

# **PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE**

TRABAJO DE GRADO



## **PARTICIPANTES**

Ing. ANA PATRICIA HENAO

Ing. JOHN ALEXANDER MARIN

Ing. MIGUEL HUMBERTO GONZALEZ

## **ASESOR**

Msc. RICARDO CESAR GÓMEZ

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA POLITÉCNICO GRANCOLOMBIANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS BÁSICAS  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS DE  
TELECOMUNICACIONES**

**2017**

# PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE

## AGRADECIMIENTOS (opcional)

TABLA DE CONTENIDO

Tabla de contenido

1. RESUMEN EJECUTIVO .....	5
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	7
3. DESCRIPCIÓN DEL CASO .....	8
4. REFERENTES / ESTADO DEL ARTE. ....	11
5. DESARROLLO .....	14
5.1 PLANEACIÓN: GERENCIA DEL PROYECTO .....	14
5.2 ESTUDIO TÉCNICO .....	15
6 ESTUDIO ADMINISTRATIVO Y LEGAL .....	16
Indicadores y Métricas .....	17
7 ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO .....	18
8 IMPLEMENTACIÓN: GERENCIA DEL PROYECTO .....	21
<b>8.1 ETAPAS DEL PROYECTO</b> .....	22
<b>8.2 Estructura WBS</b> .....	22
<b>8.4 ORGANIGRAMA, PERFILES Y REPONSABILIDADES</b> .....	25
6. RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	30
7. BIBLIOGRAFÍA .....	32
Trabajos citados .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

# PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE

## CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

FIGURA 1. TOPOLOGÍA ACTUAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	9
FIGURA 2. TOPOLOGÍA PROPUESTA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	10
FIGURA 3. DISEÑO GENERAL DE LA SOLUCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	15
FIGURA 4. INDICADOR DISPONIBILIDAD DE RED. FUENTE ELABORACIÓN PROPIA	17
FIGURA 5. INDICADOR INDISPONIBILIDAD SERVICIO. FUENTE ELABORACIÓN PROPIA	18
FIGURA 6. INDICADOR DE MEJORAS EN LA RED. FUENTE ELABORACIÓN PROPIA	18
FIGURA 7 PRUEBA CONMUTACIÓN LÓGICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	24
FIGURA 8. ORGANIGRAMA DEL PROYECTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	25

## CONTENIDO DE TABLAS

TABLA 3. PROYECCIÓN FINANCIERA	20
TABLA 4. INVERSIONES DEL PROYECTO	20
TABLA 5. CALCULO DEL VPN	20
TABLA 6. PERFILES Y RESPONSABILIDADES	25

# PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE

## 1. RESUMEN EJECUTIVO

Actualmente la compañía Internexa cuenta con una red SDH-DWDM en Chile con una solución de redundancia en anillo donde se transporta y soporta la transmisión con enlaces de fibra óptica entre Santiago de Chile, San Fernando, Talca, Linares y Chillan. A pesar de ser una topología en anillo los eventos naturales y accidentes de tránsito en la zona centro del país han impactado negativamente la red de fibra óptica ocasionando vulnerabilidad y en muchos casos afectación de los servicios (Carrier Ethernet, Fibras oscuras, Clear Channel, co-location) generando pérdidas a la empresa por pagos de indisponibilidad a los clientes.

El Proyecto que la compañía requiere implementar es una solución integral que le permitirá a la sede de Chile fortalecer la disponibilidad de la capa óptica de la red de fibra desde el nodo ubicado en ciudad de Santiago de Chile hasta el nodo de la ciudad de Chillán creando un doble anillamiento. Estos nodos están separados por 488,9Km de longitud de fibra y se divide en cinco enlaces, Santiago de Chile (106,7Km) – Rancagua, Rancagua – San Fernando (63.6Km), San Fernando – Talca (137Km), Talca – Linares (68.6Km), Linares – Chillan (113.1Km). Actualmente cada enlace cuenta con una ruta de fibra contrata con el proveedor de fibra CMET.

La compañía analizará propuestas tecnológicas para la solución de estas necesidades, así como el estudio de mercado, la viabilidad financiera, el estudio de Ingeniería, Organización y Logística del proyecto, teniendo en cuenta los recursos humanos y técnicos necesarios para la solución de las necesidades detectadas.

## **PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE**

Dentro del desarrollo de la gerencia de proyectos, la empresa durante todo el ciclo de vida del proyecto estará encargada de suministrar y cumplir con las condiciones para este proyecto, de esta forma ser asertivo con los tiempos estipulados en el cronograma optimizando los tiempos de cada una de las fases del proyecto desde el inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control del proyecto y finalmente su cierre.

La empresa estará encargada de todo el despliegue técnico y la relación en términos de la infraestructura ya sea propia o subcontratada con terceros; se utilizarán de la misma manera tecnologías manejadas por la compañía como los son la red Gpon, con canales de tráfico amplios para los requerimientos o exigencias puestas por nuestros clientes; la confiabilidad en la conexión de los usuarios es una de las tareas más importantes la cual debemos de garantizar en la puesta de servicio de los enlaces.

Para la compañía es iterativo y de vital importancia el buen proceso del proyecto y que se cumpla con rigurosidad cada una de las fases de este mismo; desde la ingeniería de detalle, hasta la implementación del servicio es un compromiso e imagen de cara al cliente del buen proceder, por lo tanto exige que sea detallado el proceso y los procedimientos que se utilizarán en la implementación de dichos enlaces.

También es objetivo importante el describir y detallar los planes de mantenimiento, atención y soporte técnico que implementará la compañía para la puesta en servicio de los enlaces

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo
- Esquemas técnicos

Al finalizar los tres primeros meses desde el inicio del proyecto se tendría como meta la entrega en funcionamiento del enlace , este sería el primer reto para la compañía ya que la mayor parte del tiempo de la ejecución del proyecto es

## **PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE**

responsabilidad del operador donde la intervención de este mismo es total desde el punto de vista técnico con la ejecución de las viabilidades o sites survey de los diferentes lugares para su funcionamiento sumado a esta tarea, la gestión y logística del recurso humano e infraestructura y manejo de terceros dentro del proyecto.

### **2. JUSTIFICACIÓN**

El aumento en el consumo de datos por usuario en las redes de internet fija, ha generado una fuerte presión sobre estas. Durante el 2016, en Chile se pasó de un total de 2.912.133 conexiones a Internet, durante el último semestre, teniendo un incremento anual del 6,7%, con una variación porcentual del 9,11% con respecto al año anterior. A diciembre 2016 los accesos a internet (fijos + móvil 3G+4G) alcanzaron 16,1 millones con un crecimiento interanual de 23,9% (3,1 millones de nuevos accesos en 2016). Estas cifras son tomadas del último reporte publicado por SUBTEL Chile. (SUBTEL, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones SUBTEL, 2017).

Para las compañías prestadoras del servicio de Internet es imperativo aprovechar el desarrollo tecnológico que en la actualidad ofrecen los equipos de conexión y las redes GPON, los cuales incorporan tecnología NGN (Next Generation Networking), cuyo uso se ha masificado a través de múltiples escenarios (hogar, industria, academia, aeropuertos, terminales, etc.). De aquí la importancia que alcanza esta implementación, ya que ofrece una alternativa confiable y de alta disponibilidad en el tráfico de datos que requieren nuestros clientes.

Los servicios de los clientes de la red de Chile se han visto interrumpidos por las constantes aperturas que se presentan en los enlaces de fibra óptica, desde la localidad de Santiago de Chile hasta la localidad de Chillan. Los cortes fueron muy

## **PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE**

frecuentes en el año 2016 con un total de 161, el enlace más afectado ha sido San Fernando - Talca con 19 cortes de fibra, seguido Linares - Chillan con 13, aproximadamente un corte día intermedio, dejando la red lineal demasiado tiempo ya que para reparar un corte de fibra puede tomarse de 3 a 6 horas. A pesar de ser una red anillada en varias ocasiones se presentó doble corte en la red, es decir se presentaron dos cortes de fibra en enlaces diferentes simultáneamente, dejando los servicios indisponibles. De las 161 interrupciones en los enlaces, 35 se solaparon y esto ha provocado que algunos de los clientes como Pacifico Cable, WOM, Loncomilla presenten ultimátum a la compañía, o se mejora el servicio o retiran su portafolio de productos y servicios.

Con el fin de brindar mayor continuidad a los enlaces que transportan los servicios entre varias localidades, se requiere la implementación de enlaces redundantes que respalde la operación. Se debe mostrar y mejorar la capa de presentación como resultado final de la relación de confianza establecida con el usuario.

### **3. DESCRIPCIÓN DEL CASO**

Para el proyecto de implementación de la redundancia en la red troncal entre Chillan y Santiago de Chile, se espera brindar estabilidad a los clientes que van a través de ese enlace y aumentar el porcentaje de disponibilidad; así mismo se espera mejorar la calidad del servicio ofrecido minimizando la cantidad de fallas presentadas por la carencia de la redundancia, lo que ha generado intenciones de retiros de los clientes actuales, lo que aumentaría la tasa de Churn de la empresa y por ende los ingresos recibidos. Adicional por cada interrupción de servicio se presenta un descuento en la facturación.



# PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE

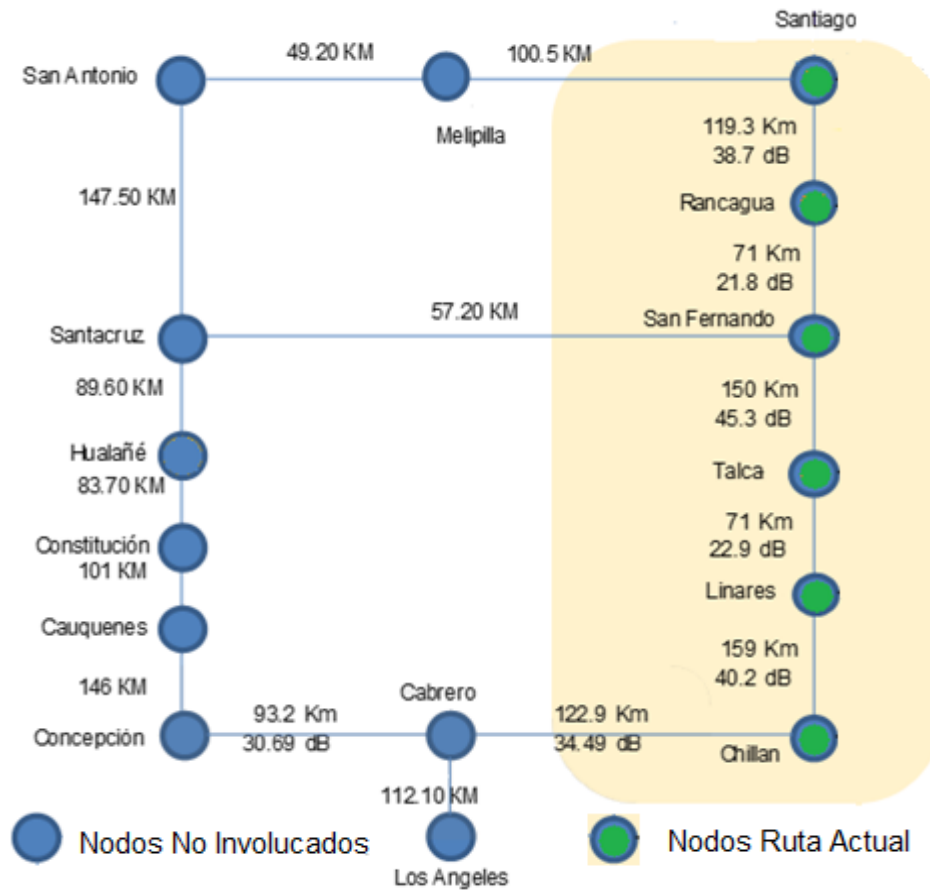


Figura 1. Topología Actual. Fuente: Elaboración propia

Como solución al problema se dispondrá de un par de hilos de fibra adicionales los cuales se contratará con otro proveedor llamado SEC, el cual tendrán una ruta diferente a los hilos actuales.

## PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE

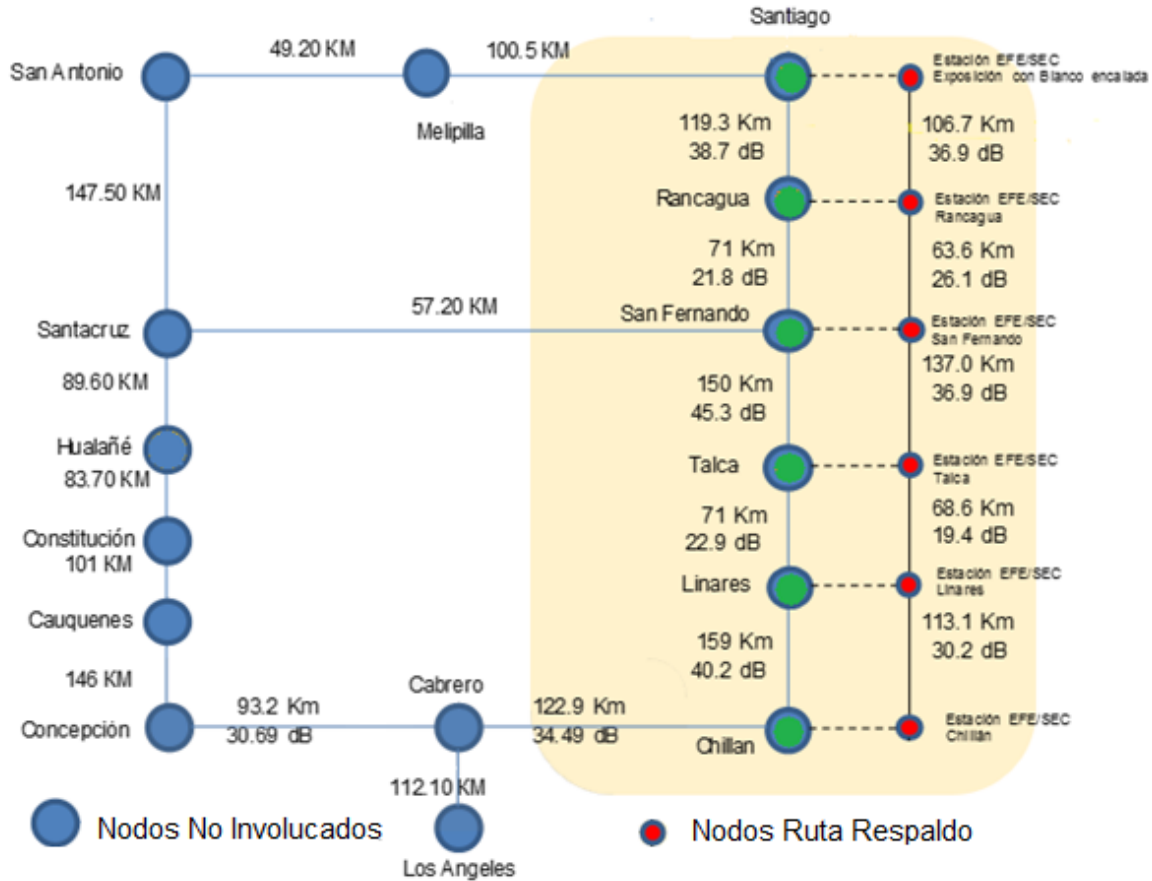


Figura 2. Topología Propuesta. Fuente: Elaboración Propia

La empresa Internexa se encargará de suministrar el personal técnico especializado y continuará requiriendo del soporte de la empresa contratista que presta el servicio *hands on site* para la instalación de los elementos ópticos y apoyo en las pruebas que se requieran para dar continuidad a cada uno de los nuevos enlaces.

El objetivo de este proyecto es evaluar la viabilidad de una solución que brinde respaldo al enlace troncal de fibra óptica desde Santiago hasta Chillán con el fin de minimizar la afectación del servicio ofrecido por este medio.

El proyecto tendrá las siguientes etapas: visita, diseño, implementación, puesta a punto, etapa de pruebas, documentación y entrega a la operación.

## **PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE**

El alcance del presente proyecto es poder mejorar las condiciones de la capa óptica, física y redundancia de la red actual minimizando el impacto negativo frente a eventos fortuitos, implementando rutas de respaldo por medio de otro proveedor de fibra entre los nodos de Santiago de Chile – Rancagua, Rancagua – San Fernando, San Fernando – Talca, Talca – Linares, Linares – Chillan, para disminuir el tiempo de vulnerabilidad e indisponibilidad de los servicios contratados por los clientes.

### **4. REFERENTES / ESTADO DEL ARTE.**

Las redes de fibra ópticas se emplean en las telecomunicaciones para enlazar equipos que están ubicados a grandes distancias brindando incluso conexiones transcontinentales por su capacidad para recorrer grandes distancias sin la utilización de equipos intermedios, la distancia que cubre esta en aproximadamente 100km, cuando la interconexión requiere de una mayor distancia se pueden utilizar equipos repetidores o regeneradores de señal los cuales garantizan que la información que viaja a través de este medio no se pierda. Según (S, s.f.), se definen así los tipos de cable,

Tipos de cable de fibra óptica:

- Cable auto soportado: es utilizado para estructuras aéreas las cuales utilizan medios de soporte como postes o torres. Su mayor característica técnica es que permite soportar condiciones ambientales extremas y la forma de instalación es a través de soportes y abrazadores especiales.
- Cable submarino: es un cable diseñado para ser sumergido en el agua. Estos cables soportan grandes distancias, se utilizan para conectar continentes.
- Cable OPGW: Tiene fibras ópticas insertadas en un tubo, sus fibras ópticas están completamente protegidas y rodeadas por pesados cables a tierra.

## PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE

Las principales características de la Fibra Óptica son:

- Aumento en la capacidad de transmisión.
- Aumento de la seguridad.
- Reducción de costos.

Para (Millan, s.f.) la Red SDH-DWDM: Es un método de multiplicación que se utiliza en medios de transmisión electromagnéticos.

Tarjetas OLP: Son tarjetas para la activación y resolución de problemas de las redes ópticas, combinando medidores de potencia de alto rendimiento con capacidad de análisis de inspección de fibra dando una solución portátil.

### ¿Cómo funciona?

Tener un par de hilos alternos realmente no tienen ningún uso si no existe un sistema de control automático que seleccione cual par de hilos usar, si el de la Autopista 5 (Ruta actual) o el de las vías férreas (Ruta Alternativa), es aquí donde entra en escena una tarjeta llamada OLP (*Optical Line Protection*), esta tarjeta se instalara en los equipos DWDM de las localidades antes mencionadas y será la encargada de elegir cual ruta tomar como activa. Esto lo hará censando los niveles de potencia de ambas rutas al mismo tiempo tanto la activa (iluminada) como la de *standby*, en el momento que la tarjeta detecte la caída de potencia de la ruta activa inmediatamente conmutará a la ruta *standby* impidiendo que se caiga la comunicación entre ambos nodos.

## **PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE**

Según (Security, s.f.) Integra la inspección y prueba de fibra para una solución eficiente y fácil de usar que promueve las mejores prácticas para el manejo de cables fibra óptica. Mide fácilmente la potencia y certifica automáticamente la condición de cada uno de los hilos que compone el cable óptico, cumple con los estándares definidos por los entes reguladores.

(Estrella, s.f.) Aduce que las topologías de red se caracterizan por ser la forma de representar una red de datos sea físico o lógico y existen varias formas de representarse, las más conocidas son:

- Topología punto a punto: Es la comunicación entre dos puntos finales
- Topología en estrella: Es la conexión de todos los nodos a un nodo central
- Topología en árbol: Es donde la posición física de los equipos se crean en forma de árbol.
- Topología en Malla: Es donde cada nodo está conectado a todos los nodos de la red.
- Topología en anillo: Es una topología de red en la que cada equipo tiene una única conexión de entrada y otra de salida cada equipo tiene un receptor y un transmisor.

Para la implementación de este proyecto se propone una topología en anillo que es la que más se adecua a la solución del problema.

Enlaces redundantes: “Están diseñados para garantizar que las redes continúen funcionando en presencia de puntos únicos de falla, se sufre menos interrupciones dado que la red continúa funcionando en caso de apertura de algún nodo”. (WEB, s.f.)

Este tipo de soluciones se presentan en las grandes empresas prestadores de servicios de telecomunicaciones y en Colombia existen varias como UNE EPM Comunicaciones, CLARO y Movistar las cuales tienen redes en todo el país y para garantizar el servicio implementaron redundancia en sus redes.

# PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE

## 5. DESARROLLO

### 5.1 PLANEACIÓN: GERENCIA DEL PROYECTO

En el año 2012 se implementó una solución de redundancia en el enlace Santiago - Rancagua, el mismo que se busca realizar en este proyecto. En ese momento se instaló una ruta de respaldo con el objetivo de maximizar la disponibilidad de un cliente en específico. En el año 2014 el cliente dejó la compañía y debido a esto se desinstalo todos los elementos ópticos y de conmutación de esa solución.

Actualmente la red de Chile cuenta con una solución de redundancia en anillo donde se transporta y soporta la transmisión con enlaces de fibra óptica entre Santiago de Chile, San Fernando, Talca, Linares y Chillan; localidades que hacen parte del anillo de fibra pero en los últimos meses se han presentado varios eventos naturales y accidentes de tránsito en los enlaces antes descritos, ocasionando vulnerabilidad y en muchos de los casos limitado los servicios de CORE del negocio.

Con la utilización de los avances tecnológicos es posible llegar a esas zonas de difícil acceso, logrando la instalación de elementos que nos permiten propagar las redes y brindar un servicio óptimo para el uso de los consumidores.

Analizando la competencia y otros operadores externos como Claro Chile o Telefónica podemos analizar como ellos prestan el servicio y así crear una estrategia para implementar una solución de óptima calidad y lograr con esto que los usuarios estén satisfechos con el servicio.

El alcance del presente proyecto es el de poder mejorar las condiciones de la capa óptica, física y redundancia de la red actual minimizando el impacto negativo frente a eventos fortuitos, implementando rutas de respaldo por medio de otro

## PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE

proveedor de fibra entre los nodos de Santiago de Chile – Rancagua, Rancagua – San Fernando, San Fernando – Talca, Talca – Linares, Linares – Chillan, para disminuir el tiempo de vulnerabilidad e indisponibilidad de los servicios contratados por los clientes.

### 5.2 ESTUDIO TÉCNICO

En primera instancia se pensó en reubicar los tramos de fibra óptica de los enlaces más afectados, pero por la topología del terreno y por el trabajo que conlleva este procedimiento se elevaba demasiado los costos y sobrepasaba el presupuesto.

En conversaciones con el proveedor de los equipos DWDM y SDH que operan actualmente se acogió una propuesta más sencilla y más rápida, que podría minimizar el impacto de los desastres sobre la infraestructura de fibra.

Para los nodos extremos como Santiago y Chillán solo necesitaran de una tarjeta OLP mientras que los nodos internos necesitaran de dos tarjetas OLP, una que mire para cada lado del nodo.

#### Diseño general de la Solución

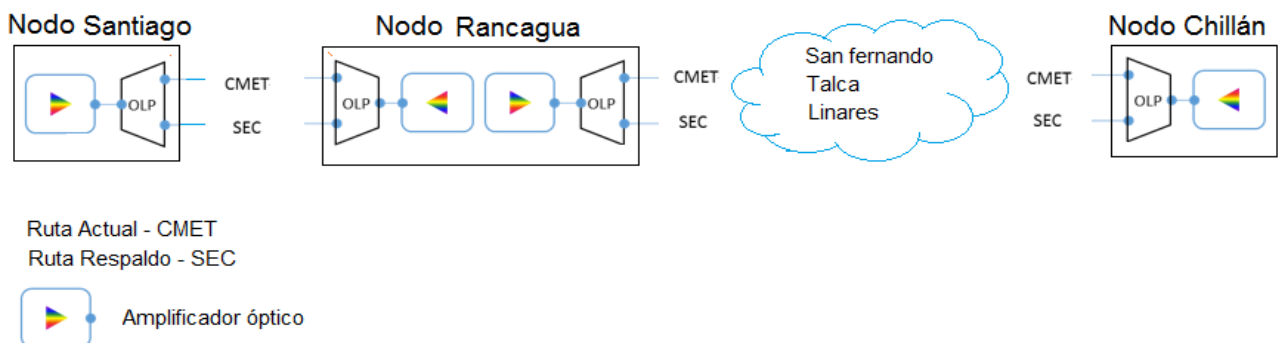


Figura 3. Diseño general de la solución. Fuente: Elaboración propia

# PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE

## 6 ESTUDIO ADMINISTRATIVO Y LEGAL

El proyecto se manejará de forma centralizada desde la oficina principal en Santiago. Se adecuarán un cuarto donde se guardarán las tarjetas de transmisión óptica de repuesto y algunos instrumentos de medida. No se contará con bodegas ya que los enlaces de fibra son tercerizados y se pagará por su alquiler y operación, así que no es necesario grandes espacios.

El tamaño del proyecto está condicionado por la zona donde se presenta la mayoría de cortes por desastres naturales y accidentes de tránsito. Adicionalmente el tamaño se limita por la solución de ingeniería que se le dio al proyecto.

Otro factor importante que se consideró para el tamaño del proyecto fueron los clientes de grandes capacidades de transmisión contratadas como Pacifico Cable, Wom y Loncomilla, y otros más pequeños como Universidad San Sebastián, VTR, Claro entre otros. La mayoría de su tráfico se desagrega en los nodos de Santiago, Linares, San Fernando y Concepción. Estos clientes se han quejado e incluso dieron ultimátum a la compañía de abandonar si continuaban los cortes de servicio, y el tipo de servicio que tienen contratado.

El proyecto se regirá para su implementación del servicio de transmisiones de datos sobre fibra óptica en Internexa S.A bajo los parámetros otorgados en la ley No.18.168 de la subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL) en Chile (SUBTEL, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones SUBTEL, 2017)“Tratándose de concesionarios de servicios intermedios de telecomunicaciones que únicamente provean infraestructura física para telecomunicaciones, sólo les serán exigibles a efectos de obtener, instalar, operar y explotar la concesión, aquellos requisitos que establezca el reglamento dictado



## PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE

al efecto por el Ministerio”, de la cual se rige la ley para la prestación del servicio de transmisiones de datos.

Esta ley es explícita en los términos de la prestación del servicio de Internet, que debe contemplarse en cuanto a parámetros técnicos, financieros, disponibilidad y calidad.

### Indicadores y Métricas

Los KPI que se van a manejar van a ser a nivel de red, nivel de cliente y a nivel de servicio debido a su correlación.

#### Nivel de red

Numero de cortes al mes con o sin afectación de servicio al mes y ponderado

Enlace	Afectación de servicios	Doble Corte, cual?	Duración del corte	Recurrencia al mes	Total hasta la fecha
A - Z	SI - NO	E - F, No Aplica	min	#	#
C - D	SI - NO	M - G, No Aplica	min	#	#

Figura 4. Indicador disponibilidad de Red. Fuente Elaboración propia

Este indicador mostrara la indisponibilidad de los enlaces y la efectividad de las protecciones donde aplique.

#### Nivel de Cliente

Numero de servicios del cliente, Numero de servicios afectados, recurrencia al año

## PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE

Cliente	# servicios	# servicios afectados	Recurrencia en el año
Cliente 1	X	#	#
Cliente 2	Y	#	#
Cliente 3	Z	#	#

Figura 5. Indicador indisponibilidad Servicio. Fuente Elaboración Propia

Permitirá realizar seguimiento de cerca a los clientes que tengan impacto negativo sobre sus servicios.

Nivel de servicio

Servicios afectados, Ingresos afectados, Plan de mejora

Servicios Afectados	Ingresos Afectados (USD)	Plan de Mejora
Sin afectación de servicio para el mes X	\$0	No aplica para el mes de X

Figura 6. Indicador de Mejoras en la Red. Fuente Elaboración Propia

Permitirá hacer seguimiento a los servicios con mayor indisponibilidad y ubicar la causa raíz para implementar planes de mejora

## 7 ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO

Para el proyecto de implementación de la redundancia en la red troncal entre Chillan y Santiago de Chile, la inversión estará financiada por recursos propios de la empresa.

## **PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE**

Sobre la inversión realizada La empresa busca la consolidación en el sector a través de la calidad y estabilidad sobre el servicio ofrecido, por lo cual se debe considerar lo siguiente:

### **Inversión necesaria**

La Inversión inicial es de 121.360.86 USD. Esta inversión está respaldada por los contratos de servicio existentes y con la redundancia implementada se espera ampliar la cantidad de clientes sobre el enlace; aumentando la base de clientes se espera tener un mayor Arpu y el retorno de la inversión en 3 años.

### **Costos de operación de la red**

Dichos costos están elevados por la cantidad de eventos que se han generado en el enlace troncal y que obligan a trabajar en horarios extraordinarios generando un aumento del costo de la operación. Se espera con este proyecto disminuir la interrupción de servicios por los eventos generados.

### **Proyección financiera**

El enlace cuenta con 81 Clientes corporativos en total, promediando los ingresos por 1.000.00 USD cada uno nos da un ingreso mensual de 81.000.00 USD. (Internexa, 2016)

Con la realización del proyecto y el mejoramiento de la calidad del servicio ofrecido se espera aumentar en un 20% los clientes corporativos el primer año, un 30% el segundo año y un 40% al tercer año. Cumpliendo con la proyección en el tercer año se espera contar con ingresos anuales en la orden de los 384.000.00 USD.

La inversión en USD está repartida así:

10 Tarjetas OLP.....	\$4.000
3 Tarjeta OLP repuesto.....	\$12.000
30 Elementos pasivos (Patchcords y conectores)...	\$3.300

## PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE

Construcción de Ultimas Millas en los 5 nodos..... \$50.000

Personal técnico de apoyo tercerizados.....\$8.000

Personal especializado proveedor equipos..... \$8.000

CLIENTES NUEVOS ESPERADO	CANTIDAD ANUAL ESPERADA USD	
16	192000	AÑO 1
24	288000	AÑO 2
32	384000	AÑO 3

Tabla 1. Proyección financiera

Valor Presente Neto

INVERSIÓN INICIAL	121260 USD
FLUJO DE EFECTIVO AÑO 1	192000 USD
FLUJO DE EFECTIVO AÑO 2	288000 USD
FLUJO DE EFECTIVO AÑO 3	384000 USD
TASA DE DESCUENTO	2%

Tabla 2. Inversiones del Proyecto

VPN	-
	$121260 + (192000 / (1 + 0.02)) + (288000 / (1 + 0.02)^2) + (384000 / (1 + 0.02)^3)$
TOTAL	70173.99

Tabla 3. Calculo del VPN

Al obtener un resultado positivo estimamos que el proyecto es viable.

## 8 IMPLEMENTACIÓN: GERENCIA DEL PROYECTO

Para la puesta en marcha de este proyecto se tendrá en cuenta los lineamientos PMI ya que debido al volumen de actividades, personal involucrado externo e interno y recursos puede llegarse a cometer errores y acarrear retrasos, pérdidas económicas, inconformidades internas e incumplimiento con los clientes.

En primera instancia se tiene definido el alcance, la visión, la misión y los objetivos. El alcance está alineado con los objetivos estratégicos de la compañía, debido que por medio de la PMO (oficina de proyectos) se va a administrar proyectos que la empresa inicie con el objetivo de cumplir sus estrategias.

La solución que se empleara consiste en que cada enlace de fibra óptica que une dos localidades (nodos) por un único cable de fibra, se le agregue otro cable de fibra por una ruta diferente por la que cursa actualmente. El cable de fibra con una ruta alterna será proporcionado por otra empresa que presta el servicio de “*Dark Fiber*” así que serán los equipos DWDM de Internexa los que iluminen este par de hilos.

La empresa EFE (Empresa de Ferrocarriles del Estado) tiene su propia infraestructura de comunicaciones para la señalización de los trenes llamado SEC (SEÑALIZACIÓN, ELECTRIFICACIÓN Y COMUNICACIONES). Esta empresa será la encargada de suministrar los hilos de fibra que se usaran como respaldo. Adicionalmente se encargará de construir las últimas millas para que la fibra llegue a cada uno de los nodos donde se encuentran los equipos de Internexa.

# PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE

## 8.1 ETAPAS DEL PROYECTO

### Iniciación - Planificación

En el Inicio y Planificación del proyecto, analiza el alcance de la solución, identifica los riesgos y controles del proyecto, solicita los recursos requeridos y construye el plan de trabajo asociado. Se da el arranque oficial del proyecto.

### Ejecución - Seguimiento y Control

En la Ejecución realiza reuniones de inicio y empalme con las áreas, Proveedores y Aliados involucrados, realiza monitoreo y seguimiento al plan de trabajo y los riesgos del proyecto, interventoría, recepción y pruebas de servicios y equipos que componen la solución.

## 8.2 Estructura WBS

### 1 PROYECTO ACTIVACION PROTECCION SEC

#### 1.1 Fase I Inicio

1.1.1 Project Charter 18/03/2017, *Gerente proyecto*

1.1.2 Acta reunión de aprobación 24/03/2017, *Depto. desarrollo Internexa Chile*

1.1.3 Documento de aprobación 28/03/2017, *Director desarrollo Internexa Chile*

#### 1.2 Fase II Diseño

1.2.1 Diagrama de red DWDM de Chile actualizado 04/04/2017, *Ingeniero de O y M*

1.2.2 Manual funcionamiento y configuración tarjetas OLP 05/04/2017, *Personal ECI - Ing.- O y M*

## **PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE**

1.2.3 Diagrama de conexiones internas de los equipos actualizado 07/04/2017, *Personal ECI - Técnicos de Campo-Ing. O y M*

1.2.4 Planos de trayectoria de rutas de UK 13/04/2017, *Proveedor de fibra - Ing. O y M*

### **1.3 Fase III** Req. Adquisiciones

1.3.1 Listado elementos pasivos 18/04/2017, *Proveedor ECI - Ing. O y M*

1.3.2 Listado elementos Activos 18/04/2017, *Proveedor ECI - Ing. O y M - Ing. NOC*

1.3.2.1 CD de instalación software Lightsoft de monitoreo *Ing. NOC*

### **1.4 Fase IV** Implementación

1.4.1 Documento de aceptación de las UK instaladas 25 /04/2017, *Ing. O y M - Gerente de Proyecto - Proveedor SEC*

1.4.2 Documento de confirmación de instalación de software Lightsoft de monitoreo en NOC 27/05/2017, *Ingeniero NOC - Proveedor ECI*

1.4.3 Instalación tarjetas OLP en nodos 29/05/2017, *Técnico campo - Proveedor ECI*

### **1.5 Fase V** Inicio Pruebas

1.5.1 Documento formal sobre pruebas de conmutación realizadas con registro fotográfico de potencia óptica de entrada y de salida de cada uno de los puertos de la tarjeta. 01/05/2017, *Gerente proyecto – Proveedor ECI*

1.5.1.1 Pruebas tarjetas OLP por nodo, de Santiago hasta Chillán 02/05/2017, *Técnico campo - Proveedor ECI- Gerente proyecto*

1.5.1.2 Pruebas realizadas en los enlace desde Santiago hasta Chillán. Las pruebas incluyen ping sostenido 04/05/2017, *Técnico campo - Proveedor ECI- Gerente proyecto-Proveedor SEC*

1.5.2 Documento formal de pruebas de conmutación realizadas desde software de gestión de tarjetas OLP 05/05/2017, *Proveedor ECI - Ing. Noc*

# PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE

## 1.6 Fin Obra

1.6.1 Diagrama final red DWDM Chile actualizado 05/05/2017, *Gerente Proyectos -Ing. O y M*

1.6.2 Informe general de pruebas de conmutación realizadas en los enlaces desde Santiago hasta Chillan 08/05/2017, *Gerente Proyectos -Ing. O y M- Proveedor ECI*

1.6.3 Documento de aceptación de los planos de los trayectos de rutas de las UK 10/05/2017, *Proveedor SEC - Gerente proyectos*

1.6.4 Documento con evidencia fotográfica de 2 tarjetas OLP de repuesto con número de serie en cada uno de los nodos del proyecto 12/05/2017, *Ing. O y M - Técnico de campo.*

## 8.4 PRUEBAS Y RESULTADOS

Para las pruebas iniciales se realiza forzado lógico mediante software, es decir, mediante el software de gestión de las tarjetas OLP se realiza la conmutación del enlace para la ruta de respaldo y viceversa con un ping sostenido de 2000 paquetes. Las pruebas se realizan en los cinco enlaces involucrados.

Prueba	SCL-RAN	RAN-SFD	SFD-TLX	TLX-LIN	LIN-CHI
<b>1 Forzado lógico</b>					
<b>1.1 Forzado lógico Nodo A</b>					
1.1.1- Forzado lógico a <i>Protection</i> (Nodo A) / Prueba ping	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
1.1.2- Retiro forzado lógico (Nodo A) / Prueba ping	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
1.1.3- Forzado lógico a <i>Main</i> (Nodo A) / Prueba ping	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
1.1.4- Retiro forzado lógico (Nodo A) / Prueba ping	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
<b>1.2 Forzado lógico Nodo B</b>					
1.2.1 Forzado lógico a <i>Protection</i> (Nodo B) / Prueba ping	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
1.2.2- Retiro forzado lógico (Nodo B) / Prueba ping	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
1.2.3- Forzado lógico a <i>Main</i> (Nodo B) / Prueba ping	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
1.2.4- Retiro forzado lógico (Nodo B) / Prueba ping	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass

Figura 7 Prueba Conmutación Lógica. Fuente: Elaboración propia



# PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE

## 8.4 ORGANIGRAMA, PERFILES Y RESPONSABILIDADES

Se realizó un organigrama del proyecto, un cuadro con el personal necesario para la implementación y posterior mantenimiento del servicio, y una tabla con los roles y responsabilidades del equipo de trabajo.

### ORGANIGRAMA DEL PROYECTO

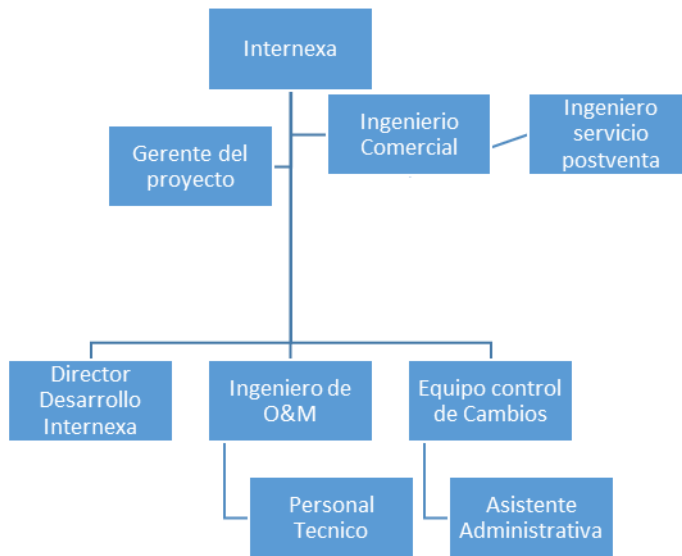


Figura 8. Organigrama del proyecto. Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Perfiles y Responsabilidades

Rol	Perfil	Responsabilidades
<b>Sponsor (Internexa)</b>	Accionistas de la compañía	<ul style="list-style-type: none"><li>• Decide sobre recursos humanos y materiales asignados al proyecto.</li><li>• Decide sobre modificaciones a las líneas base del proyecto.</li><li>• Asignar los recursos al proyecto.</li></ul>

## PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Designar y empoderar al gerente del proyecto.</li> <li>• Decide sobre planes y programas del proyecto.</li> </ul>
<p><b>Gerente de proyectos</b></p>	<p>Ingeniero con amplia experiencia en manejo de proyectos Telecomunicaciones, con Especialización en gerencia de proyecto , preferiblemente PMP Certificado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantizar el cumplimiento de los requerimientos del proyecto.</li> <li>• Asistir a las reuniones convocadas por el área que ejerce control de ejecución del contrato. Dar respuesta oportuna y resolver las inconformidades que se presenten durante la ejecución del proyecto</li> <li>• Asegurar que el personal cuente con los elementos necesarios para el cumplimiento de las actividades a realizar.</li> <li>• Entregar informes de la Gestión del Proyecto.</li> <li>• Preparar y presentar al Comité Ejecutivo cuando lo requiera, las inquietudes y las solicitudes de cambio requeridas por las diferentes áreas, previamente aprobadas por el equipo de control de cambios, para su estudio.</li> <li>• Dar su visto bueno a los entregables en cada etapa, sobre los avance del proyecto, cambio del alcance del proyecto y trámite de cualquier documento requerido durante el desarrollo del proyecto.</li> </ul>

## PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proponer soluciones ante situaciones de conflicto entre las áreas.</li> </ul>
<b>Ingeniero Comercial</b>	Ingeniero con experiencia en ofertas de servicios Corporativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestionar con clientes las estrategias de ventas del servicio de redundancia en tx teniendo en cuenta las características del mismo.</li> <li>• Controlar la gestión de ventas del servicio de redundancia tx mensualmente.</li> <li>• Gestionar con el área de Soporte la gestión comercial realizada</li> <li>• Administrar los contratos generados</li> </ul>
<b>Ingeniero Servicio Postventa</b>	Ingeniero con experiencia en servicios Corporativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atender y gestionar los reclamos del usuario tanto técnicos como administrativos</li> <li>• Vigilar la calidad de servicio ofrecido</li> <li>• Administración novedades fallas servicio</li> </ul>
<b>Director Desarrollo Internexa</b>	Ingeniero con experiencia en manejo de Core	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se encarga de coordinar con el equipo de trabajo y se responsabiliza de la ejecución del proyecto.</li> <li>• Evaluar que los tiempos de entrega se cumpla de acuerdo al cronograma establecido</li> <li>• Encargado de que se realicen las configuraciones en los equipos.</li> <li>• Coordinar con las áreas los requerimientos para adelantar la configuración de la Solución y los ajustes, para que se realicen en los tiempos establecidos</li> </ul>
<b>Ingeniero de</b>	Ingeniero de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar los planos de disposición de</li> </ul>

## PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE

<p><b>Operación y Mantenimiento</b></p>	<p>Telecomunicaciones</p>	<p>equipos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar procedimientos para la ejecución de pruebas y registro de resultados.</li> </ul>
<p><b>Equipo Control de cambios</b></p>	<p>Ingeniero en jefe del área técnica, financiero de la compañía, personal de contratación y G.H</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proveer los equipos e insumos requeridos para desarrollar la Solución, con base en lo establecido en el alcance del proyecto</li> <li>• Personal del área técnica de la compañía el cual está verificando la ejecución del proyecto</li> <li>• Se encarga de avalar los cambios que se puedan dar en determinada del proyecto y afecten costo y Tiempo.</li> <li>• Obtener el recurso humano requerido para la participación de las áreas en las diferentes etapas a través de los Gerentes de las áreas.</li> <li>• Determinar el esquema de capacitación más apropiado para la implantación de los procesos y procedimientos construidos</li> <li>• Realizar seguimiento a los planes del proyecto relacionados con actividades internas de las áreas de Internexa requeridos para el funcionamiento de la Solución.</li> <li>• Planear y administrar la parte financiera para operar el proyecto de acuerdo con el presupuesto.</li> <li>• Proveer los canales de comunicación</li> </ul>

## PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE

		<p>requeridos para obtener la información necesaria, participar de las definiciones que vayan adoptando el equipo, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar la estrategia de comunicación y sensibilización del proyecto.</li> <li>• Asegurar la ejecución de la estrategia de formación y capacitación a los usuarios impactados directa e indirectamente por el proyecto.</li> </ul>
<b>Personal Técnico</b>	Técnicos, Tecnólogos eléctricos y Electrónicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adecuar el área técnica para la instalación de equipos, enlaces de fibra, y energía.</li> </ul>
<b>Asistente Administrativa</b>	Asistente, con manejo de herramientas en Word y Excel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar todas la actividades administrativas tales como, redactar las actas, realizar cartas, verificación de recepción de materiales, gestionar el hospedaje, viáticos, etc) para la buena ejecución del proyecto</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

## 6. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los objetivos obtenidos se enfocan en el cumplimiento y ejecución del cronograma de actividades el cual desde el inicio del proyecto hasta el final se han realizado mejoramientos de los procesos con el seguimiento de las actividades previamente estipuladas. El buen cumplir de los compromisos adquiridos de este proyecto nos permitieron cumplir óptimamente con los tiempos estipulados del ciclo de vida del mismo, donde se cuentan con 3 meses para el montaje, la constante supervisión y monitoreo desde la gerencia de proyectos, la optimización de las herramientas y recursos ha sido posible el cumplimiento de esta etapa de implementación y su puesta en funcionamiento culminada el pasado 25 abril, es importante resaltar la calidad del mismo y de todos sus componentes desde la infraestructura e ingeniería de detalle, hasta las pruebas y la aplicación de lo aprendido como especialistas en gerencia de proyectos en telecomunicaciones.

Con el avance de las tecnologías y la buena implementación de estos recursos se logra mejorar y actualizar procesos que permiten tener la información constante y actualizada lo cual es de gran importancia para la empresa y aún más para los clientes finales.

La optimización de recurso y la sincronía de tareas con los mismos contratistas, el enfoque general de todas las personas que de algún modo están involucrados con este proyecto hacen que todo fluya y se mejore significativamente el ritmo de trabajo.

Hoy con nuevos enfoques sin dejar a un lado su negocio de transporte de información se adapta con un nuevo portafolio de productos ofreciendo servicios de Datacenter y Cloud, los cuales generará de la mano con aliados estratégicos experiencia en nuevos mercados, creando oportunidades de generación de valor, como agilidad en los procesos de cambio, reducción de costos, disminución de complejidad en arquitecturas de TI, focalización de recursos a nuevos productos,

## **PROTECCIÓN CAPA ÓPTICA EN ENLACES DWDM EN SANTIAGO DE CHILE**

apalancamiento en conocimiento y competencias de terceros, e innovando, dando cabida a iniciativas que antes eran complejas.

El uso de herramientas tecnológicas debe de estar al orden del día nos ayudan a mejorar procesos, a consolidar información, podemos decir que el usos de aplicaciones y gestores (ONLINE) nos permiten tener información constante y actualizada que es vital para el monitoreo de alarmas y programación de mantenimientos tanto correctivos como preventivos.

Gracias a esta solución, se puede lograr una ventaja competitiva frente a los otros operadores al brindar a los usuarios un servicio de alta disponibilidad y eficiente.

Con esta Implementación se abre la posibilidad de ofrecer nuevos portafolios de datos, con unas tarifas y/o planes más flexibles y atractivos.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

### Trabajos citados

- Chile, M. d. (21 de Abril de 2017). *SUBTEL*. Obtenido de <http://www.subtel.gob.cl/estudios-y-estadisticas/internet/>:  
<http://www.subtel.gob.cl/estudios-y-estadisticas/internet/>
- Estrella, J. (s.f.). *Topología en anillo*. Obtenido de <http://jorge-star.galeon.com/ANILLO.html>
- Internexa. (2016). *Cuentas Corporativas - Gobierno y Telcos*.
- Millan, R. (s.f.). *CONSULTORÍA ESTRATÉGICA EN TECNOLOGÍAS*. Obtenido de <http://www.ramonmillan.com/tutoriales/sdh.php>
- S, E. F. (s.f.). *Redes De Fibra Optica*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/ioliasa/redes-de-fibra-optica>.
- Security, L. f. (s.f.). *SmartClass Fiber OLP-87 PON Power Meter*. Obtenido de <http://www.viavisolutions.com/es-mx/node/54511>.
- SUBTEL. (24 de Abril de 2017). *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=29591>
- SUBTEL. (20 de Abril de 2017). *Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones*. Obtenido de Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones: [http://www.subtel.gob.cl/wpcontent/uploads/2016/12/PPT\\_Series\\_DICIEMBRE\\_2016\\_V3.pdf](http://www.subtel.gob.cl/wpcontent/uploads/2016/12/PPT_Series_DICIEMBRE_2016_V3.pdf)
- SUBTEL. (20 de Abril de 2017). *Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones SUBTEL*. Obtenido de [http://www.subtel.gob.cl/wp-content/uploads/2016/12/PPT\\_Series\\_DICIEMBRE\\_2016\\_V3.pdf](http://www.subtel.gob.cl/wp-content/uploads/2016/12/PPT_Series_DICIEMBRE_2016_V3.pdf):  
[http://www.subtel.gob.cl/wp-content/uploads/2016/12/PPT\\_Series\\_DICIEMBRE\\_2016\\_V3.pdf](http://www.subtel.gob.cl/wp-content/uploads/2016/12/PPT_Series_DICIEMBRE_2016_V3.pdf)
- WEB, P. (s.f.). *Programo WEB*. Obtenido de <http://programoweb.com/topologia-redundante-y-spanning-tree/>