

## **EMPRESA PROPIETARIA DE LA RED S.A.**

### **III Reunión del Grupo de Trabajo de Telecomunicaciones.**

**San José, Costa Rica, 8 noviembre del 2004**

#### **1. ACTO INAUGURAL**

El Ingeniero José Enrique Martínez Alberó, Gerente General de EPR, dio las palabras de bienvenida y de agradecimiento a los participantes por el esfuerzo de asistir a esta III Reunión del Grupo de Trabajo de Telecomunicaciones

#### **2. AGENDA Y PARTICIPANTES**

El Ing. Orlando Martínez, moderador de la Reunión, presentó la Agenda a desarrollar, la cual consiste básicamente en la exposición del Informe Final de la Consultoría para la definición de los Aspectos Técnicos del Cable OPGW desarrollada por Ing. Camilo Afanador, la Agenda se adjunta como Anexo No.1.

La reunión fue realizada con la participación de los representantes de todos los países integrantes del SIEPAC. La lista de participantes en la reunión se adjunta como Anexo No. 2.

#### **3. DESARROLLO DE LA REUNION**

El Ingeniero José Enrique Martínez A. hizo una breve exposición sobre los antecedentes de la consultoría, mencionó que en reuniones anteriores el Grupo de Trabajo de Telecomunicaciones recomendó la elaboración de estudios que determinara la cantidad de fibras y equipamiento mínimo necesario para el cable OPGW del Proyecto SIEPAC, con el fin de incluir las especificaciones técnicas en los documentos de licitación de la construcción de la línea de transmisión SIEPAC.

Acto seguido el Consultor Individual, Camilo Afanador, realizó una extensa exposición de los resultados del estudio que se muestran en el Anexo No. 3.

A lo largo de su presentación, los asistentes tuvieron la oportunidad de intervenir solicitando aclaraciones y sugiriendo observaciones de carácter técnico que se pidió que fueran incluidas en el Informe Final de la Consultoría

Entre los resultados más importantes del Estudio y a manera de resumen se tiene las siguientes conclusiones:

1. Número de Fibras:
  - i. Para la operación eléctrica 12 fibras monomodo estándar.
  - ii. Para propósitos de telecomunicaciones comerciales 24 fibras monomodo NZD (Non Zero Dispersión)

Como opción el consultor sugiere solicitar en la licitación que se coticen 12 fibras NZD más.
2. El equipamiento a incluir en la licitación de la línea será el mínimo y consistirá en la instalación de los equipos terminales de distribución en los pórticos de llegada a las subestaciones y en cada tramo de línea Panaluya – Río Lindo y Cañas – Ticuantepe se requerirá la instalación de amplificadores en algún punto intermedio en vista de que dichos tramos superan los 250 kilómetros.
3. Es necesario para lograr la continuidad, confiabilidad y redundancia de las comunicaciones cerrar los siguientes tramos:
  - i. Guate Este – Guate Norte
  - ii. Río Lindo – Torre T (hacia el Cajón)
  - iii. Agua Caliente – Suyapa (Tegucigalpa)
  - iv. Suyapa – Torre T

Después de una amplia discusión de la presentación del Consultor se acordó incluir dentro del Informe las recomendaciones siguientes:

- a) Capacitación en la instalación y mantenimiento de cables OPGW, para las empresas socias de EPR, que estarán a cargo de mantenimiento de las redes de Fibras Ópticas.
- b) Sobre suministros mínimos por parte del contratista de líneas de repuestos de Cable tipo OPGW como los siguientes:
  1. Cable OPGW 7 %, el cual se distribuirá en función a las longitudes de línea de cada país.
  2. Empalmadora con alineamiento automático del núcleo una (1) por país.
  3. Instrumentos de prueba reflectometría óptica dominio tiempo (OTDR), fuentes de luz, medidores de potencia e instrumentos de mantenimiento.
  4. Otros.
- c) Cerrar los puntos que se requieran para lograr confiabilidad y redundancias. Para esto EPR tendrá que convenir con los socios involucrados la manera de lograrlo.

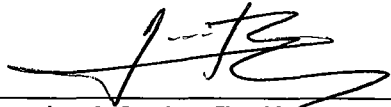
- d) Técnicas sobre sistema redundante a la Fibra Óptica para la operación del Sistema Eléctrico. (PLC, Microonda, etc.). Esta recomendación será definida en detalle en la consultoría del diseño de los puntos de llegada.
- e) Hacer recomendación técnica sobre equipos de telecomunicaciones a instalarse en ambientes eléctricos.
- f) Que los ODF (Distribuidores Ópticos) se recomienden entre 96 y 144 espacios, en función de los puntos de redundancia.
- g) Recomendaciones técnicas sobre algún tipo de Sistema Troncalizado para facilitar el mantenimiento de la Línea.
- h) Se concluye que pasar del cable de 24 Fibras Ópticas a 48 Fibras Ópticas cuesta alrededor de US\$ 1.5 millones adicionales.
- i) El suministro del cable de acometida a cada subestación tiene que ser parte del alcance del contrato de líneas.
- j) Se recomienda que los métodos de mantenimiento del sistema OPGW se quedara dentro de la adecuación de subestaciones.
- k) Se recomienda que los accesos a los sitios de empalme estén habilitados en cualquier época del año, la caja de empalme deben ser antibalas y antihumedad y los empalmes con alineamientos de núcleo.
- l) Se recomienda que los equipos de medición y herramienta usados durante el montaje del OPGW pase a propiedad de la EPR, que lo distribuirá a las empresas socias encargadas de los mantenimientos, también se le solicitara al contratista que entregue los equipos adecuadamente calibrados.
- m) Recomendar que la EPR además de poseer la Fibra Óptica, sea también dueña de los equipos terminales de transporte de las señales, para que no dependa de otros operadores.
- n) El equipo de telecomunicaciones a instalar en las subestaciones debe cumplir con los requerimientos de compatibilidad electromagnética (EMC).
- o) Que el Consultor recomiende algunos lineamientos generales respecto al tipo de negocios a implementar para la explotación de la capacidad recomendada del cable OPGW.

En este aspecto se comento lo siguiente:

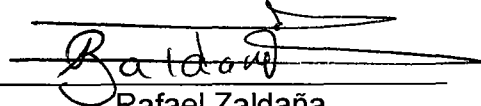
- Buscar la asesoría del INCAE para que en un Seminario-Taller de capacitación conjunto con el Grupo de Telecomunicación, se definan las líneas generales del negocio.

- Analizar el impacto del TLC (CAFTA) en el negocio de las telecomunicaciones.
  - Por medio de COMTELCA se podrá lograr acercamiento al INCAE.
  - EPR comentó que planea la contratación de un consultor para definir el tipo de negocio en que incursionara, y que espera que los TDR para ello estén listos en dos meses.
  - El consultor apuntó que el plan de negocios a definir requerirá un esfuerzo multidisciplinario que integre los aspectos técnicos, financieros, comerciales, mercado, regulación, etc...
- p) En relación al tramo de doble circuito en El Salvador, su representante informó que se está analizando la mejor opción, tomando en cuenta la independencia en la operación, los nuevos elementos mencionados por el consultor y participantes en cuanto al tema de redundancia, seguridad y económico, se menciona que posteriormente ETESAL notificara a la EPR sobre la decisión tomada.
- q) El consultor enviará el documento final el día 17 de noviembre para su revisión y observaciones, los integrantes del Grupo de Trabajo enviarán las observaciones el día 22 de noviembre, el consultor enviará el documento de la versión final el día 25 de Noviembre
- r) El Grupo de Trabajo de Telecomunicaciones se mantendrá vigente para dar soporte a las siguientes etapas que EPR tiene planificadas con relación al uso de la capacidad remanente del cable OPGW del Proyecto SIEPAC.

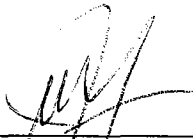
III Reunión del Grupo de Trabajo de Telecomunicaciones EPR.



José Carlos Farfán  
INDE - Guatemala



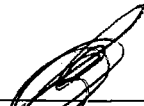
Rafael Zaldaña  
ETESAL - El Salvador



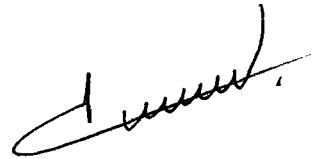
Jaime Moreno  
CEL - El Salvador



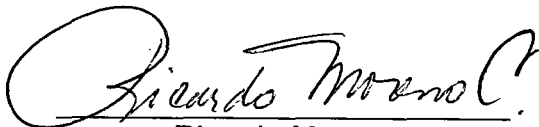
German Flores  
ENEE - Honduras



Eugenio Caza Herdocia  
ENTRESA - Nicaragua



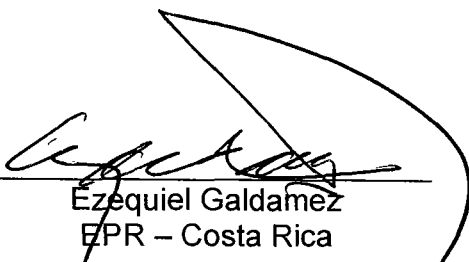
Fernando Masis  
ICE - Costa Rica



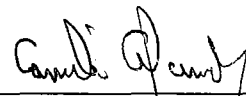
Ricardo Moreno  
ETESA - Panamá



Julio Ho  
ETESA - Panamá



Ezequiel Galdamez  
EPR - Costa Rica



Camilo Afanador  
Consultor

# Anexo 1

**III Reunión del Grupo de Trabajo de Telecomunicaciones EPR.  
San José, Costa Rica, 30 abril del 2004  
8:00 a 18:00 horas**

**AGENDA PARA LA REUNION FINAL**

**Mañana 8:00 12:30 horas**

1. PRESENTACIONES (1/2 hr)
2. ANTECEDENTES (1 hr)
  - Objeto de la consultoría
  - Estudios previos
  - Situación actual
  - Perspectivas del proyecto de fibra óptica
3. DISEÑO BASICO (1 1/2 hrs)
  - Consideraciones de diseño
  - Escenarios
  - Configuración de la red de cables
  - Dimensionamiento
  - Equipamiento
  - Costos

**Tarde 14:00 – 18:00 horas**

4. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL CABLE OPGW (1 1/2 hrs)
  - Alcance
  - Cable de fibras
  - Accesorios de montaje
  - Equipos básicos
  - Requisitos suministro, pruebas, instalación, puesta en servicio
5. REQUISITOS TECNICOS DE EQUIPOS (1/2 hr)
  - Elementos ópticos
  - Canalización
  - Interfaces eléctricas
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES (1 hr)
7. Elaboración Ayuda Memoria.

# **Anexo 2**

**III Reunión del Grupo de Trabajo de Telecomunicaciones.  
San José, Costa Rica, 8 de noviembre 2004**

<b>NOMBRE</b>	<b>PAIS</b>	<b>EMPRESA</b>	<b>TELEFONO</b>	<b>FAX</b>	<b>E-MAIL</b>
<b>José Carlos Farfán</b>	Guatemala	INDE	502 – 66300389	502 66300365	cfarfan@inde.gob.gt
<b>Rafael Zaldaña</b>	El Salvador	ETESAL	503 – 2116602	503 -2116595	rzaldana@etesal.com.sv
<b>Jaime Francisco Moreno</b>	El Salvador	CEL	503 -2116320	503- 2116321	jmoreno@cel.gob.sv
<b>German Flores</b>	Honduras	ENEE	504 - 2573498		comunic@enee.hn
<b>Eugenio Icaza Herdocia</b>	Nicaragua	ENTRESA	505 – 2787788		eicaza@entresa.com.ni
<b>José Vargas Rivas</b>	Costa Rica	ICE	506 – 2206565		jvargasri@ice.go.cr
<b>Fernando Masís Vargas</b>	Costa Rica	ICE	506 – 2206514		fmasis@ice.go.cr
<b>Carlos Retana Pantoja</b>	Costa Rica	ICE	506 – 2206807		cretana@ice.go.cr
<b>Ricardo Moreno Campos</b>	Panamá	ETESA	507 -2308908	507 2307088	rmoreno@etesa.com.pa
<b>Julio Ho</b>	Panamá	ETESA	507- 207396948	507 2307088	jho@etesa.com.pa
<b>Jose Enrique Martínez A.</b>	Costa Rica	EPR	506 – 2326310		jemartinez@eprsiepac.com
<b>Ezequiel Galdámez Fuerte</b>	Costa Rica	EPR	506 – 2326310		egaldamez@eprsiepac.com
<b>Manuel Chacón Morales</b>	Costa Rica	EPR	506 – 2326310	506- 2964380	mchacon@eprsiepac.com
<b>José Orlando Martínez Mártir</b>	Costa Rica	EPR	506 – 2326310		omartinez@eprsiepac.com
<b>Camilo Afanador</b>	Colombia	Consultor	(57-1)- 6233785		cafanador@us.kema.com

# **Anexo 3**

---

**CONTRATO EPR/CAP-08-L**  
**DEFINICION DEL SISTEMA DE**  
**TELECOMUNICACIONES PARA LA OPERACION**  
**Y EXPLOTACION DE LA FIBRA OPTICA EN**  
**ELSISTEMA ELECTRICO DEL PROYECTO**  
**SIEPAC**

**Reunión Final**

Camilo Afanador M.  
*Consultor*

**Noviembre 8, 2004 - San José, Costa Rica**

11-Nov-04

Sistema de Telecomunicaciones de Fibra Óptica 1  
Sistema Eléctrico del Proyecto SIEPAC

**Objetivo de la Reunión**

**PRESENTAR EL DESAROLLO Y**  
**RESULTADOS DE LA CONSULTORIA**

11-Nov-04

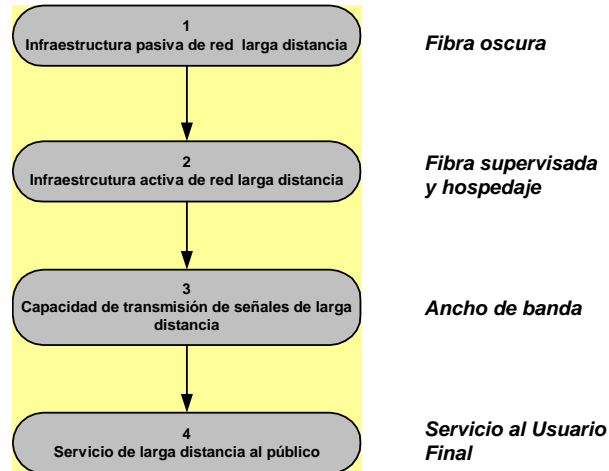
Sistema de Telecomunicaciones de Fibra Óptica 2  
Sistema Eléctrico del Proyecto SIEPAC

- Antecedentes
- Diseño
- Especificaciones del cable OPGW
- Requisitos y especificaciones de equipos en subestaciones
- Conclusiones

- “Análisis de Factibilidad de Mercado de Fibra Óptica Mesoamericana” presentado por José Ricardo Melo en julio de 2002:
  - El proyecto AMI apoyará el desarrollo regional
  - No existe un sistema terrestre de alta capacidad
  - Hay expectativas de alto crecimiento de demanda de tráfico

- “Autopista Mesoamericana de la Información (AMI) Análisis de Elementos Técnicos Económicos Informe Final - Resumen Ejecutivo (Borrador)” presentado por José

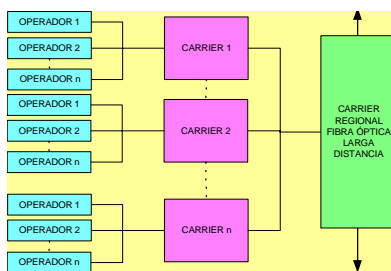
Ricardo Melo:



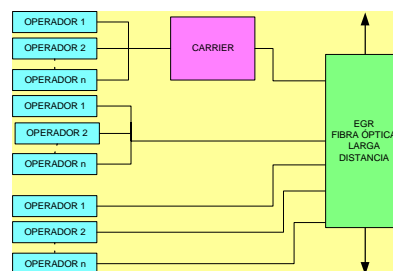
- “ Alternativas para la Autopista Mesoamericana de la Información ” presentado por Ricardo Lombana en enero de 2003:

- Modelo de “ portador de portadores ”
- Constituir una empresa gestora de la red
- Modelo de cable submarino

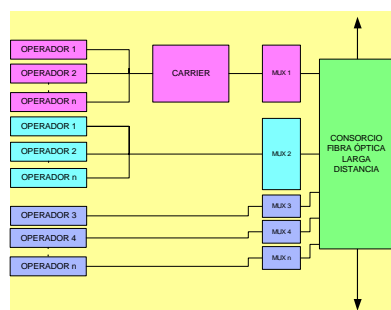
- Informe de Viabilidad Técnica Fibra Óptica presentado por el Ing. Fernando Masís, ICE en abril 2004 (II Reunión):
  - Sustenta expectativas de tráfico
  - Plantea configuración de redes
  - Sintetiza alternativas de negocio



Modelo Portador-Portador



Modelo EGR



Modelo Consorcio (cable submarino)

Tomado del Estudio Preliminar de Red, Cap. II, elaborado por el Ing. Fernando Masís



**Cable ARCOS**, DWDM SDH, 15 Gbps  
Servicios ancho de banda desde 2Mbps  
Submarino, entre ciudades, extremo-extremo

11-Nov-04



**Cable Maya 1**, SDH, 7.5 Gbps  
Servicios ancho de banda desde 2Mbps  
Submarino, entre ciudades, extremo-extremo

Sistema de Telecomunicaciones de Fibra Óptica  
Sistema Eléctrico del Proyecto SIEPAC 9



Source: <http://www.globalcrossing.com/>

**Global Crossing**, DWDM, 20 Gbps  
Multiservicios

11-Nov-04



Source: <http://www.e-emergia.com/index.html>

**EMERGIA**, DWDM, 40 Gbps, Multiservicios

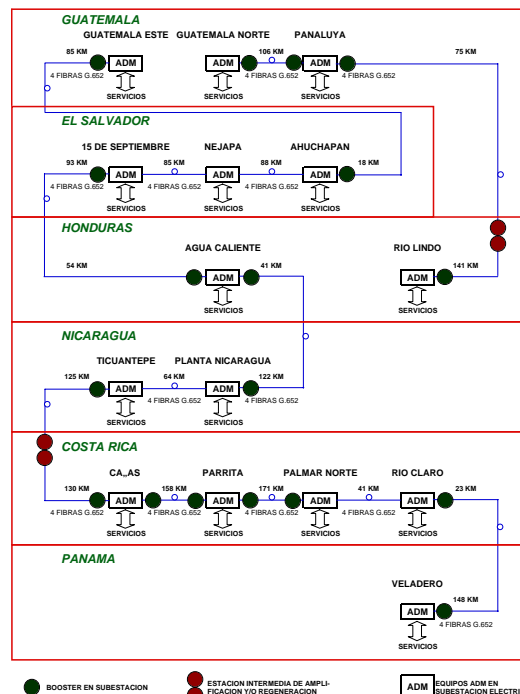
Sistema de Telecomunicaciones de Fibra Óptica  
Sistema Eléctrico del Proyecto SIEPAC 10



- Informes Técnicos
  - Informe N° GT-ITE-009 Versión 1, presentado por José D. Astudillo P. de INGENDESA en enero de 2003
  - Informe Danish Power Consult
  - Informe Final de Definición de los Aspectos Básicos del Diseño de la Línea de Transmisión SIEPAC, presentado por la firma AB Transmission Consult en mayo de 2004

- Documentos de Contratación
  - Concurso EPR-CDB-01-L
    - Consultoría de Supervisión
    - Incluye diseño y especificación del sistema de comunicaciones
  - Licitación EPR/CCL-01-L (en elaboración)
    - Ingeniería de detalle
    - Suministro, pruebas y montaje de cable de guarda OPGW

- Diagrama de Red

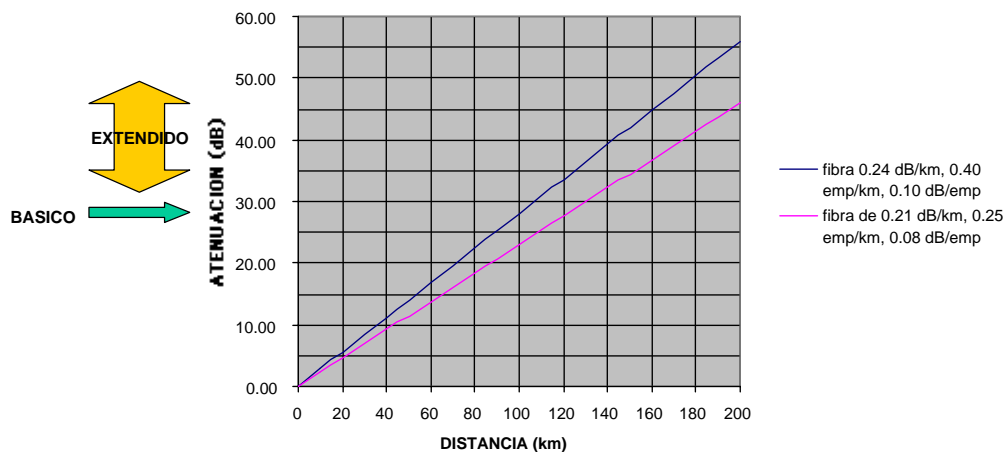


- Número de Hilos
  - Consideraciones
    - La confiabilidad de las redes
    - La independendencia de redes
    - La independendencia de servicios
    - Demanda y vida útil
    - Costos Iniciales y futuros
  - Propuesta
    - Red línea SIEPAC: 12+12 fibras
    - Extensión para explotación comercial: 12 a 24 fibra

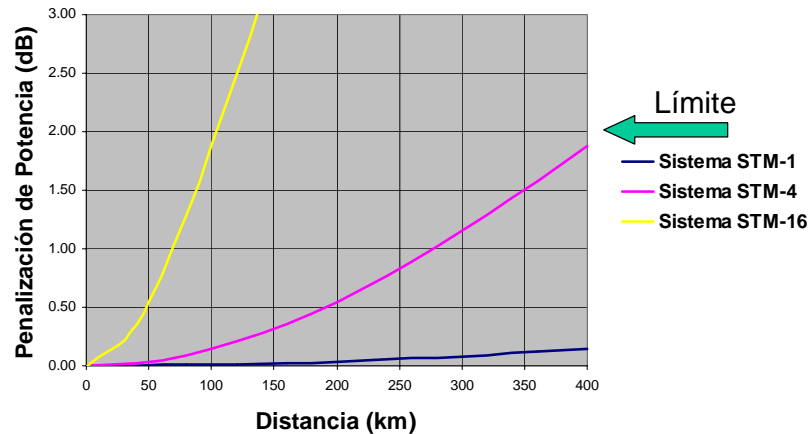
- Tipo de Fibras
  - Red para la línea SIEPAC
    - Capacidad básica: STM-1
    - Distancias: hasta 250 km
    - Inyección y Extracción en todas las subestaciones
    - Reducido crecimiento

- Tipo de Fibras (cont.)
  - Red para explotación comercial
    - Capacidad básica: STM-16 a 64
    - Distancias: hasta 500 km
    - Inyección y Extracción en nodos de país (punto de anclaje)
    - Altas expectativas crecimiento
      - Tráfico
      - Usuarios

- Tipo de Fibras (cont.)
  - Atenuación (propia de la fibra más empalmes)
    - $\alpha \cdot L + N \cdot A_E$



- Tipo de Fibras (cont.)
  - Dispersión Cromática



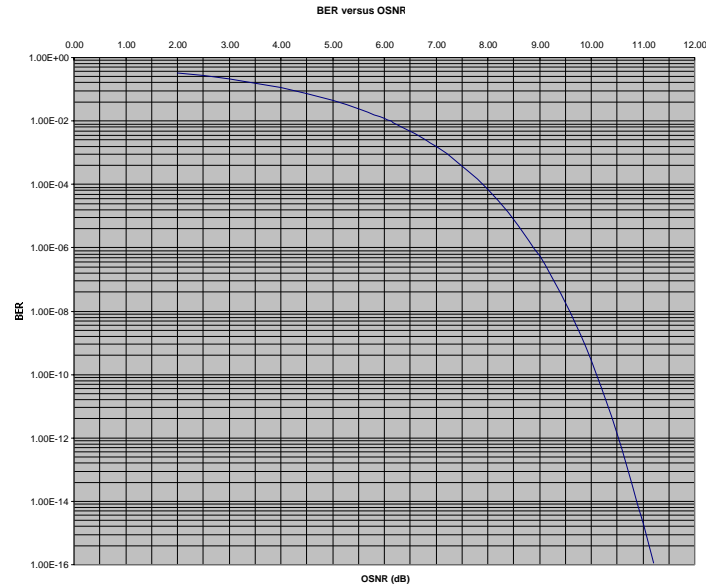
Para láser de 0.1 nm y fibra de 17 ps/nm-km

- Tipo de Fibras (cont.)
  - OSNR (Optical Signal to Noise Ratio)

$$OSNR_{dB} = 58 + P_{in} - A - NF - 10 \log N$$

- Ejemplo de enlace Cañas-Ticuantepé (255 km):
  - Con  $N = 3$  secciones,  $\alpha=0.25$ ,  $A_E=0.1=1$  dB,  $P_{in}=0$ ,  $NF=6$  dB, otras pérdidas 2 dB
  - $OSNR = 27.27$  dB y  $P_r = -22.75$  dBm
- Si en número de secciones se reduce a 2:
  - $OSNR = 14$  dB y  $P_r = -45$  dBm
- Si se utilizan “booster” (mayor  $P_{in}$ ) y preamplificadores (menor  $P_r$ ) podría lograrse la operación con 2 secciones

- Tipo de Fibras (cont.)



– PDM<sub>Q</sub> para sistemas DWDM

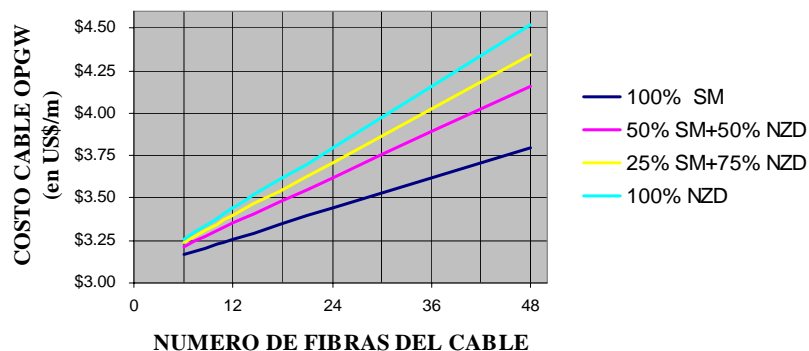
- Tipo de equipos para la red de la línea SIEPAC
  - ADM, SDH, STM-1
  - Protección Multiplexación de Sección con 4 fibras, 1:1
  - Interfaz de servicios
  - Terminales de teleprotección
  - Terminales de telefonía
  - Red LAN
  - Amplificadores/preamplificadores/regeneradores en subestaciones e intermedios
  - ODFs
  - Acometidas cable aislado

- Fronteras
  - Suministro en licitación de la línea SIEPAC
    - Cable OPGW de pórtico a pórtico de subestación
    - Cajas de empalme intermedias y terminales
    - Accesorios de montaje
  - Suministro en la licitación de subestaciones
    - Cable aislado de acometida
    - Distribuidor óptico
    - Equipos ADM e interfaz de servicios
    - Equipos de teleprotección
    - Energía y obras civiles

- Fronteras
  - Otros
    - Acceso a sedes EPR
    - Redes de explotación comercial y/o terceros

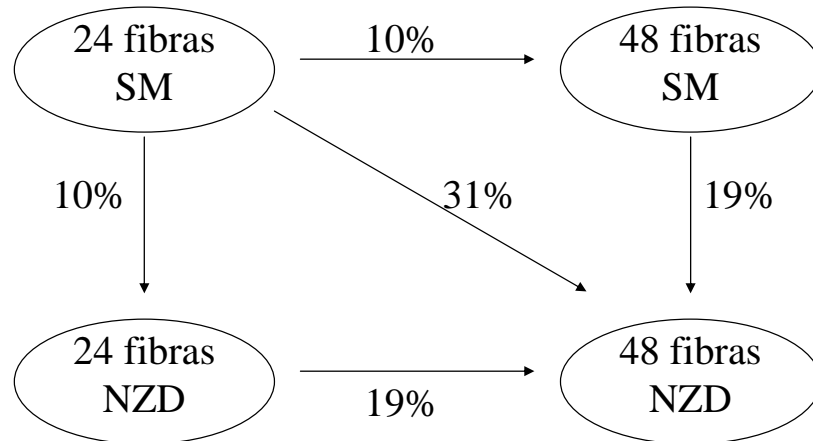
- Extensiones
  - Fibras Guatemala Este – Guatemala Norte
  - Fibras Río Lindo – Central Cajón
  - Enlaces a sedes EPR en cada país
  - Otros enlaces

- Presupuestos
  - Costo cable de guarda convencional
    - US\$ 0.625 por metro
  - Costo cable OPGW



- Presupuestos (cont.)

- Costos incrementales de cable OPGW por cantidad y tipos de fibra

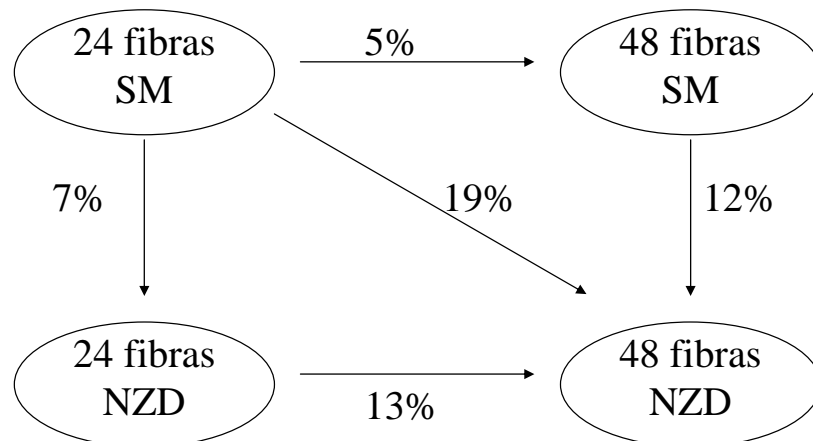


11-Nov-04

Sistema de Telecomunicaciones de Fibra Óptica 27  
Sistema Eléctrico del Proyecto SIEPAC

- Presupuestos (cont.)

- Costos incrementales de proyecto completo OPGW por cantidad y tipos de fibra



11-Nov-04

Sistema de Telecomunicaciones de Fibra Óptica 28  
Sistema Eléctrico del Proyecto SIEPAC

- Presupuestos
  - Cable de guarda convencional

Elemento	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Cable Aluminoweld 7#8	km	1760	\$625	\$1,100,000
Accesorios (herrajes, empalmes, etc.)	km	1760	\$230	\$404,800
Instalación	km	1760	\$425	\$748,000
Otros	km	1760	\$28	\$49,280
<b>TOTAL</b>				<b>\$2,302,080</b>

- Presupuestos
  - Cable OPGW

Elemento	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Cable 12 SM + 12 NZD	km	1760	\$3,620	\$6,371,200
Accesorios (herrajes, empalmes, etc.)	km	1760	\$644	\$1,133,440
Instalación	km	1760	\$3,260	\$5,737,600
Otros	km	1760	\$145	\$255,200
<b>TOTAL</b>				<b>\$13,497,440</b>

Elemento	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Cable 12 SM + 24 NZD	km	1760	\$3,982	\$7,007,968
Accesorios (herrajes, empalmes, etc.)	km	1760	\$708	\$1,246,080
Instalación	km	1760	\$3,260	\$5,737,600
Otros	km	1760	\$145	\$255,200
<b>TOTAL</b>				<b>\$14,246,848</b>

Elemento	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Cable	km	1760	\$4,340	\$7,638,400
Accesorios (herrajes, empalmes, etc.)	km	1760	\$772	\$1,358,720
Instalación	km	1760	\$3,260	\$5,737,600
Otros	km	1760	\$145	\$255,200
<b>TOTAL</b>				<b>\$14,989,920</b>

- Presupuestos
  - Equipamiento Básico de Red

Elemento	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Equipo ADM y Multiplexor (1+1, 4fibras)	estación	15	\$75,000	\$1,125,000
Acometida de cable de fibra (500 m)	acometida	30	\$2,000	\$60,000
Distribuidor Optico	estación	15	\$5,000	\$75,000
Amplificadores (en subestaciones e intermedios)	equipo	22	\$30,000	\$660,000
Sistema de Gestión	Global	1	\$30,000	\$30,000
Estaciones amplificación (container)	contenedor	4	\$10,000	\$40,000
Instalación	Global	15		\$390,000
<b>TOTAL</b>				<b>\$2,380,000</b>
Conjunto adicional de instrumentos de pruebas y mantenimiento	Global	1	\$150,000	\$150,000

- Presupuestos
  - Resumen

Elemento	Valor Total
Costo total de cable de cable guarda convencional	\$2,302,080
Costo total del proyecto mínimo (Equipos básicos más cable OPGW con 12 fibras SM y 12 fibras NZD)	\$15,877,440
Costo total del proyecto básico (Equipos básicos más cable OPGW con 12 fibras SM y 24 fibras NZD)	\$16,626,848
Costo total del proyecto máximo (Equipos básicos más cable OPGW con 12 fibras SM y 24 fibras NZD)	\$17,369,920
Costo adicional ampliaciones de cable OPGW (Guatemala Este - Guatemala Norte y Río Lindo - Central Cajón en cable de 36 fibras)	\$445,780
Costo adicional de instrumentos y herramientas para pruebas y mantenimiento	\$150,000

- Revisión de las Especificaciones de Cable OPGW de los documentos de Licitación EPR/CCL-01-L
  - Sección No. 1: Descripción del Proyecto
  - Sección No. 2: Esquema de Ejecución
  - Sección No. 3: Condiciones Generales del Servicio
  - Sección No. 5: Especificaciones Técnicas para el Diseño final
  - Sección No. 6: Especificaciones para el Suministro
  - Sección No. 7: Especificaciones Técnica para las Obras Civiles y el Montaje
  - Sección No. 8: Pruebas
  - Formularios

- Sección No. 1:
  - Tipo y cantidad de fibras: 12 SM+24 NZD
  - Responsabilidad de diseños y estudios de amortiguamiento
  - Alternativas a cotizar
    - 12 SM + 12 NZD
    - 12 SM + 24 NZD

## ***Especificaciones del Cable OPGW***

- Sección No. 2:
  - Cable de repuesto: 5% (88 km)
- Sección No. 5:
  - Especificaciones eléctricas y mecánicas
    - Diámetro menor a 15 mm
    - Peso menor a .60 kg/m
  - Especificaciones ópticas
    - Según recomendaciones ITU-T
    - Atenuación menor a 0.24 dB/km
    - PMDQ menor a 0.20 ps/ $\sqrt{\text{km}}$  para fibra NZD
    - Atenuación de empalme menor a 0.10 dB

## ***Especificaciones del Cable OPGW***

- Sección No. 5: (cont.)
  - Normas
  - ANSI
  - ASTM
  - IEC
  - IEEE (1138)
  - EIA/TIA
  - ITU-T
  - MIL (muestreo)

- Sección No. 5: (cont.)
  - Requisitos técnicos
    - Cables
    - Fibras
    - Herrajes
    - Cajas de empalme
  - Documentación
    - Antes de fabricación
    - Antes de envío
    - Después de instalación

- Sección No. 5: (cont.)
  - Tendido
    - Comunes a cable de guarda convencional
    - Responsabilidades complementarias
    - Controles y Pruebas en campo
- Sección No. 6:
  - Pruebas completas tipo, de rutina y aceptación según norma IEEE 1138
  - Pruebas de descargas atmosféricas  
NBR

- Formularios: Tabla de CTG

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
<b>1</b>	<b>CABLE DE FIBRA OPTICA OPGW</b>			
1.1	Fabricante			
1.2	País			
1.3	Referencia			
1.5	Fibras ópticas monomodo estándar		ITU-T G.652	
1.5.1	Número de fibras ópticas		12	
1.5.2	Tipo de fibra		Monomodo	
1.5.3	Longitud de onda	nm	1550	
1.5.4	Longitud de onda de corte	nm		
1.5.5	Coefficiente de atenuación a 1550 nm	dB/km	< 0.24	
1.5.6	Dispersión total a 1550 nm	ps/km.nm	<17	
1.5.7	Índice de refracción	µm		
1.5.8	Ancho de banda máximo para transmisión	MHz		
1.5.9	Diámetro de campo monomodo (±10%)	µm	9 a 10	
1.5.10	Material de revestimiento		Acrílico curado con UV	
1.5.11	Diámetro del revestimiento (±2.4%)	µm	125	
1.5.12	Diámetro del revestimiento primario	µm		
1.5.13	Diámetro del revestimiento secundario	µm		
1.5.14	Carga de ruptura de la fibra óptica	N		
1.5.15	Mínimo radio de curvatura admisible de la fibra óptica	mm		
1.5.16	Temperatura máxima			
	a. Rango de operación	°C		
	b. Durante un segundo	°C		

- Formularios (cont.):

1.6	Fibras ópticas monomodo dispersión no nula		ITU-T G.655	
1.6.1	Número de fibras ópticas		24	
1.6.2	Tipo de fibra		Monomodo	
1.6.3	Longitud de onda	nm	1550	
1.6.4	Longitud de onda de corte	nm		
1.6.5	Coefficiente de atenuación a 1550 nm	dB/km	< 0.24	
1.6.6	Dispersión total a 1550 nm	ps/km.nm	< 6	
1.6.7	Índice de refracción	µm		
1.6.8	Ancho de banda máximo para transmisión	MHz		
1.6.9	Modo de dispersión de polarización, PDMq	ps/√km	< 0.2	
1.6.10	Diámetro de campo monomodo (±10%)	µm		
1.6.11	Material de revestimiento		Acrílico curado con UV	
1.6.12	Diámetro del revestimiento (±2.4%)	µm	125	
1.6.13	Diámetro del revestimiento primario	µm		
1.6.14	Diámetro del revestimiento secundario	µm		
1.6.15	Carga de ruptura de la fibra óptica	N		
1.6.16	Mínimo radio de curvatura admisible de la fibra óptica	mm		

## Especificaciones del Cable OPGW

- Formularios (cont.):

1.7	Cable			
1.7.1	Temperatura máxima			
	a. Rango de operación	°C		
	b. Continua	°C	>= 80	
	b. Durante un segundo	°C		
1.7.2	Compuesto del relleno			
1.7.3	Espesor chaqueta interior	mm		
1.7.4	Conformación del cable			detallar en anexo
1.7.5	Diámetro exterior del cable	mm	< 15	
1.7.6	Peso del cable	Kg/m	< 0.6	
1.7.7	Resistencia a la rotura del cable	Kg	6400 a 8725	
1.7.8	Módulo de elasticidad del cable	kN/mm <sup>2</sup>	< 150	
1.7.9	Coefficiente de expansión térmica lineal del cable	/°C	< 17x10 <sup>-6</sup>	
1.7.10	Corriente de corto circuito por 0.3 seg a 35°C del cable	KA	>= 15	
1.7.11	Capacidad de corto circuito del cable	kA <sup>2</sup> *s	>= 68	
1.7.12	Tramo normal de cable por carrete	m	>= 4000	
1.7.13	Vida útil instalado	años	> 30	

## Especificaciones del Cable OPGW

- Formularios (cont.):

<b>2</b>	<b>ACCESORIOS PARA INSTALACION COMO CABLE DE GUARDA</b>			
	a.- Herrajes para retención en torres			detallar en anexo
	b.- Herrajes para suspensión en torres			detallar en anexo
	c.- Amortiguadores			detallar en anexo
	d.- Otros accesorios			detallar en anexo
	Capacidad de corriente de corto circuito de grapas	KA	>= 20	

<b>3</b>	<b>CAJAS DE EMPALME PARA CABLE DE F. O. EN TORRES INTERMEDIAS O PORTICOS</b>			
3.1	Fabricante			
3.2	País			
3.3	Referencia			
3.4	Normas			IEC-144/IP-54
3.5	Capacidad de fibras			>=96
3.6	Material			
3.7	Dimensiones			
	a. Largo	mm		
	b. Ancho	mm		
	c. Alto	mm		
3.8	Pérdidas en la conexión	dB	<=0.1	
3.9	Cierre de protección del empalme			detallar en anexo
3.10	Características físicas			detallar en anexo

## Especificaciones del Cable OPGW

- Formularios: Lista de Materiales

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
<b>BIENES</b>			
1	CABLE OPGW DE 36 FIBRAS OPTICAS, 12 TIPO MONOMODO ESTANDAR ITU-G.652 Y 24 TIPO MONOMODO DISPERSION NO NULA ESTANDAR ITU-T G.655	Km.	1800
2	HERRAJES PARA OPGW	Global	1
3	GRAPAS PARA CABLE OPGW	Global	1
4	AMORTIGUADORES PARA CABLE OPGW	Global	1
5	CAJAS DE EMPALME CON TODOS SUS ACCESORIOS: PIG TAILS, TERMINALES E-2000, ELEMENTOS DE UNIÓN ETC. PARA OPGW	Global	1
6	CAJAS TERMINALES ODF'S PARA TORRE: PIG TAILS, PATCH CORDS, TERMINALES E-2000, ELEMENTOS DE UNIÓN ETC. PARA OPGW - OPGW	Global	1
7	DISTRIBUIDOR OPTICO (ODF) EN BASTIDOR O GABINETE	Unidad	15
8	DEMÁS ACCESORIOS	Global	1
9	DOCUMENTACIÓN (6 juegos en medio impreso y 2 juegos en medio magnético)	Global	1
<b>SERVICIOS</b>			
10	INGENIERÍA DE DETALLE (DISEÑO, INSPECCIONES DE CAMPO, MEMORIAS DE CALCULO)	Global	1
11	INSTALACIÓN CABLE OPGW DEL ITEM 1	Km.	1760
12	PRUEBAS EN FABRICA DE CABLE OPGW Y FIBRA ÓPTICA (TIPO, RUTINA, ACEPTACION)	Global	1
13	ENSAYOS Y MEDICIONES EN SITIO DE RECEPCIÓN	Global	1

11-Nov-04

Sistema de Telecomunicaciones de Fibra Óptica 43  
Sistema Eléctrico del Proyecto SIEPAC

## Requisitos Equipos en Subestaciones

- Aspectos desarrollados

ITEM	DESCRIPCIÓN
1.	DESCRIPCIÓN GENERAL
2.	NECESIDADES DE COMUNICACIÓN
3.	ALCANCE DE LAS OBRAS
4.	CONFIGURACION BASICA DEL SISTEMA
5.	REPUESTOS
6.	INSTRUCCIÓN Y ENTRENAMIENTO
7.	DOCUMENTACION
8.	ESPECIFICACIONES TECNICAS
8.1	NORMAS
8.2	CABLE DE FIBRA OPTICA TERMINAL
8.2.1	Cable
8.2.2	Fibras Opticas
8.3	DISTRIBUIDORES OPTICOS (ODFs)
8.4	EQUIPOS BASICOS
8.4.1	Requisitos Generales
8.4.2	Interfaz de Línea
8.4.3	Interfaces de Servicios
8.5	AMPLIFICADORES DE POTENCIA Y PREAMPLIFICADORES
8.6	ESTACIONES INTERMEDIAS
8.7	SISTEMA DE GESTIÓN
8.8	EQUIPOS DE TELEPROTECCION
8.9	RED LAN
8.10	SISTEMA TELEFONICO
8.11	INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS DE PRUEBA Y MANTENIMIENTO
9.	PRUEBAS

11-Nov-04

Sistema de Telecomunicaciones de Fibra Óptica 44  
Sistema Eléctrico del Proyecto SIEPAC

- Necesidades de comunicación
  - Según estudios previos
  - Por concretarse en la consultoría de Supervisión

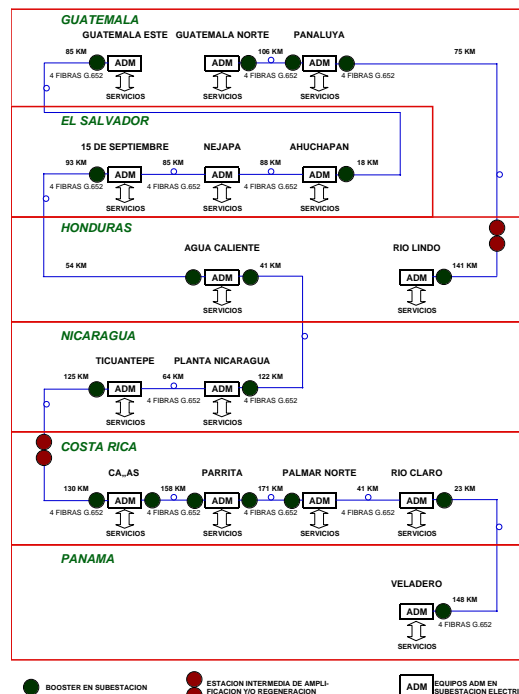
- Alcance
  - Cable de fibra óptica entre cajas de empalmes en pórticos y distribuidor óptico (ODF) localizado en la sala de equipos de telecomunicación de la subestación.
  - Bastidor de subestación conteniendo el distribuidor óptico (ODF) para terminación de las fibras.
  - Equipos terminales optoelectrónicos tipo ADM (Add Drop Multiplexer) SDH (Synchronous Digital Hierarchy) de capacidad STM-1 (Synchronous Transport Module 1, 155 Mbps) para inyección y extracción de canales de para servicios de comunicación. Estos deben incluir la multiplexación hasta nivel de servicios individuales.

- Alcance (cont.)
  - Amplificadores (“boosters”) y preamplificadores ópticos adicionales en sitios de subestación requeridos según diseño detallado del Contratista de los enlaces ópticos entre subestaciones.
  - Amplificadores ópticos adicionales en sitios intermedios indispensables de acuerdo al diseño detallado de enlaces ópticos del Contratista. El Contratista deberá suministrar todas la adecuaciones de infraestructura para instalar estos equipos (contenedores, fuentes de energía, protección contra vandalismo, etc.)
  - Sistema de gestión centralizada de los equipos y servicios de comunicación.

- Alcance (cont.)
  - Equipos de teleprotección.
  - Redes LAN en todas las subestaciones.
  - Un sistema de telefonía IP para comunicación de voz entre todas las subestaciones.
  - Repuestos para los equipos y distribuidores ópticos.
  - Instrumentos y herramientas para mantenimiento de equipos.
  - Instrucción y entrenamiento.

- Alcance (cont.)
  - Se asume que los equipos serán alimentados de bancos de baterías de -48 Vcc confiables de las subestaciones a ser adquiridos como parte de las adecuaciones y que todas las obras civiles de canalizaciones, salas de equipos, aire acondicionado, etc. hacen parte de las obras generales de adecuación de las subestaciones para el proyecto SIEPAC

- Configuración



## ***Requisitos Equipos en Subestaciones***

- Especificaciones del cable de fibra óptica:
  - Tipo aislado, flexible, apto para ambientes de subestaciones eléctricas y recorridos a la intemperie, en cárcamos, canaletas o ductos.
  - Protección mecánica y térmica, así como aislamiento de la humedad
  - Protección anti-roedores, resistente a la intemperie y protección contra el fuego.

## ***Requisitos Equipos en Subestaciones***

- Especificaciones de fibras ópticas
  - Idem a las del cable OPGW
- Especificaciones equipos ADM
  - Según normas ITU-T
  - EMC según IEC 1000 y 255-22
  - Interfaz óptica SMT-1
  - Redundancia elementos críticos
  - Cantidad de interfaces de servicios por definir según estudios Supervisión

- Otros elementos
  - Distribuidores ópticos (96 fibras con patch cords)
  - Conectores (0.25 dB)
  - Estaciones intermedias
  - Sistema de gestión
  - Teleprotección (IEEE 37.94)

- Esquema de Negocios
  - Estudio de mercado
  - Estudio de modalidades de participación de la EPR
  - Plan de negocios
- Aportes de la EPR
  - Ingeniería
  - Gestión de construcción
  - Derechos de vía
  - Mantenimiento del cable

- Tipo de cable OPGW
- Equipamiento para servicio de la EPR
- Extensiones de cable de fibra óptica
- Interfaz con terceros
- Tareas para la consultoría de Supervisión