
8895	Confiabilidad	Singular	98	70	80	84	73	100
8034	Confiabilidad	Recurrente	98	70	80	84	80	100
112	Confiabilidad	Recurrente	95	30	60	52	80	100
98	Confiabilidad	Recurrente	94	0	10	25	100	100
1630	Confiabilidad	Recurrente	93	50	50	86	70	100
11427	Confiabilidad	Recurrente	92	40	40	40	0	100
594	Confiabilidad	Recurrente	92	70	80	84	100	100
108	Confiabilidad	Recurrente	91	60	60	68	83	100
100	Confiabilidad	Recurrente	91	100	0	100	100	100
10044	Confiabilidad	Recurrente	91	80	70	68	88	100
197	Confiabilidad	Recurrente	90	70	80	84	94	100
202	Confiabilidad	Recurrente	90	70	70	84	88	100
11439	Confiabilidad	Recurrente	90	60	70	84	89	100
218	Confiabilidad	Recurrente	87	90	50	100	99	100
94	Confiabilidad	Recurrente	87	90	100	98	100	100
271	Confiabilidad	Singular	86	100	100	100	100	95
10040	Confiabilidad	Singular	86	100	100	100	100	95
11481	Confiabilidad	Singular	86	100	90	90	90	100
11444	Confiabilidad	Singular	86	100	90	0	0	100
8023	Confiabilidad	Singular	86	100	95	0	100	100
8209	Confiabilidad	Singular	86	100	100	82	100	95
109	Confiabilidad	Singular	85	100	100	74	86	100
83	Confiabilidad	Singular	85	100	90	0	0	100
8874	Confiabilidad	Singular	85	100	85	0	0	100
10038	Confiabilidad	Singular	85	100	100	96	80	100
84	Confiabilidad	Singular	83	100	90	0	0	100
1566	Confiabilidad	Singular	82	100	85	0	0	100
104	Confiabilidad	Recurrente	82	100	0	80	100	100
11480	Confiabilidad	Recurrente	82	100	0	100	100	100
111	Confiabilidad	Recurrente	80	50	0	100	100	100
8875	Confiabilidad	Recurrente	80	60	70	84	84	100
8085	Confiabilidad	Recurrente	80	90	90	72	75	100
1284	Confiabilidad	Recurrente	80	70	80	84	100	100
11346	Confiabilidad	Recurrente	79	50	20	30	92	100
11018	Confiabilidad	Recurrente	79	90	90	92	88	100
10184	Confiabilidad	Recurrente	78	10	20	36	91	100
8881	Confiabilidad	Recurrente	78	100	95	0	0	100
8069	Confiabilidad	Recurrente	78	90	60	36	96	100

1363	Confiabilidad	Singular	77	100	75	52	80	90
11573	Confiabilidad	Singular	77	100	100	32	80	90
1362	Confiabilidad	Recurrente	75	90	90	76	70	100
1629	Confiabilidad	Recurrente	74	70	80	84	75	100
1312	Confiabilidad	Recurrente	72	70	80	100	65	100
11448	Confiabilidad	Recurrente	67	100	85	50	100	100
11	Confiabilidad	Singular	60	100	80	52	80	90
593	Confiabilidad	Recurrente	59	100	90	0	0	100
106	Confiabilidad	Recurrente	59	70	80	84	70	100
11405	Confiabilidad	Recurrente	58	70	100	84	100	100
10043	Confiabilidad	Recurrente	57	40	50	64	80	100
1614	Confiabilidad	Recurrente	52	10	30	72	63	100
11446	Confiabilidad	Recurrente	51	70	70	84	78	100
1616	Confiabilidad	Recurrente	51	50	60	76	93	100
1615	Confiabilidad	Singular	50	40	100	76	94	100
11440	Confiabilidad	Recurrente	43	70	80	84	75	100
11419	Confiabilidad	Singular	43	50	20	28	96	100
1596	Seguridad de Instalaciones	Recurrente	92	10	10	18	88	100
52	Seguridad de Instalaciones	Recurrente	91	90	90	92	92	100
56	Seguridad de Instalaciones	Singular	91	70	50	54	0	10
93	Seguridad de Instalaciones	Recurrente	89	90	80	92	96	100
11005	Seguridad de Instalaciones	Recurrente	88	10	10	23	86	100
1276	Seguridad de Instalaciones	Recurrente	88	70	80	76	100	100
11304	Seguridad de Instalaciones	Recurrente	86	10	10	64	100	100
45	Seguridad de Instalaciones	Recurrente	82	50	50	68	84	100
8883	Seguridad de Instalaciones	Recurrente	81	70	80	84	86	100
8869	Seguridad de Instalaciones	Recurrente	79	90	90	84	75	100
1286	Seguridad de Instalaciones	Singular	79	100	45	52	80	90
1523	Seguridad de Instalaciones	Singular	79	100	60	64	80	90
11648	Seguridad de Instalaciones	Singular	78	100	85	0	0	100
11022	Seguridad de Instalaciones	Singular	78	100	90	0	0	100
10032	Seguridad de Instalaciones	Singular	77	100	95	0	69	100
11307	Seguridad de Instalaciones	Recurrente	75	100	80	0	0	100
11345	Seguridad de Instalaciones	Recurrente	73	50	0	0	100	90
82	Seguridad de Instalaciones	Recurrente	69	50	0	0	95	90
8213	Seguridad de Instalaciones	Singular	67	40	100	24	40	100
1296	Seguridad de Instalaciones	Recurrente	67	70	80	84	75	100

11308	Seguridad de Instalaciones	Recurrente	65	90	60	22	96	100
8019	Seguridad de Instalaciones	Singular	62	40	50	66	100	40
49	Seguridad de Instalaciones	Recurrente	62	15	0	0	90	90
11516	Seguridad de Instalaciones	Singular	62	70	80	84	81	100
8160	Seguridad de Instalaciones	Singular	61	100	80	16	80	90
1306	Seguridad de Instalaciones	Singular	60	100	95	0	76	100
223	Seguridad de Instalaciones	Singular	59	100	95	0	90	100
185	Seguridad de Instalaciones	Singular	59	100	95	0	90	100
11305	Seguridad de Instalaciones	Singular	55	100	95	0	90	100
8093	Seguridad de Instalaciones	Singular	53	100	95	0	88	100
11606	Seguridad de Instalaciones	Singular	52	100	95	0	90	100
11438	Seguridad de Instalaciones	Singular	49	100	100	60	100	100
1558	Seguridad de Instalaciones	Singular	46	100	100	60	100	100
8161	Seguridad de Instalaciones	Singular	42	100	100	60	100	100
1250	Seguridad de Instalaciones	Singular	41	100	100	60	100	100
11306	Seguridad de Instalaciones	Singular	36	100	100	60	95	100
10052	Seguridad de Instalaciones	Singular	33	100	95	60	100	100
15	Conexiones estándar	Singular	100	100	90	60	96	100
16	Conexiones estándar	Singular	100	100	100	60	100	100
11685	Conexiones estándar	Singular	100	100	100	60	100	100
22	Transmisión	Recurrente	97	100	85	0	0	100
11003	Transmisión	Recurrente	88	0	0	0	0	0

Anexo #4: Selección de Proyectos (Reducción en 50.000 M\$)

Código	Programa	Decisión	2014	2015	2016	2017	2018	Var 14-18
86	Mantenimiento Correctivo	SI	\$ 548.071	\$ 501.437	\$ 506.691	\$ 579.657	\$ 572.474	\$ -
85	Mantenimiento Correctivo	SI	\$ 859.381	\$ 786.257	\$ 794.497	\$ 908.909	\$ 897.645	\$ -
1289	Mantenimiento Correctivo	SI	\$ 21.924	\$ 20.058	\$ 20.269	\$ 23.187	\$ 22.899	\$ -
170	Mantenimiento Correctivo	SI	\$ 20.255	\$ 18.531	\$ 18.726	\$ 21.423	\$ 21.157	\$ -
11569	Mantenimiento Correctivo	SI	\$ 83.730	\$ 76.605	\$ 77.408	\$ 88.555	\$ 87.458	\$ -
8042	Mantenimiento Correctivo	SI	\$ 29.462	\$ 26.955	\$ 27.237	\$ 31.160	\$ 30.774	\$ -
1628	Mantenimiento Correctivo	SI	\$ 27.621	\$ 25.271	\$ 25.535	\$ 29.213	\$ 28.851	\$ -
11303	Mantenimiento Correctivo	SI	\$ 9.646	\$ 8.826	\$ 8.918	\$ 10.202	\$ 10.075	\$ -
169	Mantenimiento Correctivo	SI	\$ 23.938	\$ 21.901	\$ 22.130	\$ 25.317	\$ 25.004	\$ -
8108	Mantenimiento Correctivo	SI	\$ 73.655	\$ 67.388	\$ 68.094	\$ 77.900	\$ 76.935	\$ -
9018	Aumento de Carga	SI	\$ 235.699	\$ 234.302	\$ 234.959	\$ 237.695	\$ 238.256	\$ -
7002	Aumento de Carga	SI	\$ 454.657	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
9017	Aumento de Carga	SI	\$ 47.140	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1368	Aumento de Carga	SI	\$ 871.090	\$ 1.657.043	\$ 983.975	\$ 1.016.277	\$ 541.792	-\$ 4.102.215
9022	Aumento de Carga	SI	\$ 294.528	\$ 315.697	\$ 341.442	\$ 372.785	\$ 381.138	\$ -
9023	Aumento de Carga	SI	\$ 2.038.539	\$ 4.054.067	\$ -	\$ -	\$ 3.876.449	-\$ 9.436.205
376	Aumento de Carga	SI	\$ 8.196.983	\$ 8.283.297	\$ 9.051.072	\$ 8.533.353	\$ 10.069.750	\$ -
11658	Aumento de Carga	SI	\$ 3.690.255	\$ 3.710.565	\$ 3.543.247	\$ 4.381.553	\$ 4.479.732	\$ -
99	Aumento de Carga	SI	\$ 286.520	\$ 268.042	\$ 262.138	\$ 261.386	\$ 253.545	\$ -
9032	Aumento de Carga	SI	\$ 254.555	\$ 192.128	\$ 187.967	\$ 195.860	\$ 202.212	\$ -
305	Aumento de Carga	SI	\$ 1.505.544	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
11667	Aumento de Carga	SI	\$ 56.568	\$ 724.601	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
11666	Aumento de Carga	SI	\$ 94.280	\$ -	\$ 543.084	\$ -	\$ -	\$ -
11660	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ 3.334.738	\$ -	\$ -	\$ -	-\$ 12.980.017
11662	Aumento de Carga	SI	\$ 86.260	\$ 78.210	\$ 78.819	\$ 89.598	\$ 88.718	\$ -
11659	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ 474.432	\$ -	\$ -	\$ -	-\$ 2.083.071
11661	Aumento de Carga	SI	\$ 1.847.568	\$ 734.402	\$ -	\$ -	\$ -	-\$ 205.285
81	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ 202.013	\$ 361.837	\$ -	\$ -	\$ -
7	Aumento de Carga	SI	\$ 287.678	\$ 283.248	\$ 422.927	\$ 432.129	\$ 435.315	\$ -
11654	Aumento de Carga	SI	\$ 245.589	\$ 251.373	\$ 244.359	\$ 249.675	\$ 251.516	\$ -
11655	Aumento de Carga	SI	\$ 368.355	\$ 497.299	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
11656	Aumento de Carga	SI	\$ 642.122	\$ 318.651	\$ -	\$ -	\$ -	-\$ 1.271.754

9025	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 437.724	\$ 919.917	\$ -
11663	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 437.724	\$ 1.090.964	\$ -
11657	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 437.724	\$ 968.454	\$ -
7001	Aumento de Carga	SI	\$ 94.280	\$ -	\$ -	\$ 950.779	\$ 1.429.534	\$ -
1	Aumento de Carga	SI	\$ 612.817	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
11664	Aumento de Carga	SI	\$ 1.037.075	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
42	Aumento de Carga	SI	\$ 801.446	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
9019	Aumento de Carga	SI	\$ 942.796	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
11653	Aumento de Carga	SI	\$ 471.398	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
302	Aumento de Carga	SI	\$ 169.703	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
11665	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ 477.976	\$ 719.455	\$ -	\$ -	\$ -
11503	Aumento de Carga	SI	\$ 47.140	\$ 265.925	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
303	Aumento de Carga	SI	\$ 565.677	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
11224	Aumento de Carga	SI	\$ 23.521	\$ 21.325	\$ 21.491	\$ 24.430	\$ 24.191	\$ -
309	Aumento de Carga	SI	\$ 94.280	\$ -	\$ 93.984	\$ 1.567.592	\$ 1.969.898	\$ -
23	Aumento de Carga	SI	\$ 471.398	\$ 468.604	\$ 234.959	\$ 237.695	\$ 238.256	\$ -
11300	Aumento de Carga	SI	\$ 424.258	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
11000	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ 484.735	\$ -	\$ -	\$ -	-\$ 2.635.681
11652	Aumento de Carga	SI	\$ 97.579	\$ -	\$ 469.919	\$ 618.007	\$ 1.429.534	\$ -
10161	Aumento de Carga	SI	\$ 426.416	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
11500	Aumento de Carga	SI	\$ 75.821	\$ 68.745	\$ 69.280	\$ 78.754	\$ 77.981	\$ -
6026	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ 524.420	\$ 1.222.207	\$ -	\$ -	\$ -
9021	Aumento de Carga	SI	\$ 230.176	\$ 208.696	\$ 210.319	\$ 239.083	\$ 236.735	\$ -
9037	Aumento de Carga	SI	\$ 186.863	\$ 169.425	\$ 170.743	\$ 194.094	\$ 192.188	\$ -
11302	Aumento de Carga	SI	\$ 136.605	\$ 127.170	\$ 125.340	\$ 148.459	\$ 145.355	\$ -
11502	Aumento de Carga	SI	\$ 172.996	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
9026	Aumento de Carga	SI	\$ 8.979	\$ 328.023	\$ 321.000	\$ -	\$ -	\$ -
3	Aumento de Carga	SI	\$ 518.538	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
11668	Aumento de Carga	SI	\$ 395.213	\$ 358.330	\$ 361.118	\$ 410.505	\$ 406.475	\$ -
8	Aumento de Carga	SI	\$ 317.668	\$ 288.022	\$ 290.262	\$ 329.959	\$ 326.719	\$ -
9027	Aumento de Carga	SI	\$ 65.587	\$ 59.466	\$ 59.928	\$ 68.123	\$ 67.455	\$ -
9039	Aumento de Carga	SI	\$ 45.535	\$ 42.390	\$ 41.780	\$ 49.486	\$ 48.452	\$ -
11501	Aumento de Carga	SI	\$ 49.178	\$ 45.781	\$ 45.122	\$ 53.445	\$ 52.328	\$ -
11512	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ 791.810	\$ 803.275	\$ 811.277	\$ 986.852	-\$ 935.704

11499	Aumento de Carga	SI	\$ 68.495	\$ 62.102	\$ 62.586	\$ 71.145	\$ 70.446	\$ -
4	Aumento de Carga	SI	\$ 40.179	\$ 36.429	\$ 36.713	\$ 41.733	\$ 41.324	\$ -
21	Disminución de Perdidas	SI	\$ 11.994	\$ 10.874	\$ 10.959	\$ 12.457	\$ 12.335	\$ -
19	Disminución de Perdidas	SI	\$ 100.758	\$ 260.097	\$ 391.294	\$ -	\$ -	\$ -
11513	Disminución de Perdidas	SI	\$ 188.559	\$ 187.442	\$ 187.967	\$ 190.156	\$ 190.605	\$ -
65	Disminución de Perdidas	SI	\$ -	\$ 324.462	\$ 282.272	\$ 319.213	\$ 326.090	-\$ 339.414
20	Disminución de Perdidas	SI	\$ 55.174	\$ 51.363	\$ 50.623	\$ 59.962	\$ 58.707	\$ -
11514	Disminución de Perdidas	SI	\$ 15.096	\$ 229.493	\$ 196.035	\$ 222.752	\$ 239.323	-\$ 247.338
11629	Disminución de Perdidas	SI	\$ 60.169	\$ 56.013	\$ 55.207	\$ 65.390	\$ 64.023	\$ -
17	Conexiones no estándar	SI	\$ 273.212	\$ 254.340	\$ 250.680	\$ 98.973	\$ 96.903	\$ -
10004	Conexiones no estándar	SI	\$ -	\$ -	\$ 469.919	\$ 2.280.497	\$ 3.763.016	-\$ 671.501
10005	Otros requerimientos	SI	\$ 75.112	\$ 83.111	\$ 138.853	\$ 140.055	\$ 154.463	\$ -
8830	Otros requerimientos	SI	\$ 304.439	\$ 276.028	\$ 278.175	\$ 316.219	\$ 313.114	\$ -
10007	Otros requerimientos	SI	\$ 327.011	\$ 296.493	\$ 298.800	\$ 339.664	\$ 336.328	\$ -
18	Otros requerimientos	SI	\$ 38.739	\$ 34.501	\$ 30.014	\$ 33.942	\$ 28.604	\$ -
8895	Confiabilidad	SI	\$ 32.701	\$ 29.650	\$ 29.880	\$ 33.966	\$ 33.632	\$ -
8034	Confiabilidad	SI	\$ 29.431	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
112	Confiabilidad	SI	\$ 14.015	\$ 12.707	\$ 12.805	\$ 14.556	\$ 14.414	\$ -
98	Confiabilidad	SI	\$ 26.161	\$ 23.720	\$ 23.904	\$ 27.172	\$ 26.906	\$ -
1630	Confiabilidad	SI	\$ 30.701	\$ 27.836	\$ 28.053	\$ 31.889	\$ 31.577	\$ -
11427	Confiabilidad	SI	\$ 56.059	\$ 50.828	\$ 51.223	\$ 58.228	\$ 57.656	\$ -
594	Confiabilidad	SI	\$ 104.731	\$ 97.497	\$ 96.094	\$ 113.819	\$ 111.439	\$ -
108	Confiabilidad	SI	\$ 7.503	\$ 129.267	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
100	Confiabilidad	SI	\$ -	\$ 224.930	\$ 681.383	\$ -	\$ -	\$ -
10044	Confiabilidad	SI	\$ 204.527	\$ 178.857	\$ 152.781	\$ 170.151	\$ 194.510	\$ -
197	Confiabilidad	SI	\$ 1.851.149	\$ 1.683.657	\$ 1.407.802	\$ -	\$ 2.258.062	-\$ 2.624.284
202	Confiabilidad	SI	\$ 277.621	\$ 363.086	\$ 181.065	\$ 319.928	\$ 203.815	-\$ 611.759
11439	Confiabilidad	SI	\$ 392.413	\$ 355.792	\$ 358.559	\$ 407.597	\$ 403.595	\$ -
218	Confiabilidad	SI	\$ 32.701	\$ 29.650	\$ 29.880	\$ 33.966	\$ 33.632	\$ -
94	Confiabilidad	SI	\$ 46.716	\$ 42.356	\$ 42.686	\$ 48.523	\$ 48.047	\$ -
271	Confiabilidad	SI	\$ -	\$ 432.476	\$ -	\$ -	\$ -	-\$ 1.898.856
10040	Confiabilidad	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.563.459	\$ 1.400.562	\$ -
11481	Confiabilidad	SI	\$ 124.355	\$ 112.750	\$ 113.626	\$ 129.166	\$ 127.898	\$ -
11444	Confiabilidad	SI	\$ 116.790	\$ 105.890	\$ 106.714	\$ 121.308	\$ 120.117	\$ -
8023	Confiabilidad	SI	\$ 31.767	\$ 28.802	\$ 29.026	\$ 32.996	\$ 32.672	\$ -
8209	Confiabilidad	SI	\$ 120.213	\$ 111.909	\$ 110.298	\$ 130.645	\$ 127.912	\$ -
109	Confiabilidad	SI	\$ 21.320	\$ 19.847	\$ 19.562	\$ 23.170	\$ 22.686	\$ -
83	Confiabilidad	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 166.320	\$ -
8874	Confiabilidad	SI	\$ 154.577	\$ 140.151	\$ 141.242	\$ 160.558	\$ 158.981	\$ -
10038	Confiabilidad	SI	\$ 16.018	\$ 14.523	\$ 14.636	\$ 16.638	\$ 16.474	\$ -
84	Confiabilidad	SI	\$ 18.686	\$ 16.943	\$ 17.074	\$ 19.409	\$ 19.219	\$ -
1566	Confiabilidad	SI	\$ 18.686	\$ 16.943	\$ 17.074	\$ 19.409	\$ 19.219	\$ -
104	Confiabilidad	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.870.987	\$ -
11480	Confiabilidad	SI	\$ 28.029	\$ 25.413	\$ 25.612	\$ 29.114	\$ 28.828	\$ -
111	Confiabilidad	SI	\$ 84.089	\$ 76.241	\$ 76.835	\$ 87.341	\$ 86.484	\$ -

8875	Confiabilidad	SI	\$ 15.613	\$ 14.534	\$ 14.325	\$ 16.968	\$ 16.613	\$ -
8085	Confiabilidad	SI	\$ 16.392	\$ 15.260	\$ 15.040	\$ 17.815	\$ 17.442	\$ -
1284	Confiabilidad	SI	\$ 29.101	\$ 27.091	\$ 26.701	\$ 31.627	\$ 30.965	\$ -
11346	Confiabilidad	SI	\$ 71.009	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
11018	Confiabilidad	SI	\$ 46.716	\$ 42.356	\$ 42.686	\$ 48.523	\$ 48.047	\$ -
10184	Confiabilidad	NO	\$ -	\$ 1.999.319	\$ -	\$ -	\$ -	-\$ 2.262.634
8881	Confiabilidad	SI	\$ 25.500	\$ 23.738	\$ 23.396	\$ 27.712	\$ 27.133	\$ -
8069	Confiabilidad	SI	\$ 18.214	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1363	Confiabilidad	SI	\$ -	\$ 372.734	\$ -	\$ -	\$ -	-\$ 1.598.841
11573	Confiabilidad	SI	\$ 256.937	\$ 232.959	\$ 234.771	\$ 266.879	\$ 264.258	\$ -
1362	Confiabilidad	SI	\$ 40.981	\$ 38.151	\$ 37.602	\$ 44.537	\$ 43.607	\$ -
1629	Confiabilidad	SI	\$ -	\$ 6.162.969	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1312	Confiabilidad	SI	\$ 410.848	\$ 523.403	\$ 654.909	\$ 341.550	\$ 788.481	-\$ 429.651
11448	Confiabilidad	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.411.420	\$ -
11	Confiabilidad	SI	\$ 47.140	\$ 28.116	\$ 14.098	\$ 14.262	\$ 14.295	\$ -
593	Confiabilidad	SI	\$ 186.390	\$ 168.996	\$ 170.310	\$ 193.601	\$ 191.701	\$ -
106	Confiabilidad	SI	\$ 20.035	\$ 18.651	\$ 18.382	\$ 21.774	\$ 21.318	\$ -
11405	Confiabilidad	SI	\$ 91.025	\$ 82.531	\$ 83.172	\$ 94.546	\$ 93.618	\$ -
10043	Confiabilidad	SI	\$ -	\$ -	\$ 56.390	\$ 655.410	\$ 501.452	\$ -
1614	Confiabilidad	SI	\$ -	\$ 56.233	\$ 316.910	\$ -	\$ -	\$ -
11446	Confiabilidad	SI	\$ -	\$ 56.233	\$ 1.310.243	\$ -	\$ -	\$ -
1616	Confiabilidad	SI	\$ -	\$ -	\$ 75.187	\$ 2.372.634	\$ -	\$ -
1615	Confiabilidad	SI	\$ -	\$ -	\$ 5.272.882	\$ -	\$ -	-\$ 1.562.464
11440	Confiabilidad	SI	\$ -	\$ 56.233	\$ 600.483	\$ 1.103.928	\$ -	\$ -
11419	Confiabilidad	SI	\$ 22.768	\$ 21.195	\$ 20.890	\$ -	\$ -	\$ -
1596	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 724.009	\$ -
52	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 52.053	\$ 50.828	\$ 51.223	\$ 58.228	\$ 57.656	\$ -
56	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 757.791	\$ 57.181	\$ -
93	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ -	\$ -	\$ 56.390	\$ 1.325.497	\$ -	\$ -
11005	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ -	\$ -	\$ 56.390	\$ 1.102.696	\$ -	\$ -
1276	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 537.190	\$ 644.541	\$ -
11304	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 6.006.553	-\$ 2.570.651
45	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 6.857.793	\$ -	-\$ 2.485.176
8883	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 260.225	\$ 242.251	\$ 238.764	\$ 282.806	\$ 276.891	\$ -
8869	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 97.423	\$ 891.584	\$ -
1286	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 17.512	\$ 15.878	\$ 16.002	\$ 18.190	\$ 18.011	\$ -
1523	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 31.874	\$ 29.673	\$ 29.246	\$ 34.641	\$ 33.916	\$ -
11648	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 82.821	\$ 77.100	\$ 75.991	\$ 90.008	\$ 88.125	\$ -
11022	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 96.793	\$ -
10032	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 91.070	\$ 84.780	\$ 83.560	\$ 98.973	\$ 96.903	\$ -
11307	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 83.784	\$ 77.997	\$ 76.875	\$ 91.055	\$ 89.151	\$ -
11345	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 122.945	\$ 114.453	\$ 112.806	\$ 133.614	\$ 130.820	\$ -
82	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 96.596	\$ 18.092	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

8213	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 10.473	\$ 9.749	\$ 9.609	\$ 11.382	\$ 11.144	\$ -
1296	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 31.128	\$ 28.224	\$ 28.443	\$ 32.333	\$ 32.015	\$ -
11308	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 43.714	\$ 40.694	\$ 40.108	\$ 47.507	\$ 46.513	\$ -
8019	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 21.357	\$ 19.365	\$ 19.515	\$ 22.184	\$ 21.965	\$ -
49	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 23.358	\$ 21.178	\$ 21.343	\$ 24.261	\$ 24.023	\$ -
11516	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 20.035	\$ 18.651	\$ 18.382	\$ 21.774	\$ 21.318	\$ -
8160	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 108.848	\$ 101.329	\$ 99.871	\$ 118.292	\$ 115.819	\$ -
1306	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 28.045	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
223	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 44.851	\$ 40.665	\$ 40.982	\$ 46.586	\$ 46.128	\$ -
185	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 27.320	\$ 25.434	\$ 25.067	\$ 29.692	\$ 29.071	\$ -
11305	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 9.106	\$ 8.478	\$ 8.355	\$ 9.897	\$ 9.690	\$ -
8093	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 44.495	\$ 40.342	\$ 40.656	\$ 46.216	\$ 45.762	\$ -
11606	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 24.149	\$ 22.615	\$ 22.227	\$ -	\$ -	\$ -
11438	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 19.625	\$ 17.794	\$ 17.932	\$ 20.385	\$ 20.184	\$ -
1558	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 53.630	\$ 48.625	\$ 49.003	\$ 55.704	\$ 55.157	\$ -
8161	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 10.746	\$ 9.743	\$ 9.818	\$ 11.161	\$ 11.051	\$ -
1250	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 48.298	\$ 316.611	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
11306	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 13.561	\$ 12.624	\$ 12.443	\$ 14.738	\$ 14.430	\$ -
10052	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 93.463	\$ 84.741	\$ 85.400	\$ 97.079	\$ 96.127	\$ -
15	Conexiones estándar	SI	\$ 25.694	\$ 23.296	\$ 23.477	\$ 26.687	\$ 26.425	\$ -
16	Conexiones estándar	SI	\$ 8.693	\$ 8.141	\$ 11.558	\$ 9.368	\$ 9.151	\$ -
11685	Conexiones estándar	SI	\$ 40.071	\$ 37.303	\$ 36.765	\$ 43.548	\$ 42.637	\$ -
22	Transmisión	SI	\$ 27.341	\$ -	\$ -	\$ 28.702	\$ 28.102	\$ -
11003	Transmisión	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 98.973	\$ 96.903	\$ -

Anexo #5: Selección de Proyectos (Reducción en 60.000 M\$)

Código	Programa	Decisión	2014	2015	2016	2017	2018	Var 14-18
86	Mantenimiento Correctivo	SI	\$ 73.655	\$ 67.388	\$ 68.094	\$ 77.900	\$ 76.935	\$ -
85	Mantenimiento Correctivo	SI	\$ 9.646	\$ 8.826	\$ 8.918	\$ 10.202	\$ 10.075	\$ -
1289	Mantenimiento Correctivo	SI	\$ 548.071	\$ 501.437	\$ 506.691	\$ 579.657	\$ 572.474	\$ -
170	Mantenimiento Correctivo	SI	\$ 21.924	\$ 20.058	\$ 20.269	\$ 23.187	\$ 22.899	\$ -
11569	Mantenimiento Correctivo	SI	\$ 20.255	\$ 18.531	\$ 18.726	\$ 21.423	\$ 21.157	\$ -
8042	Mantenimiento Correctivo	SI	\$ 859.381	\$ 786.257	\$ 794.497	\$ 908.909	\$ 897.645	\$ -
1628	Mantenimiento Correctivo	SI	\$ 83.730	\$ 76.605	\$ 77.408	\$ 88.555	\$ 87.458	\$ -
11303	Mantenimiento Correctivo	SI	\$ 27.621	\$ 25.271	\$ 25.535	\$ 29.213	\$ 28.851	\$ -
169	Mantenimiento Correctivo	SI	\$ 23.938	\$ 21.901	\$ 22.130	\$ 25.317	\$ 25.004	\$ -
8108	Mantenimiento Correctivo	SI	\$ 29.462	\$ 26.955	\$ 27.237	\$ 31.160	\$ 30.774	\$ -
9018	Aumento de Carga	SI	\$ 287.678	\$ 283.248	\$ 422.927	\$ 432.129	\$ 435.315	\$ -
7002	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ 224.930	\$ 681.383	\$ -	\$ -	\$ -
9017	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ 477.976	\$ 719.455	\$ -	\$ -	\$ -
1368	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 437.724	\$ 968.454	\$ -
9022	Aumento de Carga	SI	\$ 47.140	\$ 265.925	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
9023	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ 56.233	\$ 600.483	\$ 1.103.928	\$ -	\$ -
376	Aumento de Carga	SI	\$ 1.037.075	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
11658	Aumento de Carga	SI	\$ 801.446	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
99	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ 6.162.969	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
9032	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 166.320	\$ -
305	Aumento de Carga	SI	\$ 188.559	\$ 187.442	\$ 187.967	\$ 190.156	\$ 190.605	\$ -
11667	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.411.420	\$ -
11666	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ 423.143	\$ 1.222.207	\$ -	\$ -	\$ 101.276
11660	Aumento de Carga	NO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 518.538
11662	Aumento de Carga	SI	\$ 942.796	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
11659	Aumento de Carga	SI	\$ 94.280	\$ -	\$ 93.984	\$ 1.567.592	\$ 1.969.898	\$ -
11661	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 9.342.968	\$ -	\$ -
81	Aumento de Carga	SI	\$ 94.280	\$ -	\$ -	\$ 950.779	\$ 1.429.534	\$ -
7	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 97.423	\$ 891.584	\$ -
11654	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 537.190	\$ 644.541	\$ -
11655	Aumento de Carga	SI	\$ 612.817	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
11656	Aumento de Carga	SI	\$ 565.677	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

9025	Aumento de Carga	SI	\$ 471.398	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
11663	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 312.692	\$ 437.369	\$ 2.213.960
11657	Aumento de Carga	SI	\$ 424.258	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
7001	Aumento de Carga	SI	\$ 169.703	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1	Aumento de Carga	SI	\$ 8.979	\$ 328.023	\$ 321.000	\$ -	\$ -	\$ -
11664	Aumento de Carga	NO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 136.770
42	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 321.292	\$ 1.090.964	\$ 116.432
9019	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 757.791	\$ 57.181	\$ -
11653	Aumento de Carga	SI	\$ 454.657	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
302	Aumento de Carga	SI	\$ 471.398	\$ 468.604	\$ 234.959	\$ 237.695	\$ 238.256	\$ -
11665	Aumento de Carga	SI	\$ 245.589	\$ 251.373	\$ 244.359	\$ 249.675	\$ 251.516	\$ -
11503	Aumento de Carga	SI	\$ 100.758	\$ 260.097	\$ 391.294	\$ -	\$ -	\$ -
303	Aumento de Carga	NO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 781.169
11224	Aumento de Carga	SI	\$ 426.416	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
309	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.870.987	\$ -
23	Aumento de Carga	SI	\$ 1.505.544	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
11300	Aumento de Carga	NO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 724.009
11000	Aumento de Carga	SI	\$ 172.996	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
11652	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ 56.233	\$ 198.926	\$ -	\$ -	\$ 117.985
10161	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ 56.233	\$ 1.310.243	\$ -	\$ -	\$ -
11500	Aumento de Carga	SI	\$ 368.355	\$ 497.299	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6026	Aumento de Carga	NO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 637.364
9021	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 8.577.204	\$ -
9037	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ -	\$ 75.187	\$ 2.372.634	\$ -	\$ -
11302	Aumento de Carga	SI	\$ 97.579	\$ -	\$ 469.919	\$ 618.007	\$ 1.429.534	\$ -
11502	Aumento de Carga	SI	\$ 254.555	\$ 192.128	\$ 187.967	\$ 195.860	\$ 202.212	\$ -
9026	Aumento de Carga	SI	\$ 235.699	\$ 234.302	\$ 234.959	\$ 237.695	\$ 238.256	\$ -
3	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ -	\$ 56.390	\$ 1.102.696	\$ -	\$ -
11668	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ -	\$ 56.390	\$ 1.325.497	\$ -	\$ -
8	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 437.724	\$ 919.917	\$ -
9027	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ -	\$ 56.390	\$ 655.410	\$ 501.452	\$ -
9039	Aumento de Carga	SI	\$ 1.913.875	\$ 318.651	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
11501	Aumento de Carga	SI	\$ 47.140	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
11512	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 96.793	\$ -

11499	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ 202.013	\$ 361.837	\$ -	\$ -	\$ -
4	Aumento de Carga	SI	\$ -	\$ -	\$ 6.835.346	\$ -	\$ -	\$ -
21	Disminución de Perdidas	SI	\$ 42.064	\$ 83.111	\$ 76.624	\$ 68.919	\$ 154.463	\$ 166.413
19	Disminución de Perdidas	SI	\$ 339.414	\$ 324.462	\$ 282.272	\$ 319.213	\$ 326.090	\$ -
11513	Disminución de Perdidas	SI	\$ 47.140	\$ 28.116	\$ 14.098	\$ 14.262	\$ 14.295	\$ -
65	Disminución de Perdidas	SI	\$ 262.434	\$ 229.493	\$ 196.035	\$ 222.752	\$ 239.323	\$ -
20	Disminución de Perdidas	SI	\$ 935.704	\$ 791.810	\$ 803.275	\$ 811.277	\$ 986.852	\$ -
11514	Disminución de Perdidas	SI	\$ 38.739	\$ 34.501	\$ 30.014	\$ 33.942	\$ 28.604	\$ -
11629	Disminución de Perdidas	SI	\$ 204.527	\$ 178.857	\$ 152.781	\$ 170.151	\$ 194.510	\$ -
17	Conexiones no estándar	SI	\$ 1.555.446	\$ 1.657.043	\$ 1.783.103	\$ 2.065.261	\$ 2.111.538	\$ -
10004	Conexiones no estándar	SI	\$ 2.800.004	\$ 3.334.738	\$ 3.136.772	\$ 3.016.126	\$ 4.027.116	\$ -
10005	Otros requerimientos	SI	\$ 1.851.149	\$ 1.683.657	\$ 1.823.513	\$ 2.208.573	\$ 2.258.062	\$ -
8830	Otros requerimientos	SI	\$ 4.061.020	\$ 4.054.067	\$ 3.781.249	\$ 3.632.474	\$ 3.876.449	\$ -
10007	Otros requerimientos	SI	\$ 294.528	\$ 315.697	\$ 341.442	\$ 372.785	\$ 381.138	\$ -
18	Otros requerimientos	SI	\$ 410.848	\$ 523.403	\$ 654.909	\$ 771.201	\$ 788.481	\$ -
8895	Confiabilidad	SI	\$ 21.357	\$ 19.365	\$ 19.515	\$ 22.184	\$ 21.965	\$ -
8034	Confiabilidad	SI	\$ 44.495	\$ 40.342	\$ 40.656	\$ 46.216	\$ 45.762	\$ -
112	Confiabilidad	NO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.971.576
98	Confiabilidad	NO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 607.795
1630	Confiabilidad	SI	\$ 91.025	\$ 82.531	\$ 83.172	\$ 94.546	\$ 93.618	\$ -
11427	Confiabilidad	SI	\$ 46.716	\$ 42.356	\$ 42.686	\$ 48.523	\$ 48.047	\$ -
594	Confiabilidad	SI	\$ 26.161	\$ 23.720	\$ 23.904	\$ 27.172	\$ 26.906	\$ -
108	Confiabilidad	SI	\$ 65.587	\$ 59.466	\$ 59.928	\$ 68.123	\$ 67.455	\$ -
100	Confiabilidad	NO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 4.261.953
10044	Confiabilidad	SI	\$ 44.851	\$ 40.665	\$ 40.982	\$ 46.586	\$ 46.128	\$ -
197	Confiabilidad	SI	\$ 256.937	\$ 232.959	\$ 234.771	\$ 266.879	\$ 264.258	\$ -
202	Confiabilidad	SI	\$ 14.015	\$ 12.707	\$ 12.805	\$ 14.556	\$ 14.414	\$ -
11439	Confiabilidad	SI	\$ 28.029	\$ 25.413	\$ 25.612	\$ 29.114	\$ 28.828	\$ -
218	Confiabilidad	NO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 273.993
94	Confiabilidad	SI	\$ 317.668	\$ 288.022	\$ 290.262	\$ 329.959	\$ 326.719	\$ -
271	Confiabilidad	SI	\$ 53.630	\$ 48.625	\$ 49.003	\$ 55.704	\$ 55.157	\$ -
10040	Confiabilidad	SI	\$ 392.413	\$ 355.792	\$ 358.559	\$ 407.597	\$ 403.595	\$ -
11481	Confiabilidad	SI	\$ 154.577	\$ 140.151	\$ 141.242	\$ 160.558	\$ 158.981	\$ -
11444	Confiabilidad	SI	\$ 30.701	\$ 27.836	\$ 28.053	\$ 31.889	\$ 31.577	\$ -
8023	Confiabilidad	SI	\$ 31.767	\$ 28.802	\$ 29.026	\$ 32.996	\$ 32.672	\$ -
8209	Confiabilidad	SI	\$ 17.512	\$ 15.878	\$ 16.002	\$ 18.190	\$ 18.011	\$ -
109	Confiabilidad	SI	\$ 32.701	\$ 29.650	\$ 29.880	\$ 33.966	\$ 33.632	\$ -
83	Confiabilidad	NO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 152.144
8874	Confiabilidad	SI	\$ 395.213	\$ 358.330	\$ 361.118	\$ 410.505	\$ 406.475	\$ -
10038	Confiabilidad	SI	\$ 476.990	\$ 432.476	\$ 435.839	\$ 495.446	\$ 490.581	\$ -
84	Confiabilidad	SI	\$ 304.439	\$ 276.028	\$ 278.175	\$ 316.219	\$ 313.114	\$ -
1566	Confiabilidad	SI	\$ 400.457	\$ 363.086	\$ 365.910	\$ 415.952	\$ 411.869	\$ -
104	Confiabilidad	SI	\$ 40.179	\$ 36.429	\$ 36.713	\$ 41.733	\$ 41.324	\$ -
11480	Confiabilidad	SI	\$ 116.790	\$ 105.890	\$ 106.714	\$ 121.308	\$ 120.117	\$ -
111	Confiabilidad	SI	\$ 28.045	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

8875	Confiabilidad	SI	\$ 11.994	\$ 10.874	\$ 10.959	\$ 12.457	\$ 12.335	\$ -
8085	Confiabilidad	SI	\$ 543.715	\$ 484.735	\$ 582.955	\$ 852.837	\$ 656.174	\$ -
1284	Confiabilidad	SI	\$ 86.260	\$ 78.210	\$ 78.819	\$ 89.598	\$ 88.718	\$ -
11346	Confiabilidad	SI	\$ 46.716	\$ 42.356	\$ 42.686	\$ 48.523	\$ 48.047	\$ -
11018	Confiabilidad	SI	\$ 19.625	\$ 17.794	\$ 17.932	\$ 20.385	\$ 20.184	\$ -
10184	Confiabilidad	SI	\$ 10.746	\$ 9.743	\$ 9.818	\$ 11.161	\$ 11.051	\$ -
8881	Confiabilidad	SI	\$ 71.009	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
8069	Confiabilidad	SI	\$ 230.176	\$ 208.696	\$ 210.319	\$ 239.083	\$ 236.735	\$ -
1363	Confiabilidad	SI	\$ 186.863	\$ 169.425	\$ 170.743	\$ 194.094	\$ 192.188	\$ -
11573	Confiabilidad	SI	\$ 327.011	\$ 296.493	\$ 298.800	\$ 339.664	\$ 336.328	\$ -
1362	Confiabilidad	SI	\$ 523.264	\$ 474.432	\$ 478.122	\$ 543.511	\$ 538.175	\$ -
1629	Confiabilidad	SI	\$ 186.390	\$ 168.996	\$ 170.310	\$ 193.601	\$ 191.701	\$ -
1312	Confiabilidad	NO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 456.811
11448	Confiabilidad	NO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 269.987
11	Confiabilidad	SI	\$ 84.089	\$ 76.241	\$ 76.835	\$ 87.341	\$ 86.484	\$ -
593	Confiabilidad	SI	\$ 18.686	\$ 16.943	\$ 17.074	\$ 19.409	\$ 19.219	\$ -
106	Confiabilidad	NO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 78.289
11405	Confiabilidad	SI	\$ 29.431	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10043	Confiabilidad	NO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 91.331
1614	Confiabilidad	SI	\$ 75.821	\$ 68.745	\$ 69.280	\$ 78.754	\$ 77.981	\$ -
11446	Confiabilidad	NO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 114.162
1616	Confiabilidad	NO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 114.958
1615	Confiabilidad	SI	\$ 68.495	\$ 62.102	\$ 62.586	\$ 71.145	\$ 70.446	\$ -
11440	Confiabilidad	SI	\$ 32.701	\$ 29.650	\$ 29.880	\$ 33.966	\$ 33.632	\$ -
11419	Confiabilidad	SI	\$ 25.694	\$ 23.296	\$ 23.477	\$ 26.687	\$ 26.425	\$ -
1596	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 18.214	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
52	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 24.149	\$ 22.615	\$ 22.227	\$ -	\$ -	\$ -
56	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 14.553	\$ 18.651	\$ 18.382	\$ 21.774	\$ 21.318	\$ 5.482
93	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 40.981	\$ 38.151	\$ 37.602	\$ 44.537	\$ 43.607	\$ -
11005	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 98.973	\$ 96.903	\$ -
1276	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 25.500	\$ 23.738	\$ 23.396	\$ 27.712	\$ 27.133	\$ -
11304	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 273.212	\$ 254.340	\$ 250.680	\$ 98.973	\$ 96.903	\$ -
45	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 120.213	\$ 111.909	\$ 110.298	\$ 130.645	\$ 127.912	\$ -
8883	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 10.473	\$ 9.749	\$ 9.609	\$ 11.382	\$ 11.144	\$ -
8869	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 96.596	\$ 18.092	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1286	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 8.693	\$ 8.141	\$ 11.558	\$ 9.368	\$ 9.151	\$ -
1523	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 82.821	\$ 77.100	\$ 75.991	\$ 90.008	\$ 88.125	\$ -
11648	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 122.945	\$ 114.453	\$ 112.806	\$ 133.614	\$ 130.820	\$ -
11022	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 29.101	\$ 27.091	\$ 26.701	\$ 31.627	\$ 21.684	\$ 9.280
10032	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 136.605	\$ 127.170	\$ 125.340	\$ 148.459	\$ 145.355	\$ -
11307	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 9.106	\$ 8.478	\$ 8.355	\$ 9.897	\$ 9.690	\$ -
11345	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ -	\$ 5.759	\$ -	\$ -	\$ 17.442	\$ 58.748
82	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 108.848	\$ 101.329	\$ 99.871	\$ 118.292	\$ 115.819	\$ -

8213	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 27.341	\$ -	\$ -	\$ 28.702	\$ 28.102	\$ -
1296	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 22.768	\$ 21.195	\$ 20.890	\$ -	\$ -	\$ -
11308	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 20.035	\$ 18.651	\$ 18.382	\$ 21.774	\$ 21.318	\$ -
8019	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 21.320	\$ 19.847	\$ 19.562	\$ 23.170	\$ 22.686	\$ -
49	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 45.535	\$ 42.390	\$ 41.780	\$ 49.486	\$ 48.452	\$ -
11516	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 49.178	\$ 45.781	\$ 45.122	\$ 53.445	\$ 52.328	\$ -
8160	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 48.298	\$ 316.611	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1306	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 60.169	\$ 56.013	\$ 55.207	\$ 65.390	\$ 64.023	\$ -
223	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 40.071	\$ 37.303	\$ 36.765	\$ 43.548	\$ 42.637	\$ -
185	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 55.174	\$ 51.363	\$ 50.623	\$ 59.962	\$ 58.707	\$ -
11305	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 104.731	\$ 97.497	\$ 96.094	\$ 113.819	\$ 111.439	\$ -
8093	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 43.714	\$ 40.694	\$ 40.108	\$ 47.507	\$ 46.513	\$ -
11606	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 27.320	\$ 25.434	\$ 25.067	\$ 29.692	\$ 29.071	\$ -
11438	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 31.874	\$ 29.673	\$ 29.246	\$ 34.641	\$ 33.916	\$ -
1558	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 260.225	\$ 242.251	\$ 238.764	\$ 282.806	\$ 276.891	\$ -
8161	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 13.561	\$ 12.624	\$ 12.443	\$ 14.738	\$ 14.430	\$ -
1250	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 91.070	\$ 84.780	\$ 83.560	\$ 98.973	\$ 96.903	\$ -
11306	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 5.238	\$ 14.534	\$ 14.325	\$ 16.968	\$ 16.613	\$ 10.375
10052	Seguridad de Instalaciones	SI	\$ 83.784	\$ 77.997	\$ 76.875	\$ 91.055	\$ 89.151	\$ -
15	Conexiones estándar	SI	\$ 286.520	\$ 268.042	\$ 262.138	\$ 261.386	\$ 253.545	\$ -
16	Conexiones estándar	SI	\$ 8.196.983	\$ 8.283.297	\$ 9.051.072	\$ 8.533.353	\$ 10.069.750	\$ -
11685	Conexiones estándar	SI	\$ 3.690.255	\$ 3.710.565	\$ 3.543.247	\$ 4.381.553	\$ 4.479.732	\$ -
22	Transmisión	SI	\$ -	\$ -	\$ 469.919	\$ 2.533.886	\$ 4.181.129	\$ -
11003	Transmisión	SI	\$ 2.052.854	\$ 734.402	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -