



MEMORIA TÉCNICA

**Cambio del Hilo de Guarda de
Acero por Cable OPGW con
Fibras Ópticas G.655.C en la
Línea de Transmisión de 138 KV
Santo Domingo – Quinindé**

Quito, Diciembre de 2016



ELABORADO POR:	Ing. Cristian Hernández
REVISADO POR:	Ing. Ramiro Guerrero
APROBADO POR:	Ing. Ramiro Guerrero
VERSIÓN:	v.1

Tabla de contenido

1. OBJETIVOS:	5
2. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES:	5
3. CARACTERÍSTICAS DE LOS NUEVOS CABLES CON FIBRAS ÓPTICAS:	9
3.1 Cable con Fibras Ópticas OPGW.....	9
3.2 Cable con Fibras Ópticas Armado tipo Ducto o Canalizado	10
3.3 Características de las Fibras Ópticas.....	11
3.4 Código de Colores	12
4. HERRAJERÍA, ACCESORIOS DE MONTAJE Y ELEMENTOS PASIVOS:	12
4.1 Elementos de Protección del Cable	13
4.2 Elementos de Retención	14
4.2.1 Conjunto de Retención Pasante	15
4.2.2 Conjunto de Retención Bajante.....	15
4.2.3 Conjunto De Retención Final	15
4.3 Conjunto de Suspensión	16
4.4 Amortiguadores Tipo Espiral.....	16
4.5 Grapas de Bajada de Cables	17
4.6 Balizas de Señalización	17
4.7 Platinas o Soportes para los Herrajes en las Torres	20
4.8 Cajas de Empalme	20
4.9 Distribuidor de Fibras Ópticas ODF	21
5. LOGISTICA Y PLANIFICACIÓN PREVIA AL TENDIDO:	22
5.1 Localización y Replanteo.....	22
5.2 Vías de Acceso	22
5.3 Labores Preliminares.....	23
5.4 Obras de Protección (Pórticos).....	24
5.5 Permisos de Accesos	25
5.6 Señalización Vial	25
5.7 Medidas de Seguridad del Personal.....	26
5.8 Transporte y abastecimiento de los frentes de trabajo.....	26
5.9 Sistema de Comunicaciones.....	28
6. METODOLOGÍA DE CAMBIO DE HILO DE GUARDA Y TENDIDO DEL CABLE OPGW:	28
6.1 Elaboración de Amarres u Ojos	29
6.2 Empoleado	30
6.3 Maquinaria de Tendido	32
6.3.1 Devanadora o Freno	34
6.3.2 Traccionadora o Malacate.....	35
6.3.3 Desenrolladora	35
6.4 Utilización de Guaya o Coordina de Acero	36
6.5 Elementos de Tracción y Anti-giratorios	36
6.6 Precauciones durante el Tendido:.....	37
6.7 Puesta a Tierra.....	39
6.8 Condiciones de viento.....	40
6.9 Templado o Flechado	40
6.10 Engrapado	41
6.11 Instalación de Cable Tipo Ducto para Acometida a las SubEstaciones.....	41
6.12 Desmontaje de Cable ADSS.....	43
6.13 Clasificación de Material Desmontado y Almacenaje	43
7. TRABAJOS ÓPTICOS	45
7.1 Fusiones o Empalmes de Fibra Óptica	45
7.2 Longitud, Correspondencia y Continuidad Óptica del Enlace.....	47
7.3 Coeficiente de Atenuación Óptica del Enlace	47
7.4 Atenuación Bidireccional de Empalmes	47

7.5 Atenuación Total de Terminaciones.....	47
7.6 Atenuación Total del Enlace.....	48
7.7 Configuración de Equipos Instalación de ODFs y Cajas de Empalme	48
7.8 Pruebas de certificación de la Red	51
8 MANEJO DE RECURSOS	52
8.1 Cumplimiento de Plan de Manejo Ambiental.....	52
8.2 Equipamiento Utilizado	53
8.3 Personal Involucrado en el Proyecto.....	54
9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54

Anexo A: Diagrama General del Enlace

Anexo B: Caracterización del Enlace

Anexo C: Cálculo de Atenuación Total del Enlace

Anexo D: Evaluación de Terminaciones:

ODF SE Santo Domingo

ODF SE Quinindé

Anexo E: Control Bidireccional de Atenuaciones en Empalmes

Anexo F: Trazas Reflectométricas:

SE Santo Domingo – SE Quinindé

SE Quinindé – SE Santo Domingo

Anexo G: Medición de Atenuación Total del Enlace

Anexo H: Tablas de Tendido, Estacamiento e Inventario de Materiales

MEMORIA TÉCNICA

CAMBIO DEL HILO DE GUARDA DE ACERO POR CABLE OPGW CON FIBRAS ÓPTICAS G.655 EN LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE 138 KV SANTO DOMINGO – QUININDÉ

1. OBJETIVOS:

- Describir y documentar los Procedimientos y lineamientos seguidos en los trabajos para realizar el Cambio del Hilo de Guarda de Acero por Cable OPGW con Fibras Ópticas G.655.C en la Línea de Transmisión de 138 KV Santo Domingo – Quinindé.
- Calcular los resultados esperados en las Pruebas de Certificación de Red para determinar para operatividad del enlace.

2. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES:

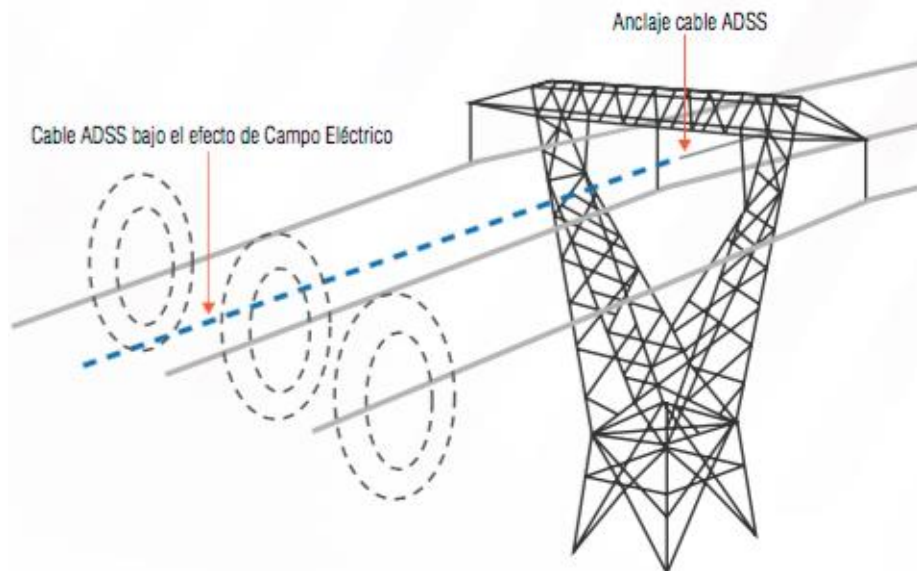
Durante los últimos años se ha incrementado el interés de las Compañías Eléctricas por los cables de tierra que integren hilos de fibra óptica en su interior para su instalación tanto en la construcción de nuevas líneas aéreas como la remodelación de las ya existentes. Esto debido a la posibilidad de combinar en un mismo cable su capacidad de protección de las líneas aéreas de transmisión de energía con la telecomunicación a través de las fibras ópticas. El núcleo de fibras ópticas se aloja en el interior de un tubo de aluminio extruido que proporciona tanto protección mecánica al núcleo óptico como estanqueidad frente a la humedad o penetración de agua. Este tubo de aluminio proporciona a su vez alta conductividad eléctrica necesaria para la disipación de las descargas atmosféricas o cortocircuitos accidentales eventuales.

La Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP, transporta energía eléctrica para el país a través del Sistema Nacional de Transmisión (SNT); parte del SNT es la Línea de Transmisión Santo Domingo – Quinindé, que actualmente transporta el suministro de energía eléctrica a la provincia de Esmeraldas, esta línea de transmisión a 138 kV es de doble circuito, tiene una longitud total aproximada de 82.7 Km que une a las dos subestaciones ubicadas en las ciudades antes citadas.

La LT en mención fue construida hace varios años atrás, la principal ruta de acceso a las estructuras metálicas o torres que soportan la línea es la carretera Santo Domingo – Quinindé - Esmeraldas, ya que las estructuras están construidas en paralelo a la vía, desde esta se desprenden caminos de segundo y tercer orden que permiten acceder a las citadas estructuras. Las plazas de instalación de equipos de tendido (freno o malacate) son desplegadas a lo largo de línea junto a las estructuras, en su parte lateral, separadas una distancia promedio aproximada de 5 Km, que son las distancias de cada “tiro” de tendido y por ende las bobinas de cable. En las estructuras antes descritas se instala también las cajas de empalme, que alojan las fusiones ópticas y dan continuidad al enlace. A continuación se muestra la ubicación de estos sitios:



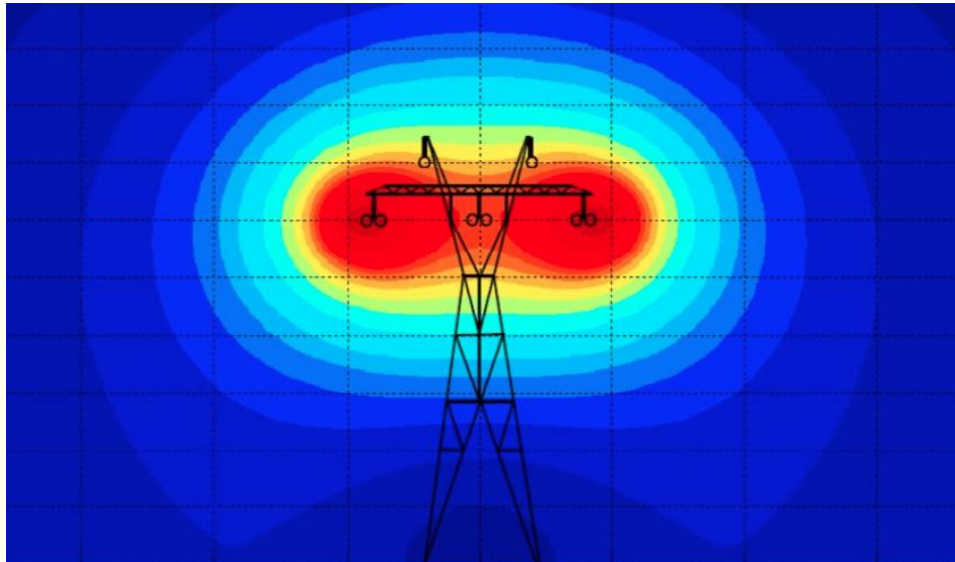
Las Telecomunicaciones en CELEC EP - TRANSELECTRIC, constituyen el pilar fundamental en donde se soportan los servicios para el Sistema Nacional Interconectado (SNI) como son teleprotección, canales de voz y datos en tiempo real. Las actuales necesidades de comunicación y los requerimientos de alta disponibilidad, demandan la utilización de nuevas tecnologías en la transmisión de la información, es por esto que CELEC EP - TRANSELECTRIC cuenta con una red de telecomunicaciones muy robusta, que consiste en un cable con fibra óptica tipo OPGW (Optical Ground Wire) montado sobre las estructuras de transmisión de energía eléctrica (instalación aérea), lo que reduce los inconvenientes producidos por otro tipo de instalaciones y permite ofrecer una disponibilidad muy alta. La disponibilidad anual se ha mantenido sobre el 99.98% ofrecido.



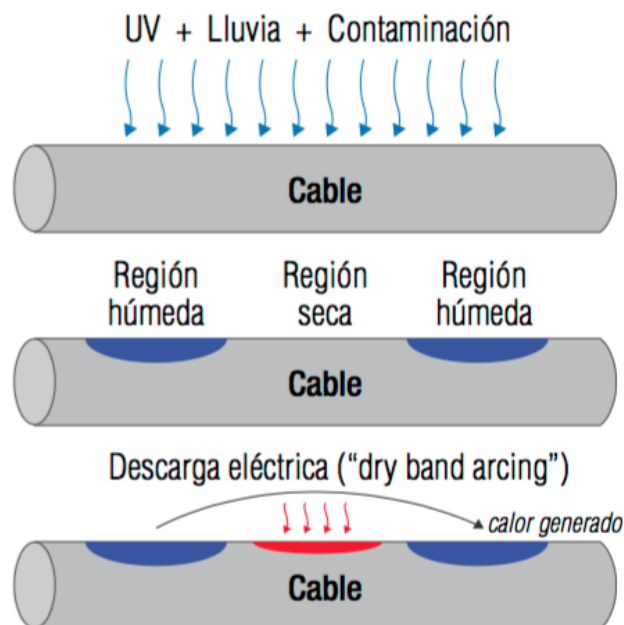
Es posible también la utilización de Cable ADSS o All Dielectric Self Supported (Cable Auto Soportado Completamente Dieléctrico) sobre torres o estructuras que soportan redes eléctricas de Transmisión, esta instalación es posible en Líneas de Transmisión donde no es posible la instalación de cable OPGW debido a problemas para realizar desconexiones en la línea eléctrica, y en el caso de la línea en mención se efectuó este trabajo hace vario tiempo atrás; sin embargo un problema muy común es la erosión de la cubierta externa de los cables

ópticos causada por el efecto *tracking*, en razón de la proximidad con los cables de alta tensión y el campo eléctrico existente.

La exposición del cable al potencial eléctrico generado por la línea de transmisión de energía, sumada al efecto de intemperies (lluvia, radiación solar, etc.) y de la contaminación del ambiente, resulta en el surgimiento de regiones conductoras en la superficie de los cables ópticos.



En esas condiciones, cuando dos regiones húmedas delimitan una región seca intermedia, ocurre el surgimiento de un gradiente de potencial. Entre más grande el nivel de contaminación del ambiente, será más intensa la descarga eléctrica generada entre las regiones húmedas, una vez que las partículas de contaminación depositadas en la superficie del cable incrementan el nivel de corriente eléctrica en el momento de la descarga.



Las pequeñas y constantes descargas eléctricas que surgen entre las dos regiones húmedas, por fin, ocasionan el calentamiento, la quiebra de las cadenas poliméricas y otras reacciones químicas en el material que constituye la cubierta externa de los cables ópticos. Tal efecto es acompañado por cintilaciones luminosas (corrientes de fuga) y acaba formando un "rastros", que es un camino conductor permanente que aparece en la superficie del material aislante. Este es el fenómeno del "Efecto Tracking" también conocido como "Dry Band Arcing",

que acaba dañando el material de la cubierta externa del cable óptico, comprometiendo totalmente su protección.

Tiempo luego de la Instalación se detectó problemas en el cable ADSS debido al efecto antes mencionado y por ende en la estructura de los hilos de fibra óptica contenida en el cable, muchos de ellos sufrieron cortes y atenuaciones bastante elevadas que provocaban que el enlace pierda conectividad entre las estaciones inicial y final; además presentaba serios problemas de seguridad para las plantaciones, poblaciones, cruces de vías de comunicación y redes eléctricas ubicadas bajo la línea ya que el cable podría caer al suelo en cualquier momento.



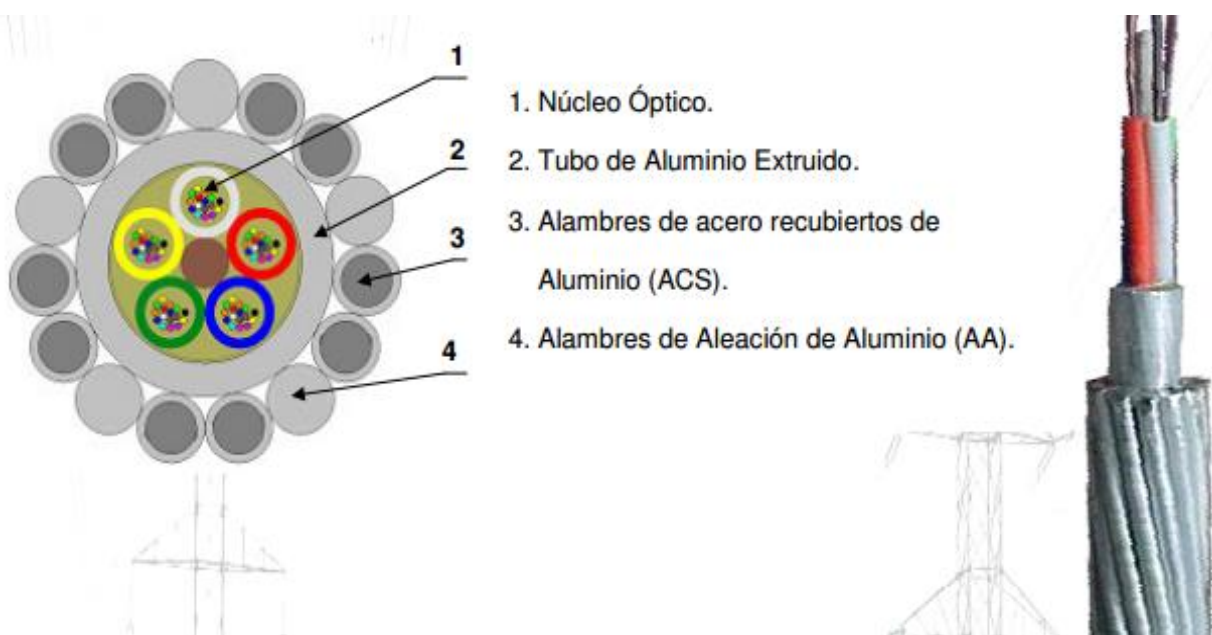
Como se dijo anteriormente la Línea de Transmisión Santo Domingo – Esmeraldas fue construida hace varios años atrás, el Cable de guarda de acero y demás elementos de sujeción e instalación existentes en la Línea, se encontraban a punto de cumplir su tiempo de vida útil presentando riesgos de seguridad para las plantaciones y personas q realizan sus labores cotidianas aledaños al trazado de la línea por lo que además de los problemas antes mencionados y existiendo la posibilidad de realizar la desconexión de un circuito de la LT durante al menos unas horas durante el día se propone iniciar los Trabajos de Cambio de Cable de Acero de Guarda por Cable tipo OPGW con Fibras Ópticas G.652.C, con 48 hilos en su interior distribuidos en 4 buffers contenedores plásticos de fibras distribuidos en 12 hilos en cada buffer.

3. CARACTERÍSTICAS DE LOS NUEVOS CABLES CON FIBRAS ÓPTICAS:

3.1 Cable con Fibras Ópticas OPGW

El nuevo cable OPGW con Fibras Ópticas a ser instalado emula mecánica y eléctricamente las características del hilo de guarda de acero retirado, además fue diseñado para soportar ciertas características de aplicación propias del enlace en servicio como: la longitud de vacío entre estructuras, limitación a la flecha máxima de cable (espacio libre), condiciones ambientales de carga (temperatura, velocidad del viento, etc.), voltaje de la línea adyacente y el número de fibras por cable, en este caso 48 hilos; características resumidas en la siguiente tabla:

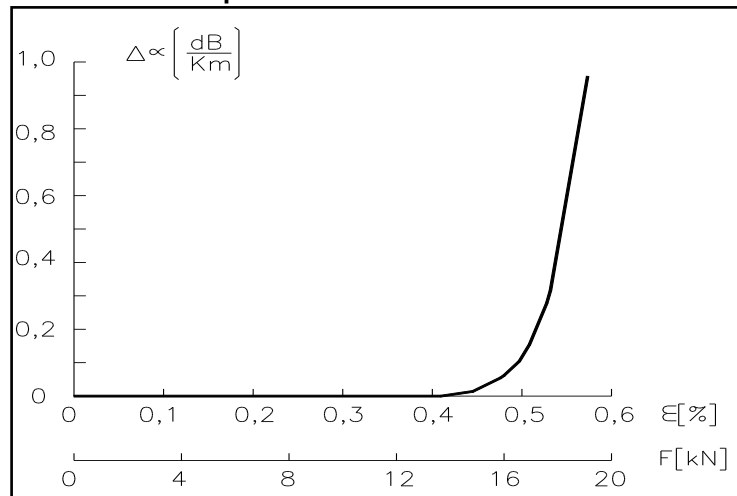
Voltaje de la Línea	138 KV a doble circuito
Material de conducción	fibra de vidrio
Coefficiente de atenuación	menor o igual a 0.35 dB/Km (1.310 nm) y 0.21 dB/Km (1550nm)
Dispersión Cromática	menor o igual a 18 ps/nm.Km (1550 nm)
Temperatura de operación	-20°C a +60°C
Número de fibras o hilos	48
Norma de fabricación	ITU-T G.655.C.
Diámetro del cable OPGW	13 mm.
Corriente de corto circuito(SCC)	20 KA
Tensión de rotura	7000 Kg
Coefficiente de dilatación lineal	13,7 1×10^{-6} / °C



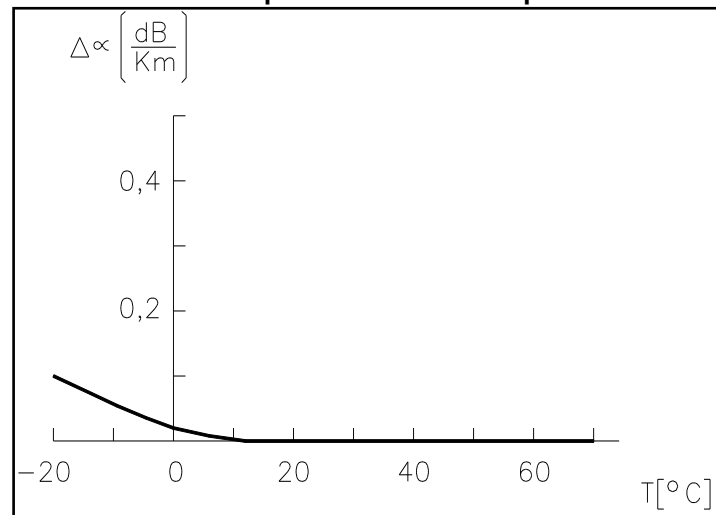
El cable de guarda tipo OPGW es monomodo, fabricado según norma ITU-T G.655.C, de 48 hilos, distribuidos en 4 buffers contenedores de fibras de 12 hilos cada uno, estos unidos mediante encintado plástico y de papel al miembro central de tracción fabricado de fibra de vidrios y estos contenidos en un tubo central de aluminio, recubiertos por una corona formada por 14 alambres fabricados de aleaciones que permiten que el cable de guarda OPGW emule mecánica y eléctricamente al cable de acero galvanizado actual y presente las características para suspensión, retención y pórticos de llegada a cada subestación, las curvas de amortiguamiento del cable óptico (frecuencias y amplitudes). Para que el cable no permita cortes en los hilos metálicos frente a rayos de alta intensidad, el tipo de cable OPGW con la

norma IEEE 1138, a continuación se muestra la norma de las curvas de variación de atenuación de fibras con temperaturas bajas y variación de atenuación con la tensión de esfuerzo longitudinal de acuerdo a la norma antes descrita.

Atenuación por Efecto de la Fuerza de Tracción



Atenuación por efecto de la Temperatura



3.2 Cable con Fibras Ópticas Armado tipo Ducto o Canalizado



La función eléctrica del cable de guarda termina al llegar a la subestación o pórtico, pero para el servicio de comunicaciones es necesario continuar con las fibras hasta el distribuidor óptico ODF, que se encuentra en el interior de la sala de equipos de telecomunicaciones. Para este fin se usa un cable de acometida o cable subterráneo, distinto al OPGW, entre el pórtico y el edificio.

Existen varios diseños de cable para esta función, la especificación CFE-E000035 indica que los cables que se instalarán en ductos deben estar protegidos por una armadura de acero. Sin embargo, lo más común es que las empresas eléctricas prefieran omitir la armadura para tener un cable 100% dieléctrico, es decir, sin metal, para evitar posibles inducciones y

riesgo a los operarios en mantenimientos, recordado que el cable se encuentra unido a un cable que cumple las funciones de guarda, por este motivo la protección anti-roedores del cable lo proporcionan tejidos de fibra de vidrio y doble chaqueta. Los elementos de protección que conforman el cable son:

- Elemento central dieléctrico.
- 12 Fibras ópticas monomodo en 4 tubos termoplásticos holgados.
- Compuesto repelente a la humedad adentro de los tubos.
- Cinta e hilos bloqueadores de agua.
- Cubierta interna de polietileno.
- Refuerzo de fibra de vidrio.
- Doble Cubierta externa de polietileno de alta densidad.

Si bien el cable no es 100% a prueba de roedores, pero la fibra de vidrio y doble cubierta le permite resistir ataques eventuales, este cable puede instalarse en ducto subterráneo, que es lo más común.

3.3 Características de las Fibras Ópticas

Las fibras ópticas contenidas en los cables tanto OPGW como OFC, cumplen con la norma ITU-T-G.655.C, por la tanto deben cumplir con características como:

Atributos de la fibra		
Atributo	Dato	Valor
Diámetro de campo modal	Longitud de onda	1550 nm
	Gama de valores nominales	8-11 μm
	Tolerancia	$\pm 0,7 \mu\text{m}$
Diámetro del revestimiento	Nominal	125 μm
	Tolerancia	$\pm 1 \mu\text{m}$
Error de concentricidad del núcleo	Máximo	0,8 μm
No circularidad del revestimiento	Máximo	2,0%
Longitud de onda de corte del cable	Máximo	1450 nm
Pérdida de macroflexión	Radio	30 mm
	Número de vueltas	100
	Máximo a 1625 nm	0,50 dB
Prueba de tensión	Mínimo	0,69 GPa
Coeficiente de dispersión cromática Gama de longitudes de onda: 1530-1565 nm	λ_{min} y λ_{max}	1530 nm y 1565 nm
	Valor mínimo de D_{min}	1,0 ps/nm·km
	Valor máximo de D_{max}	10,0 ps/nm·km
	Signo	Positivo o negativo
	$D_{\text{max}} - D_{\text{min}}$	$\leq 5,0$ ps/nm·km
Coeficiente de dispersión cromática Gama de longitudes de onda: 1565-1625 nm	λ_{min} y λ_{max}	Debe determinarse
	Valor mínimo de D_{min}	Debe determinarse
	Valor máximo de D_{max}	Debe determinarse
	Signo	Positivo o negativo
Coeficiente de PMD de fibra no cableada	Máximo	(Véase la nota 1)
Atributos de cable		
Atributo	Dato	Valor
Coeficiente de atenuación	Máximo a 1550 nm	0,35 dB/km
	Máximo a 1625 nm	0,4 dB/km
Coeficiente de PMD	M	20 cables
	Q	0,01%
	PMD _Q máximo	0,20 ps/ $\sqrt{\text{km}}$

3.4 Código de Colores

Dado que el cable cumple con normativas de código de colores y con lo especificado de acuerdo a las norma ANSI EIA/TIA 598B, se define el código de identificación de fibra que sigue a continuación, tanto para el cable OPGW como para el Armado/Canalizado o Tipo Ducto, en donde los hilos de F.O. vienen alojados en 4 buffers de 12 hilos cada uno:

Fiber color	blue	orange	green	brown	grey	white	red	black	yellow	violet	pink	aqua
Tube color	blue	orange	green	brown	/	/	/	/	/	/	/	/

Esto para facilitar la identificación de las F.O. en caso de que existiese una reparación o en la misma instalación. Además que nos definirá el orden de ejecución la pruebas en los hilos de FO del Cable.

4. HERRAJERÍA, ACCESORIOS DE MONTAJE Y ELEMENTOS PASIVOS:

Para la instalación del cable óptico OPGW se requieren varios accesorios mecánicos de montaje mecánico, grapería, derivaciones, amortiguadores, etc. que soporten el cable y en las estructuras metálicas; además de elementos pasivos ópticos de unión conectorización de puntas de cables para el óptimo funcionamiento del OPGW y protección del mismo, a fin de minimizar daños y fallas futuras.

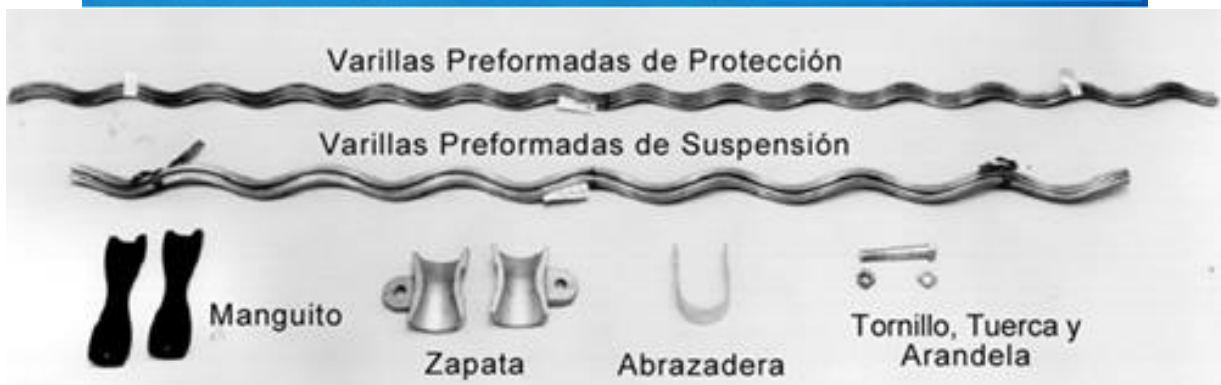
Toda la herrajería debe es galvanizada en caliente, para garantizar que esta perdure al paso del tiempo y factores ambientales que perjudiquen su funcionalidad; la herrajería debe ser sujeta firmemente a la estructura destinada para tal fin se logra mediante la utilización de tuercas, arandelas cónicas, contratuercas y arandelas de presión, las cabezas de los tornillos deberán ser hexagonales que eviten su aflojamiento debido a la vibración. Las características mecánicas que deben cumplir los herrajes son:

1. Resistencia mínima a la tracción igual al 95% de la tensión de rotura del cable de guarda OPGW especificado.
2. Carga de deslizamiento no inferior al 20% ni superior al 25% de la tensión de rotura del cable OPGW especificado, para lo cual deberá adecuarse el torque de los tornillos y permitir el deslizamiento del cable cuando la tensión se encuentre dentro de dicho rango.
3. Ángulos de salida del cable de por lo menos 18° hacia abajo y 5° hacia arriba, con respecto al plano horizontal de la grapa.



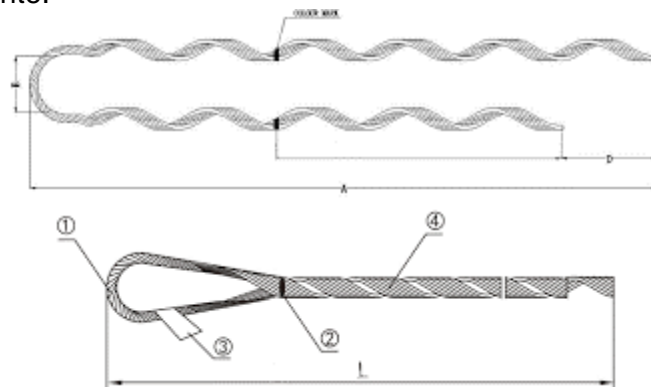
Para la puesta a tierra del cable de guarda OPGW, en cada una de las estructuras, se utilizará un cable de las mismas características eléctricas del cable OPGW conectado directamente al cable OPGW mediante un conector bifilar de aleación de aluminio o grapa paralela por un extremo del cable y el otro extremo a la estructura mediante un conector unifilar de acero galvanizado a un perno de la estructura.

4.1 Elementos de Protección del Cable



Son elementos destinados a la protección del cable OPGW sobre el cual se instalan los herrajes sea de retención o suspensión, balizas, puestas a tierra, etc.:

ELEMENTOS PREFORMADOS: Obtenidas mediante el proceso de formación helicoidal de un número adecuado de varillas, para su aplicación, son compatibles con el cubrimiento periférico, sin separación entre las varillas del conjunto. Las puntas de los preformados están protegidas para evitar la formación de óxido en el preformado, el cable y otros elementos. Las varillas de los preformados tienen un paso adecuado para evitar problemas mecánicos o eléctricos capaces de afectar el comportamiento del cable. Las tuercas y tornillos deberán ser de acero galvanizado en caliente.



VARILLAS PREFORMADAS PARA PROTECCIÓN. De aluminio o de una aleación de aluminio apropiada, con los extremos redondeados y ligeramente aplanados de tal manera que se tenga una transición suave sobre el cable. Deberán marcarse en el centro con tinta indeleble para facilitar su instalación y deberán codificarse para identificar adecuadamente los tipos de cables en los cuales pueden emplearse.



VARILLAS PREFORMADAS PARA AMARRE. De acero recubierto con aluminio (alumoweld), con los extremos redondeados y completamente recubiertos con aluminio, ligeramente aplanados de tal manera que se tenga una transición suave sobre el cable.

INSTALACIÓN. Las varillas de armar y los protectores son instalados cuidadosamente de forma que los extremos del conjunto completo queden alineados en el mismo plano sin que ninguna varilla quede sobresaliendo más de 1.3 cm. (1/2") sobre las otras, y sin que los extremos de las varillas queden desiguales entre uno y otro cualquiera en más de 2 cm. en longitud. Para este proceso se debe marcar el cable verticalmente por debajo del punto de fijación del armado de suspensión (puede usarse una pequeña marca de cinta aislante para esto). Tomar el primer grupo de varas de refuerzo y envuélvalas alrededor del cable. Se empieza por el centro asegurándose que la marca de pintura corresponda a la marca de cinta en el cable, comience a enrollar el preformado comenzando por el juego de abajo, para finalmente sellarlo con el de arriba, se envuelve el segundo juego de varas desde el extremo más cercano a la estructura, se alinean los extremos cuidadosamente. Siempre se envuelve los juegos de varas consecutivos hacia los juegos anteriores, para evitar el espaciamiento entre los juegos, que de no ser controlados pueden hacer imposible fijar el último juego de varas.

4.2 Elementos de Retención

Los conjuntos de anclaje tienen como función principal fijar los cables de fibra óptica a las cadenas de herrajes que se fijan a estructuras metálicas para proteger el cable de fibra óptica, se coloca primeramente un empalme de protección sobre el cual se coloca la retención de anclaje. En los cables de F.O. OPGW, el sentido de cableado del empalme de protección es el contrario al de la capa exterior del cable, el sentido de cableado de la retención el mismo que la capa exterior del cable.

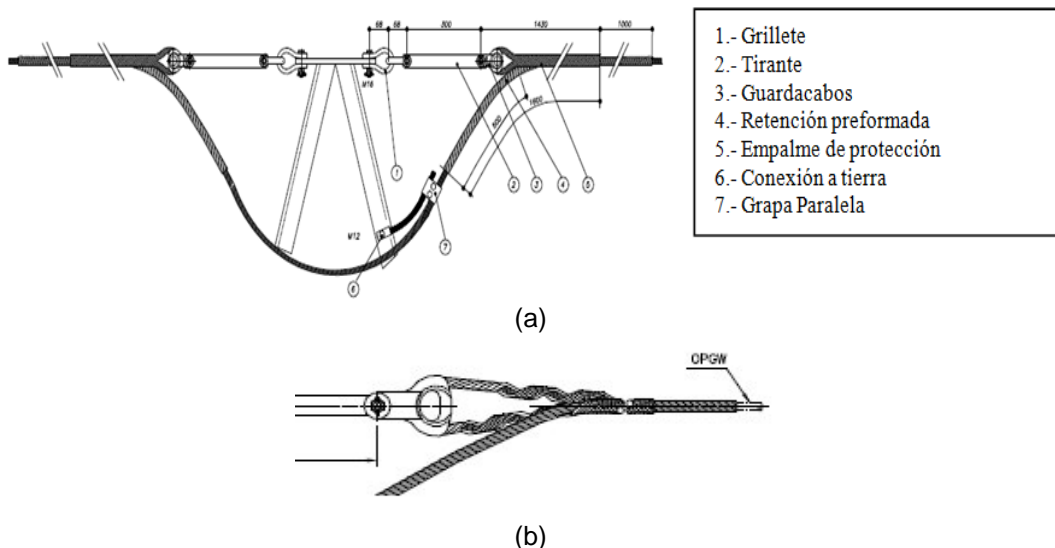
Las retenciones fijan el cable óptico firmemente a la estructura de anclaje con los puntos terminales de ruta y las grapas de suspensión proporcionan soporte intermedio entre las estructuras de sustentación. Cuando un ángulo de línea recomendado va exceder, es posible que venga a ser aplicada una tensión de desenredo excesiva, el cual acarrea degradación en desempeño del mismo.

Las retenciones pueden ser pasantes dobles o finales/de bajada de cable, estas últimas serán colocadas en las estructuras donde se decida ubicar los empalmes en donde se instalarán en cantidad de 2 y una en los pórticos de las subestaciones. Mientras que las

retenciones pasantes serán instaladas en estructuras en donde el recorrido del cable cambie de dirección o de nivel de altura; de igual manera podrán ser instaladas en vanos largos.

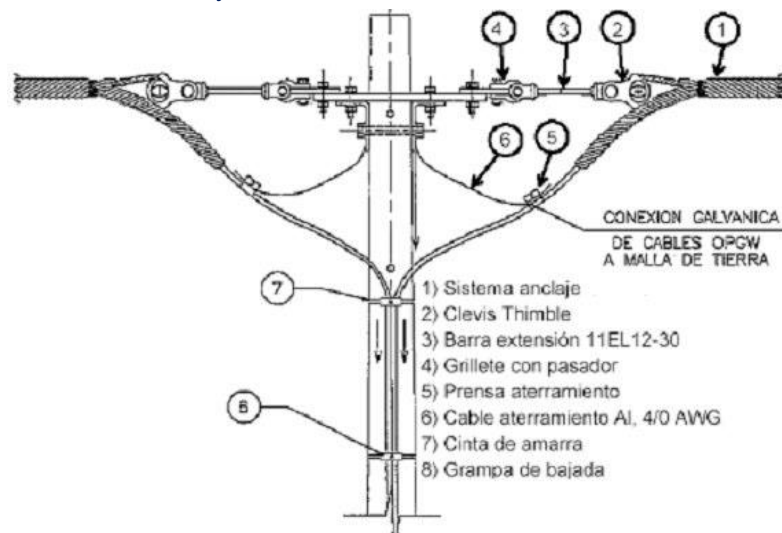
4.2.1 Conjunto de Retención Pasante

También denominada retención doble, se ubicará en las estructuras de planitas instaladas en las cúpulas de las torres, el cable OPGW se retiene en ambos extremos del cable (entrante y saliente) y pasa por entre los herrajes dejando una pequeña reserva de cable también llamada cuello o seno, el conjunto está formado por varios elementos como:



(a) Conjunto de retención pasante; (b) Detalle del preformado de retención

4.2.2 Conjunto de Retención Bajante

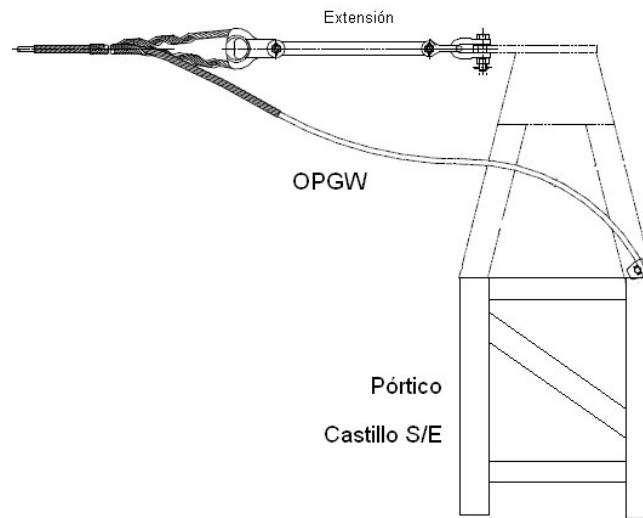


Es también una retención doble pero que sirve como bajante de puntas de cable OPGW o finales de tiro, estructuras donde se instalarán cajas de empalme y sus respectivas reservas. Cabe recalcar que en este caso como se instalarán dos herrajes de retención final son necesarias también dos instalaciones de puestas a tierra.

4.2.3 Conjunto De Retención Final

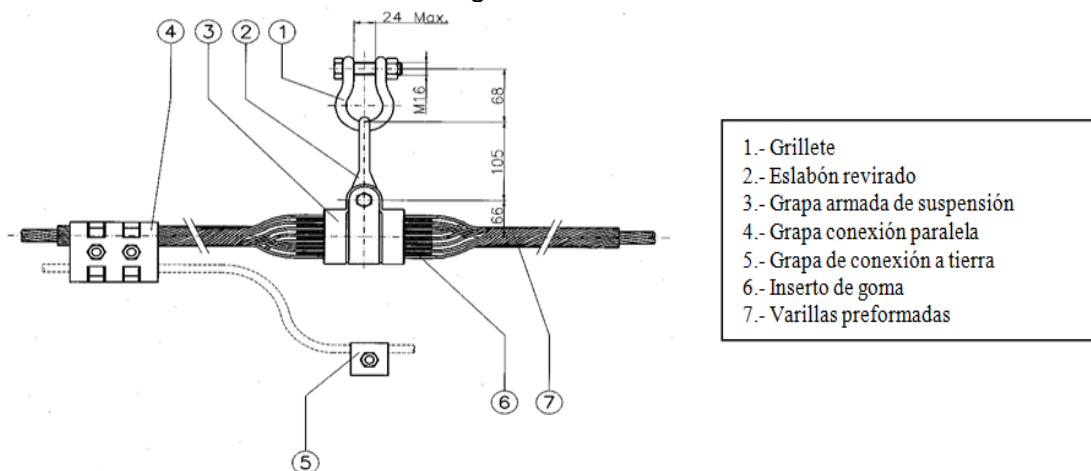
Retención terminal, será ubicada en los pórticos de los castillos de la subestaciones eléctricas en donde termina el cable OPGW y se fusiona con el cable de fibra óptica armado

o tipo ducto de acometida, que va hasta el cuarto de equipos de su respectiva subestación.



4.3 Conjunto de Suspensión

En los Conjuntos de Suspensión se apoyan tramos de cable a través de los cambios de ángulo de línea a 30 grados y permite la apoyar cargas de cable verticales y las cargas del cable desequilibradas sin dañar el cable deja o afectando la actuación de fibra óptica. Se ubican en las estructuras de suspensión por las cuales el cable OPGW realizará solamente el paso suspendido en la estructura; fabricada de aluminio resistente a la corrosión la parte de fijación a la cadena deberá ser de acero galvanizado.



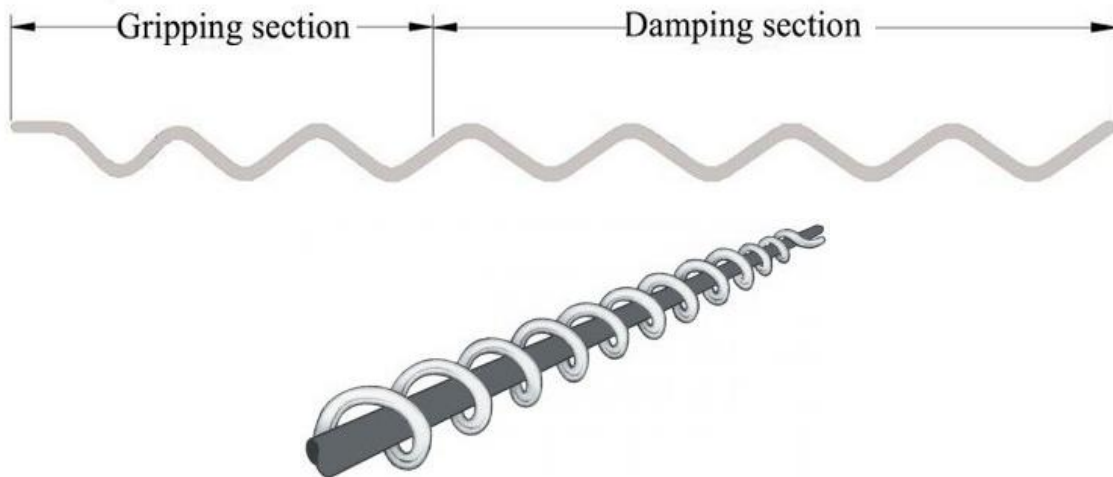
La grapa de suspensión armada proporciona una protección adicional al conductor. Las varillas de aleación de aluminio sobre las que va montada la grapa evitan los daños, tanto estáticos como dinámicos, sobre el cable producidos por compresión, flexión, abrasión y por efecto corona. La grapa (suspensión) tiene en su interior un manguito de neopreno para minimizar los esfuerzos en el punto de enclavamiento. Por otra parte, el conjunto tiene un efecto amortiguador que mejora el comportamiento del cable ante las vibraciones producidas por efecto del viento (vibración eólica).

4.4 Amortiguadores Tipo Espiral

El viento produce el fenómenos de tipo oscilatorio en las líneas aéreas eléctricas y de telecomunicaciones, el más conocido es la llamada vibración eólica, por ser el más extendido afecta en mayor o menor medida a todas las líneas, y porque siendo de frecuencia

relativamente elevada sin las debidas protecciones da lugar a problemas de frotamiento-fatiga, incluso roturas, en los propios cables, en los herrajes y apoyos La vibración eólica se produce por excitación resonante del cable por el viento y por lo tanto su amplitud va a ser aquella que produzca el equilibrio entre la energía introducida por el viento y la disipada por el conductor, controlada por el amortiguamiento (auto amortiguamiento) del mismo; que en un cable trenzado, disminuye con el tense. Esta es la razón por la que la vibración es más intensa (mayores amplitud y margen de frecuencia) en una línea con el tense elevado.

Para contra restar las vibraciones eólicas u otro factor externo que genere movimientos en el cable, se utiliza amortiguadores de tipo espiral, fabricados con polímero diseñado para tales fines, se lo instala en el cable en un número similar a los desmontados del cable de guarda anterior.



4.5 Grapas de Bajada de Cables

Asegura la bajante del cable a las estructuras tanto estructuras como pórticos minimizando las fuerzas de sujeción compactas que pueden ser transferidas a los elementos ópticos internos del cable; además ayudan a que el cable no roce con las estructuras por efectos del viento o cuando personal se encuentre ejecutando labores de mantenimiento



Se utilizarán accesorios guías bifilares para los dos cables, los cuales serán metálicos, de aluminio o acero galvanizado con revestimiento interno de caucho o neopreno para protección del cable OPGW o armado/canalizado para el caso de las acometidas en subestaciones.

4.6 Balizas de Señalización

Las balizas de señalización de líneas aéreas facilitan la visualización de los cables a gran distancia. Son generalmente instaladas en redes eléctricas cuyos trazados se encuentra cerca a aeropuertos, cruce de rutas, ríos, vanos largos. etc.



La zona geográfica de instalación de la red es una zona agrícola, en donde hay franjas cultivadas de diferentes productos que servicios requieren de constante fumigación aérea mediante la utilización de avionetas destinadas para este fin, además la normativa establece la señalización de las redes eléctricas y de telecomunicaciones que aseguren que en futuro no se produzcan accidentes.



El cable de guarda anterior ya posee estos elementos pero por el paso del tiempo su estado es deplorable y algunas ya habían caído al piso y el color adquirido no permiten que puedan cumplir con su misión; por este motivo en esta instalación se propone el reemplazo por elementos nuevos, de color naranja.



Las balizas están formadas por dos medias esferas que rodean el cable, cable que es resguardado con varillas o blindaje de protección y posteriormente se unen las dos mitades de la esfera mediante pernos y se los ajusta fuertemente; hay que recalcar que a las balizas se debe realizar perforaciones para agrandar los agujeros realizados en fabrica, esto con el fin de que drenen el agua lluvia que se podría acumular dentro de las esferas.

4.7 Platinas o Soportes para los Herrajes en las Torres



Las estructuras metálicas que soportan la línea de transmisión fueron diseñadas para que su cúpula soporte al hilo de guarda que estaba instalado, pero no prestaba muchas facilidades a la instalación de la nueva herrajería utilizada para el nuevo cable OPGW, por lo que es necesario la instalación de platinas que soportasen dichos elementos.

Estas platinas están formados con piezas de acero galvanizadas, instaladas en la cúpula de las torres y aseguradas con pernos, tuercas y arandelas que aseguran su fijación; cabe destacar que se colocaron platinas diferentes en estructuras de retención y suspensión ya que su funcionalidad es distinta.

4.8 Cajas de Empalme





Son elementos pasivos que alojarán los empalmes o uniones de los hilos de fibra óptica, está diseñada para proteger los puntos de fusión de la fibra OPGW con fibra OPGW en las estructuras asociadas a los conjuntos de retención bajante, de igual manera se utilizara en la fusión entre OPGW-Cable canalizada en el ingreso a las subestaciones en los pórticos.

Las cajas OPGW son de tipo domo, metálicas o una combinación metal – PE, resistentes a la intemperie, a la corrosión y a impactos; poseen sellos contra el polvo, humedad y agua. Las cajas son fijadas en los ángulos que forman las estructuras mediante elementos mecánicos como pernos y roscas, además deberán garantizar la seguridad eléctrica del operario durante mantenimiento.

Poseen las bandejas suficientes para poder alojar 96 empalmes de fusión así como también tener la posibilidad de ampliar bandejas para empalmes más; de igual manera posee varias entradas de cables para futuras expansiones.

4.9 Distribuidor de Fibras Ópticas ODF



En cada subestación llegan hasta los pórticos los cables OPGW con fibras ópticas en su interior, y luego desde allí hasta el interior de los cuartos de equipos mediante cable tipo ducto hasta el bastidor metálico de telecomunicaciones, sin embargo es necesario conectorizar cada uno de los hilos de fibra y organizarlos, además de fijarlos firmemente para evitar daños cuando estos sean manipulados para poder conectarlos con los equipos de networking u otros puntos de conexión. Para ellos se utilizan los Distribuidos Ópticos u ODF que son conformadas por cómodas cajas metálicas que prestan las facilidades necesarias para trabajar en su interior y contar con accesos laterales y posteriores.

Estos terminales de distribución presentan características adecuadas para la protección del cable de fibra óptica canalizado con que se termina en ellas, así mismo tienen la holgura

suficiente para efectuar trabajos de instalación, operación y mantenimiento, también permiten albergar la reserva suficiente de hilos de fibra óptica y buffers plásticos contenedores fibras. También tiene las protecciones necesarias y suficientes para que con la manipulación de la bandeja con las fibras ópticas, estas no sufran ningún tipo de estrés.

Los ODFS poseen un número suficiente de puertos para alojar a todos los hilos de fibras ópticas que contiene el cable (48) así como los Pigtails que descansarán organizados en sus respectivos conectores o confrontadores, estos son del tipo E2000/UPC.

5. LOGISTICA Y PLANIFICACIÓN PREVIA AL TENDIDO:

Previo al inicio de trabajos de tendido son necesarias varios trabajos de coordinación y logística, que ayuden a que las labores se realicen con normalidad y seguridad, varias de ellas se detallan a continuación:

5.1 Localización y Replanteo

- La información de los diseños constructivos entregada, como las tablas de tendido y estacamiento con producto del levantamiento realizado a la red por donde se instalarán el nuevo cable; sin embargo es recomendable antes de empezar la construcción del proyecto constatar que la localización de las estructuras en los sitios indicados en los planos y tablas.
- Verificar la longitud de vanos, cotas de los sitios de torres, elementos estructurales faltantes y forma de fijación del cable, además de verificar la factibilidad para que las máquinas de tendido puedan ser trasladadas e instaladas en el sitio destinado para que efectúen su trabajo y exista el espacio suficiente para que estas puedan ser instaladas.
- Si existiese cualquier error, faltante o discrepancia encontrada en los planos, tabla de torres o información topográfica entregada se deberá analizar si requieren un rediseño o si son posibles solventarlas en la construcción de la red.
- Las verificaciones y control de obras en construcción o para la ejecución de trabajos de planimetría o altimetría estarán a cargo de Personal Topográfico.
- Se debe documentar todas las novedades encontradas y las medias tomadas en la construcción así como una vez culminada la obra se debe hacer el levantamiento o fiscalización del proyecto tal como quedó construido para su posterior aprobación.

5.2 Vías de Acceso

- Se debe verificar el estado de carreteras y caminos de acceso hacia las estructuras, con el fin de determinar los trabajos necesarios para el transporte e ingreso a dichos sitios, ya sean estos de construcción, aseguramiento o mantenimiento.
- Se debe dar preferencia a caminos y accesos existentes que cumplan con las normas necesarias para su utilización evitando en todo momento daños innecesarios en propiedad pública o privada con el motivo de la construcción del proyecto.
- Preservar las condiciones ambientales existentes, y la conservación del suelo evitando su erosión, no construir accesos que de manera directa o indirecta atenten contra la estabilidad del terreno o contra la preservación ecológica de la zona.

5.3 Labores Preliminares



El día anterior los profesionales encargados de la obra planificarán la logística, materiales, traslado y actividades a desarrollar por cada uno de los actores involucrados en el proyecto, tomando en cuenta que las actividades se desarrollen en un horario entre las 6:00 y las 16:30, con la finalidad de cumplir con los tiempos estimados de desenergización de un circuito de la Línea de Transmisión; posteriormente esta información se entregará al personal y el día siguiente mediante una reunión diaria en la Subestación campamento se detallará y aclarará cualquier dudas sobre las labores encomendadas a realizarse durante la jornada de trabajo, varios de los temas a tratar se resumen en los siguientes:

- Tramo de tendido y/o empalme.
- Metodología de trabajo; personal y equipo que se empleará; ubicación exacta de las estaciones para carretes, equipos y rutas de acceso a las mismas; obras a realizar en los diferentes cruces, tipos de protección y controles, etc.
- Medidas de seguridad y elementos adicionales tales como interruptores, seccionadores, etc. que se requieren activar o desactivar para el trabajo en las distintas subestaciones asociadas al proyecto.
- Cruces sobre vías de comunicación, redes existentes y otros obstáculos; y las medidas a tomarse.
- Los sistemas de comunicación entre los frentes de montaje y los respectivos centros de control.
- Las desconexiones de otras líneas eléctricas que se crucen en el tendido del cable, si se pudiese hacerlo.
- Plan de contingencias a aplicar en caso de eventos que afecten el funcionamiento normal del sistema de transmisión en servicio.
- Plan de seguridad vial genérico, que será aplicado en la ejecución del proyecto.
- Los procedimientos a seguir en eventos extraordinarios o contingencias.

5.4 Obras de Protección (Pórticos)



El tendido deberá protegerse mediante estructuras temporales adecuadas del cruce de vías de comunicación, líneas de energía, plantaciones, cruces de ríos edificaciones o cualquier otro obstáculo. Estas estructuras deben ser lo suficientemente altas y resistentes que permitan el paso del cable de fibra óptica en tal forma que no se produzca el roce con el obstáculo que se desea atravesar.



Si bajo la trayectoria del tendido existen redes eléctricas energizadas se debe colocar en ella mangas de protección de líneas, para evitar cortocircuitos provocados por una caída abrupta del cable que se encuentra instalando; la instalación de estas mangas se la debe hacer con la ayuda de pértigas con una altura suficiente para alcanzar la línea eléctrica o carros canasta de ser posible. Una vez terminada la labor de flechado y engrapado de las estructuras se las debe desmontar.

Estas estructuras provisionales están constituidas por elementos de maderas que forman una portería o un marco que protegen al cable en caso de que este sufra un descenso exagerado de altura y roce con los elementos antes descritos provocando daños. La altura y ancho no puede ser establecida de manera genérica ya que como se dijo dependen del obstáculo que se encuentren en la trayectoria del cable, pero deben ser fuertemente construidas para evitar se desmoronen cuando el cable se asiente sobre ella.

Una vez terminado el engrapado de una sección de la línea, se deben retirar todas las estructuras de defensa dentro de las posteriores 24 horas, remediando cualquier daño a la propiedad ajena o de la empresa, que resultase producto del trabajo efectuado.

Se deberá capacitar a todo el personal sobre los riesgos inherentes a la alta tensión y aspectos tales como distancias de seguridad, manejo de herramientas y equipos en las áreas energizadas, etc. El incumplimiento de las normas de seguridad, negligencia o descuido en toma de precauciones, exige que las obras sean paralizadas de manera definitiva o parcial por los profesionales a cargo, lo cual no implica alargamiento de tiempos de construcción.

5.5 Permisos de Accesos

- Previa la ejecución de los trabajos se debe coordinar la solicitud de permisos de orden ambiental, utilización de los servicios públicos o para ingreso a las propiedades de particulares o entidades públicas.
- El acceso hacia las estructuras y lugares donde se instalarán las máquinas de tendido deben ser tramitadas con sus respectivos dueños, con la finalidad de evitar molestias a los propietarios
- Los permisos a subestaciones se lo debe hacer con varios días de anticipación con su respectiva lista del personal a trabajar, el responsable y los teléfonos para su localización, lista de vehículos con sus placas y lapso de tiempo estimado para la ejecución de los trabajos.
- Seguir las normas e indicaciones dadas por los propietarios a las diferentes localidades donde se encuentren las plazas de trabajo.
- En el caso de zonas cultivadas evitar el daño de frutos y cercas.

5.6 Señalización Vial

La señalización en el lugar de trabajo es indispensable para llevar correctamente los trabajos planificados, se deberá realizar lo siguiente:

- Siempre se colocarán carteles de prevención que alerten los trabajos en la carretera, al menos 2 en el área donde se encuentra el porta bobina.
- Se colocarán conos de prevención alrededor de la zona de trabajo para delimitar una zona de seguridad.
- La circulación del personal, vehículos de apoyo y otros equipos se hará siempre dentro de la zona de seguridad.
- Dentro de la zona de seguridad los vehículos no circularán a más de 20 Km/h (siempre con las luces intermitentes encendidas) y para su ingreso y salida lo harán coordinadamente con la circulación de vehículos dada por los abanderados, siempre con la autorización dada por el responsable de seguridad.
- Existirá como mínimo 2 personas con banderas sea en recta o en curva y deben comunicarse permanentemente mediante radio de dos vías utilizando un protocolo que ambos conozcan y entiendan a la perfección para dirigir la circulación vehicular.
- Las personas que tienen las banderas deberá utilizar paletas de “pare” (color rojo) y “siga” (color verde) para manejo de tránsito.
- En trazados viales de curvas, se extremará cuidados ubicando a los abanderados y carteles de prevención aún más alejados del inicio de las curvas para permitir a los conductores tiempo suficiente de reacción.
- Cuando la instalación obligue a ocupar la vía se procurará en lo posible delimitar la zona de seguridad de modo que esta ocupación corresponda a la mitad de un carril.
- En los casos en que exista neblina, se utilizará flechas luminosas y/o licuadoras portátiles como medida adicional de prevención vehicular.

- En caso de lluvia se detendrán los trabajos hasta que pare de llover y se compruebe que los elementos de trabajo (cables, postes, escaleras, etc.) estén secos. Se reanudarán los trabajos cuando se resuelva por común acuerdo de las partes involucradas que es seguro reiniciarlos.
- Las áreas de trabajo serán delimitadas con conos, cintas de señalización, vallas, mecheros y lámparas intermitentes para restringir el acceso a vehículos o peatones no autorizados

Si en el medio de una instalación se presenta lluvia, se dejarán a buen recaudo los elementos de trabajo siempre que sea posible, manteniendo la señalización de la bobina siempre, incluso en el evento de no poder reanudar las actividades.

5.7 Medidas de Seguridad del Personal

Todo el personal que trabaje en esta actividad deberá tener y portar al menos el Equipo de Protección Personal o EPP, que se resume los siguientes ítems:

- Casco con sujetador de mandíbula
- Gafas de seguridad
- Guantes seguridad
- Botas de seguridad.
- Uniforme de trabajo
- Chaleco refractivo
- Cinturón de seguridad o arnés para trabajos en alturas
- Maletas porta herramientas
- Impermeables

5.8 Transporte y abastecimiento de los frentes de trabajo

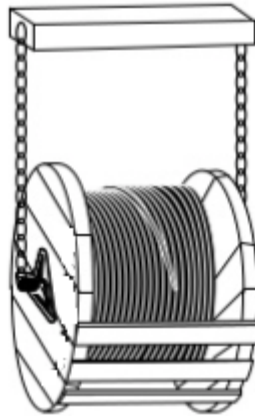
Para el normal y adecuado desarrollo de los trabajos en los frentes de actividad se ha considerado mantener movilización constante así como un equipo de apoyo que se encargaría de abastecer, trasladar y suplir cada una de las necesidades que tuvieran en el área de trabajo.



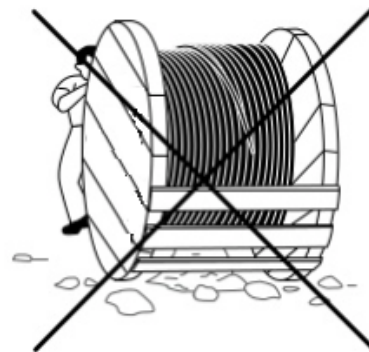
La mayor cantidad de estructuras no se encuentran dentro de la vía y por ende no son de acceso rápido es por eso que son asignados vehículos que presten facilidad en la ejecución de las labores, de igual manera los equipos de tendido y demás equipos complementarios como lo son porta bobinas, desenrolladoras, carretes, etc.



Hay que recordar también que las bobinas que contienen el cable con fibras ópticas OPGW son de gran peso y volumen por lo que deben ser transportados de manera correcta para evitar daños antes de la instalación, utilizando de grúas o brazos hidráulicos para su montaje en plataformas y camiones, asegurándolas con cadenas para evitar su movimiento.



En la carga/descarga de bobinas en sitio se debe asegurar que la manipulación se haga por las bases y se lo debe hacer sujetando la estructura metálica que conforma el carrete, para evitar provocarle daños cable alojado en el interior. Se debe tener en cuenta también que las bobinas no se las puede movilizar haciendo rodar, las superficies no siempre son uniformes y en sitio o plaza de tendido existen rocas, ramas y demás elementos, al pasar el cable sobre ellos y por la presión ejercida por el peso de las mismas bobinas, estos elementos se introduzcan en el cable.



5.9 Sistema de Comunicaciones



Todos los individuos involucrados en la instalación, supervisión y control de los trabajos deben estar intercomunicados con la finalidad de que cualquier novedad, observación o inconveniente sea atendido inmediatamente, en CELEC se utilizará sistemas de Comunicación Troncalizado que permite que todos los funcionarios actúen de forma inmediata con el ambiente de trabajo, los frentes de trabajos se resumen en:

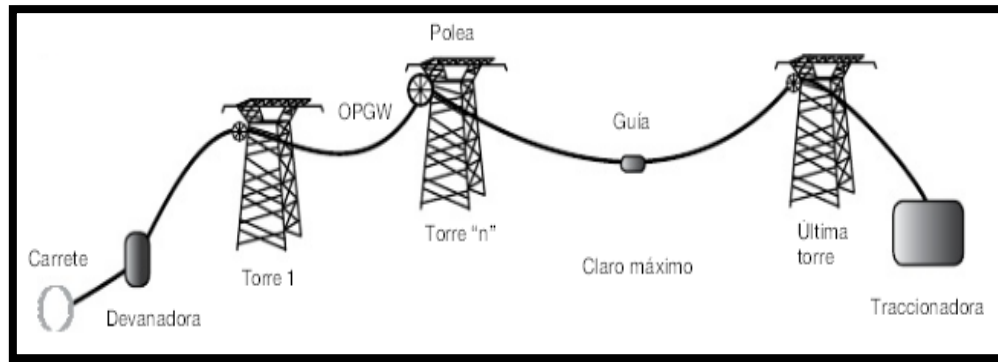
- Entre el freno y el winche (malacate) deberán haber comunicación directa, de igual manera con los operadores o telefonistas ubicadas en cada una de las estructuras que revisan el paso de los cables por las poleas.
- Todos los grupos de trabajo: instalación de protecciones, empleado, regulado y engrapado, deben contar con comunicación de radio propia, así como los medios de transporte de materiales, maquinarias y personal hacia el sitio de trabajo.
- El personal a cargo de la dirección del proyecto debe tener acceso también al sistema de comunicaciones, para que se encuentre en pleno conocimiento de las actividades realizadas.

6. METODOLOGÍA DE CAMBIO DE HILO DE GUARDA Y TENDIDO DEL CABLE OPGW:

En la presente sección se describen las operaciones, precauciones y medidas de seguridad necesarias para efectuar la instalación de un cable de guarda con fibras ópticas, OPGW, y desmontaje del anterior cable de guarda. El cable OPGW, está diseñado para ser instalado en líneas de alta tensión y debido a sus características constructivas cumple dos funciones:

- Protege las líneas que transmiten energía eléctrica de descargas atmosféricas y eventuales cortocircuitos haciendo las veces de cable de guarda.
- Constituye un medio de transmisión para comunicaciones a alta velocidad a través de las fibras ópticas en su interior, además de un canal de control y monitoreo en tiempo real para la protección de las líneas de transmisión.

Al ser instalado sobre redes de transmisión eléctrica de alta tensión son menos susceptibles a daños causados por agentes externos: accidentes de tráfico, sabotaje, cercanía a construcciones, reubicación de estructuras, etc. Por lo que representa un medio de comunicación de alta confiabilidad y disponibilidad.



Como se dijo anteriormente en la línea ya se encontraba instalado un Cable de acero que hacía de las veces de hilo de guarda, el cual como es lógico se debe desmontar para que el nuevo cable con fibras ópticas OPGW ocupe su lugar; este trabajo se lo realiza de manera simultánea mientras se hace el desmontaje del hilo de guarda, se utiliza el mismo cable como guía para la instalación del Cable OPGW.

6.1 Elaboración de Amarres u Ojos

El cable de guarda a desmontar se encuentra apoyado en herrajes que ayudan a darle firmeza y no se vaya al suelo; en los herrajes de retención el cable no es continuo, es decir tienen cortes y sus continuidad eléctrica se la da por medio de puentes y grapas de transición del mismo tipo de cable, esto impide que el cable sea halado directamente y es necesario darle continuidad y robustez para que pueda ser halado por las máquinas de tendido.



La realización del empalme tipo ojo se lo consigue tomando el extremo del cable de acero y doblándolo hacia atrás la distancia suficiente como para que se realice un entorche en el mismo cable con cada uno de los hilos de aceros que conforman el cable, el entorche debe ser lo suficientemente ajustado de tal manera que provea firmeza al momento de halar al tramo de cable de acero subsiguiente.

6.2 Empoleado



En esta etapa se instala en cada una de las estructuras poleas de diferentes tamaño dependiendo la necesidad y tipo de construcción de la red para facilitar el paso del cable antiguo y nuevo cable OPGW; la polea es instalada en la cúpula de la estructura metálica intervenida con la ayuda de manilas, una vez instalada la polea el cable de guarda a desmontar es ingresado al interior de la polea que lo sostiene temporalmente y guiará mientras dure el tendido, además se desinstalan elementos antiguos y herrajería que soportan al cable de guarda anterior, para dar espacio a los nuevos elementos de montaje del cable.

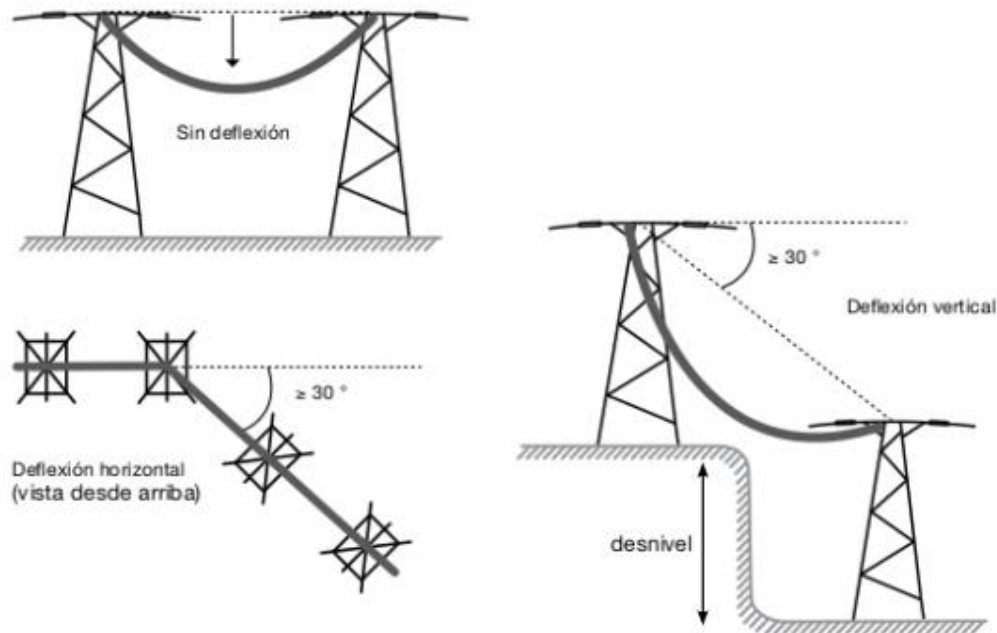


Las poleas son metálicas con garganta recubierta de neopreno para permitir el paso del cable sin problema alguno para los elementos como anti-giratorios y contrapesos instalados en él, además con un diámetro suficiente que garantice la integridad del cable; en ciertos casos se requiere también la utilización de piezas de madera que ayuden a que la polea este siempre en posición vertical y se evite que el cable por efectos de la gravedad y por el movimiento en el tendido caiga hacia los extremos de la polea y este se atore. Existen poleas de varios diámetros que se las utilizan de acuerdo a las siguientes consideraciones:

Se colocarán poleas de 60 u 80 cm de diámetro en:

- Estructura de inicio y final de tendido.
- En estructuras en donde el trayecto cambia de dirección 15 o más grados en relación al sentido inicial de tendido, si este cambio de dirección es de 45 grados o mayor se debe utilizar 2 poleas con la finalidad de aumentar el radio de curvatura que el cable va a dar.
- En estructuras donde el vano atrás o adelante sea igual o mayor a 600 m.

En las estructuras restantes que se encuentran en línea recta y cuyo nivel de altura es similar a las torres vecinas se utilizan poleas de similares características pero más pequeñas de 45 cm. de diámetro.



En muchas de las ocasiones el trayecto del tendido tiene deflexiones horizontales y verticales, por las variaciones geográficas propias de la zona en estos casos y sobre todo en donde la deflexión es mayor a los 30 grados es necesaria la utilización de un arreglo de poleas que permitan suavizar el paso del cable.

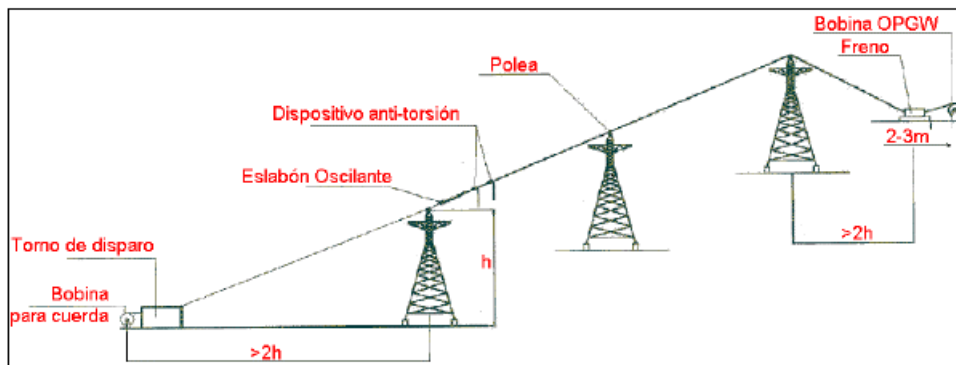


PRECAUCIONES DE USO:

- El giro debe darse de manera libre, ya que están diseñadas de tal forma que se eviten daños al cable o el descarrilamiento de éste, se deben inspeccionar y engrasar antes y durante el tendido.
- Antes de ser utilizadas se debe evaluar la condición de las poleas, evidencia de roturas, rodamientos defectuosos o imperfecciones que puedan frenar su libre giro o dañar al cable.
- Se debe colocar poleas paralelas al eje de la línea para evitar que el cable se salga de las gargantas y/o sufra abrasión.
- Deben estar fabricadas de aleación de aluminio
- Debe tener una profundidad mínima de garganta de 1,25 veces el diámetro del cable.
- El radio de la garganta de la polea debe ser de 1,1 a 1,25 veces el radio del cable.
- No deben tener filos ni protuberancias en los bordes del canal de soporte del cable

- Los lados de la garganta deberán “abrirse” con respecto a la vertical aproximadamente 15° o más.
- Deben tener el revestimiento de la garganta en caucho o neopreno, preferiblemente de baja resistencia eléctrica y en buenas condiciones.
- Deben tener el elemento anti-descarrilante en buen estado
- Deben tener los accesorios necesarios que permitan una instalación fácil del cable a la grapa.
- Si el ángulo de salida del cable en la polea sea de 20° o más, se deberá colocar poleas dobles en tándem para minimizar la flexión y el roce del cable.
- Las poleas deberán quedar sujetas a los postes de tal forma que puedan tener un balanceo transversal libre, tomar en cuenta que una vez apoyado el cable en la garganta, quede aproximadamente con la misma elevación que tendrá definitivamente en las grapas de suspensión.
- En las torres donde se presenten tiros hacia arriba (up-lift) durante el montaje del cable se debe instalar contra poleas.
- Se recomienda aterrizar al menos la polea inicial y final mediante la utilización de tierras móviles.

6.3 Maquinaria de Tendido



El desmontaje del hilo de guarda y montaje del nuevo cable OPGW se lo realiza con maquinarias de tendido conformada por el freno, malacate, desenrolladora y poleas dispuestas en las estructuras involucradas para el tendido del cable, todos estos comunicados en durante todo el tiempo de trabajo mediante equipos de radiofrecuencia; el control de tensión de tendido es automático ya que los equipos poseen sistemas hidráulicos y que realizan la desconexión automática cuando se ha sobrepasado la tensión establecida para el tendido (recomendada por el fabricante del cable).

La ubicación de la maquinaria es inspeccionada con anterioridad la que se además de tener acceso al sitio de vehículos pesados se requiere que el terreno sea en lo posible nivelado sin deflexiones horizontales.

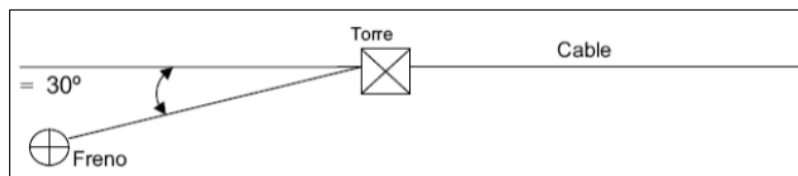


Las máquinas son colocadas en plataformas aisladas independientes a la puesta a tierra que se instala al equipo, se utiliza para ello una malla metálica conductora conectada a una puesta a tierra y sobre ella se colocan los equipos de tendido.



Al realizar el tendido de los cables la maquinaria realiza un gran esfuerzo mecánico tanto en el movimiento de tracción como en el frenado tendiendo a desplazarse, para que estos equipos no se muevan de su lugar de instalación se les coloca anclajes grandes bloques de hormigón armado de aproximadamente 2 Toneladas cada uno, que impiden el movimiento de la maquinaria.

El lugar a ubicar las maquinarias debe ser el adecuado para que no exista obstáculos en el paso del cable desde los equipos hacia la primera o última estructura según corresponda; el lugar a escoger debe encontrarse ubicado a una distancia del por lo menos el doble de la altura de la estructura de salida, si esto no es posible se debe utilizar un sistema de contra poleas ubicadas en torres anteriores a la del inicio y utilizar guía de acero, además se debe verificar que el cable forme un ángulo de por lo menos 30 grados con la estructura de inicio, como se observar ve en la figura:



Se debe tratar de garantizar que la trayectoria del cable desde el freno se alinea en lo posible con la primera polea por donde ingresa el cable hacia el tendido o tener un ángulo máximo de 15°, de no ser posible se debería también pensar en realizar reenvíos.



Cuando la zona geográfica presenta dificultades para la instalación de los equipos como demasiada cercanía hacia las estructuras, imposibilidad de llegar con maquinaria al sitio, se puede levantar un vano de manera manual pero se debe pensar que el nuevo cable con F.O. OPGW sale del freno, en donde el cable aún no posee movimientos de torsión propios acumulados durante el paso del cable por lo que prestaría facilidades para realizar la maniobra manual. Otro aspecto a tomar en cuenta es que el cable es alado por el malacate por lo que es el último lugar donde llegaría la punta del nuevo cable, tanto este como el cable de guarda anterior va a estar siempre tensionado y requiere especial cuidado.

6.3.1 Devanadora o Freno



Es la encargada de controlar la tensión del cable a ser instalado, se la ubica a la salida del carrete, su trabajo lo realiza alimentando o frenando solo la cantidad necesaria de cable a ser instalado a una velocidad controlada; además proporciona control a las espiras que se desenrollan del carrete. Antes y durante el tendido existen factores a tomar en cuenta. La

operación de frenado debe ser mantener un nivel constante evitando jaloneos o fluctuaciones tanto del cable a instalar como del que se está desmontando.

6.3.2 Traccionadora o Malacate



Su función proporcionar la fuerza de tiro suficiente para retirar el hilo de guarda existente y halar con él al cable al nuevo cable OPGW, que es despachado por el freno, posicionándolo en toda su longitud en las estructuras presentes en el trayecto de tendido. La fuerza de tracción aplicada debe ser monitoreada continuamente mediante instrumentos calibrados medidores de tensión, dinamómetro, con una alta precisión y sensibilidad en la escala de medición para de esta manera no sobrepasar el 5% de la tensión máxima recomendada por el fabricante para la instalación del cable, garantizando que la tensión aplicada sea homogénea evitando jaloneos o fluctuaciones del cable.

El método utilizado en el tendido se basa fundamentalmente en la ejecución del tendido a tracción constante y controlada, respetando en todo momento las distancias eléctricas mínimas de seguridad y adoptando las medidas necesarias para garantizar la seguridad de los operarios y maquinarias, recordando que se trabaja con un circuito eléctrico energizado.

6.3.3 Enrolladora



Son instaladas tras los equipos de tendido una en cada extremo del tendido, es decir, en el freno se ubica una en el Freno en donde se ubicará el carrete de Cable OPGW a ser desenrollado y la otra en el Malacate el cual enrollando y bobinando el cable de guarda que se retira de la línea de transmisión, los equipos a utilizados poseen características como:

La base que soporta la parte central del carrete permite que este gire libremente sin provocar bamboleos cuando el cable sea desenrollado, la velocidad y sentido de giro es controlada mediante una conexión hidráulica con el freno o malacate según corresponda, teniendo así un proceso de giro de los carretes de forma homogénea sin provocar daños, ni variaciones de tensión en el cable en su recorrido hacia los equipos de tendido.

Hay que tomar en cuenta que en el caso de la desenrolladora que despacha el cable hacia el freno hay que tomar en cuenta que el cable tenga la libertad suficiente de ingresar a los rodillos que guiaran el cable hacia el tambor del equipo mientras que la desenrolladora que rebobina el cable retirado debe poseer un mecanismo que organice en capas al cable de manera uniforme evitando cruces que eviten luego desenrollado adecuado.

6.4 Utilización de Guaya o Coordina de Acero



El proceso de desmontaje de Hilo de Guarda e instalación del nuevo Cable OPGW provoca una tendencia natural a girar a pesar de utilizar elementos anti-giratorios en el tendido, además su consistencia rígida provoca que los esfuerzos mecánicos sean aún más grandes, por lo que no es recomendable unirlos directamente uno con el otro sino utilizar un cable de acero retorcidos helicoidalmente con la robustez necesaria para resistir esfuerzos de tracción y la flexibilidad que se requiere para disminuir en algo los efectos antes deseados.

La segunda función de la guaya es brindar seguridad al halado del nuevo cable con fibras ópticas que requiere de una fuerza de tracción constante, se debe recordar que el cable de guarda desmontado su vida útil se encuentra ya al límite por lo que no puede garantizar que no se rompa durante el tendido es por esto que a él se le aplica menos fuerza de tracción.

6.5 Elementos de Tracción y Anti-giratorios

En el proceso de tendido se debe unir varios cables metálicos que por su propia naturaleza mecánica tienden a girar y enredarse, cables como el de guarda desmontado, la coordina de acero o guaya, y el nuevo cable con Fibras Ópticas OPGW se unen entre sí con elementos de tracción y anti-giratorios diseñados para este trabajo de tal manera que el torque del uno no sea transmitido al otro.





De otro lado el cable OPGW tiene también una tendencia natural a girar al ser halado, por lo que se coloca un contrapeso cuya longitud y peso de los dispositivos varía dependiendo de la distancia de los vanos y longitud del enlace a instalar. Los contrapesos evitan el grave problema de torsión del cable, el operario ubicado en cada una de las torres debe tener especial cuidado el paso de los mismos por cada una de las poleas, ya que pudiese darse el caso que se produzcan atascamientos en el paso del cable.



Son llamados también “cangrejos” o “alacranes”, dispositivos de contrapeso consisten en una serie de elementos enlazados con bisagras, fijados al cable por una hendidura de dimensiones apropiadas forrada con neopreno o un material similar, sin provocar daño alguno. Se recomienda instalar siempre más de uno de estos dispositivos de tal manera que cuando uno atraviere la polea en el paso del cable el otro permanezca activo.



La punta de los cables especialmente el de la “guaya” y cable OPGW son protegidos mediante camisas o puntas de cabeza de cable, es un malla metálica diseñada de tal manera que es suficientemente holgado como para permitir que el cable sea introducido en el interior de la malla, pero que al ser estirado, estrangule el cable y lo sujete firmemente sin producir daños en el mismo.

6.6 Precauciones durante el Tendido:

- Asegurar la correcta instalación del cable, sin sobre-tracciones, ni giros del cable OPGW, compresiones inadecuadas, asegurando la regulación con la flecha correcta y la integridad de las fibras y tubos que conforman el cable.
- El cable OPGW se enrollará en los tambores del freno que deben tener como mínimo 80 veces el diámetro del cable OPGW.

- La velocidad de tendido es de 1 a 5 Km/h, dependiendo de las condiciones climáticas, geográficas y características mecánicas del cable.
- La máxima tensión de tendido está limitada al 50% de la carga de rotura del cable a instalarse, y un máximo esfuerzo en instalación de 1.000 kgf.
- El radio mínimo de curvatura del cable durante la instalación debe ser de 1 metro.
- Se debe dejar una longitud extra de cable en los extremos arreglada en rollos, de 10 a 20 metros de cable adicional, contados desde el suelo en las estructuras donde se efectuarán los empalmes.
- Todos los empalmes del cable OPGW deben realizarse e instalarse en las torres, no medio de un vano.
- En el proceso de tendido y templado se deberá proveer las protecciones para que no se apliquen cargas bruscas sobre las estructuras.
- La herramienta que se utilizará para el ajuste de pernos es el torcómetro.
- La tensión de tendido del cable OPGW, no deberá exceder los valores especificados, por lo que los dispositivos utilizados en el tensado.
- No amarrar a las estructuras ni a las fundaciones los tensores utilizados para anclajes temporales.
- Los tensores temporales y el equipo de tendido se ubicarán en sitios tales que se evite sobrecargar las estructuras por la imposición de cargas extras sobre las estructuras, se evitarán las cargas verticales excesivas.
- Proteger las estructuras que estén sujetas al roce temporal o permanente del cable piloto/guía con envolturas no metálicas.
- Las secciones de cable OPGW dañado debido a equipos, métodos o carencia de adecuadas protecciones, negligencia o malas maniobras al momento de ejecutarse los trabajos deben cortarse y desecharse.
- Si por la inclemencia del tiempo, daño en el equipo y otras razones justificadas, el cable OPGW deba permanecer en el equipo durante la operación de tendido y montaje se lo podrá hacer dejándolo a la máxima flecha posible siempre que se lo mantenga por lo menos a tres metros de distancia sobre la superficie del suelo y obstáculos por máximo 2 días.
- Mantener control y cuidado permanente para evitar pérdidas de hilos, enredos, torceduras o desgaste de modo alguno en el cable.
- Los tramos de cables que se encuentre sucios con contaminantes, polvo o cualquier material extraño serán limpiados usando paños limpios y/o cepillos de hilos duros.
- Evitar el giro sin avance de cable OPGW durante el tendido.
- Todos los trabajos a efectuarse deberán tener vigilancia y control continuo, a fin de evitar pérdidas de hilos y asegurar que el cable OPGW no se enrede, tuerza o desgaste de modo alguno, tanto en el procedo de desenrollado como tendido.
- La operación de tendido será coordinada mediante comunicaciones permanentes.
- Las secciones dañadas de cable OPGW por efecto de sujeción de grapas serán totalmente eliminadas antes de sea finalmente templados.



- En el cable de guarda a desmontar existen empalmes en cable de acero, que por el paso del tiempo pueden perder robustez y romperse al momento que son halados y pasan por los tambores de las máquinas de tendido. Para evitar que no se produzca este incidente se permite que el cable de acero con el empalme lleguen hasta 3 metros antes del tambor del malacate y en la primera torre más cercana al malacate se asegura el cable de acero mediante un elemento de retención, se libera la tensión de halado del cable y este baja hasta el suelo en donde mediante una manila larga, previamente envuelta en los tambores del malacate y una “agarradora” que toma el cable de acero a una distancia aproximada de 40 metros desde la máquina de tendido. Se retira el

elemento de retención colocado en el hilo de guarda y el malacate inicia nuevamente la maniobra de tracción del cable de acero y la manila a la vez en una velocidad no mayor a 1 Km/h hasta que el empalme de acero pase por los tambores, para este momento la agarradora queda cerca del malacate, esta es retirada al igual que la manila y se continua con el proceso normal de tendido.



6.7 Puesta a Tierra

Las Puestas Tierra son Sistemas pensados en protección de personas y equipos, de voltajes inducidos en los cables de tensado o en el cable OPGW, los siguientes requerimientos deben ser obligatorios para todas las secciones de la línea:

- Instaladas a ambos lados de la línea de transmisión debe instalarse puestas a tierra, así como en los tramos en los que su utilización se crean convenientes; su conexión debe ser firme evitando intermitencias, visibles para la inspección, de materiales tales como alambre de aluminio desnudo.



- Estas instalaciones y conexiones deben permanecer activas antes y durante el lapso de tiempo que duren los trabajos, retiradas únicamente cuando todas las labores hayan finalizado.
- Todos los equipos de tendido y tensado también será aterrados firmemente a través de varillas ancladas al piso, así como todas las partes conductoras de la instalación.
- Los equipos de tensado deben ser operados desde una plataforma aislada y con barandas o mallas igualmente con conexión hacia una puesta a tierra.
- Se instalará un tipo de puesta a tierra móvil a menos de 6 m. como máximo de los equipos de tendido, freno y malacate, para que el cable OPGW y el hilo de guardia queden puestos a tierra positiva y constantemente; la puesta a tierra tipo móvil es colocada directamente sobre el cable en el cual se realizan los trabajos, proveyendo una presión constante sobre el cable OPGW o hilo de guardia, y las poleas de contacto de las puestas a tierra tipo móvil serán con cojinetes de tipo de lubricado permanente. Las tierras móviles serán instaladas de modo de no exceder 1 ohm de resistencia medida entre el cable OPGW o hilo de guardia y el punto de unión del elemento de tierra a la torre o varilla de puesta a tierra enterrada.



- Durante la operación del tendido, los cables de guardia y cable OPGW deben ponerse a tierra en la primera torre adyacente a la instalación de tendido o tensado, mediante un conductor eléctrico desde el aparejo de tendido, puesto también a tierra. Los cables de puesta a tierra deben ser asegurados a las torres con un tipo aprobado de terminal a tierra y retirados usando pértigas.
- La instalación de los puentes temporales en cualquier ocasión en que el cable OPGW no sea continuo debe efectuarse por medio de pértigas, no trabajar cuando exista indicación de tormentas eléctricas en el área.
- Las cuadrillas de engrapado deben protegerse con puestas a tierra individuales del tipo grapa colocada con pértigas en cada sitio de trabajo; pero no podrán considerarse suficientes para proveer protección total a una cuadrilla contra una descarga eléctrica directa o contra una descarga que ocurra dentro de su área.

6.8. Condiciones de viento

Si el viento es tal que puedan causar en el cable OPGW una deflexión mayor de 1.5 metros en la mitad del vano desde la posición normal sin viento en vanos de hasta 500 m. y de 3m. ó superiores a 500m., la tareas de tensado y grapado deben ser suspendidas.

6.9 Templado o Flechado

El templado de cable OPGW se realizará como máximo 24 horas después que haya sido colocado en las poleas con los datos de flechas y tensiones proporcionados en las tablas de tendido. Se considerará el “creep” inicial únicamente si se efectúa el templado después de

tres horas de operación de tendido. Durante la operación de templado todo el cable OPGW permanece en poleas. La operación de templado se efectuará únicamente bajo condiciones atmosféricas favorables, relativamente sin viento y con temperaturas sobre 10°C.

Las flechas deben ser medidas en todos los sectores comprendidos entre retenciones:

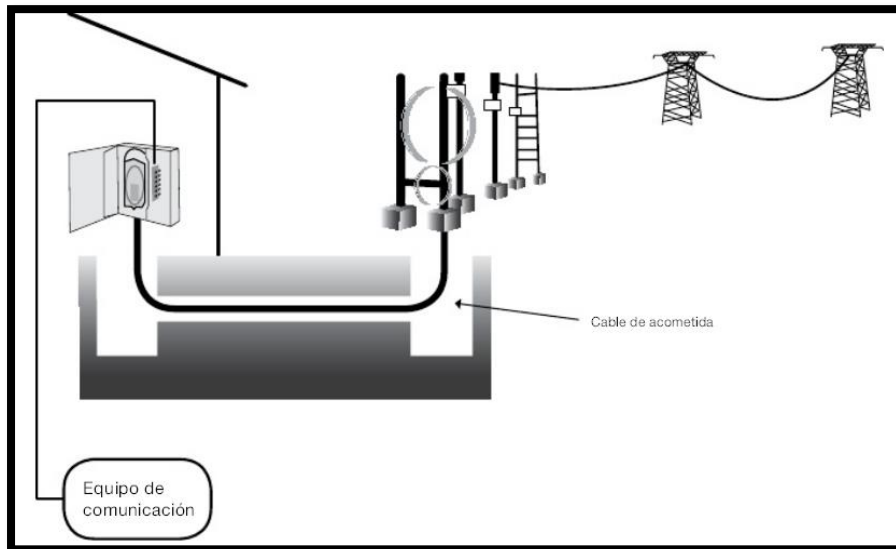
- En los vanos de control o reguladores, es decir el más largo.
- Todos los vanos mayores a 600 m.
- Vanos con ángulo vertical pronunciado, los vanos de control serán seleccionados prefiriendo los de mayor longitud y de buena ubicación del teodolito para el flechado.
- La tolerancia máxima es de más de 20 cm. y menos del 3% de los valores de flechas tabulados en cualquier vano, se debe comprobar que se obtenga los espaciamientos necesarios tanto a tierra como a otros obstáculos tales como líneas de energía y además verificará que los accesorios de suspensión mantengan su posición vertical después del engrapado.
- Para definir la temperatura de templado, se usa un termómetro aprobado; el cual debe estar insertado en el núcleo de un tramo de cable OPGW de longitud adecuada. Este tramo de cable OPGW se pondrá a pleno sol a una altura de por lo menos cuatro metros sobre el suelo y durante un período no menor a 30 minutos antes de la operación de templado. La temperatura que se lea se empleará como temperatura de templado.
- A fin de la operación de templado, se debe verificar las fechas de las operaciones de tendido y templado, número de las estructuras de los extremos de los vanos templados, factores de corrección usados debido al “creep”, método de medición de flechas y temperatura al momento de la medición.

6.10 Engrapado

Este proceso se lo hace inmediatamente terminado el flechado con personal experimentado y equipo adecuado para transferir el cable OPGW desde las poleas hasta los elementos de montaje definitivos que soportará al nuevo cable OPGW, para lo cual se marcará con precisión el sitio de engrapado en el punto en el cual el cable OPGW corta al plano vertical que contiene el eje central de las crucetas de la estructura metálica, excepto cuando se requiere un engrapado con desplazamiento horizontal (offset). Cuando se requiera un engrapado con desplazamiento horizontal, el cable OPGW debe venir marcado en el sitio de fijación de la grapa de suspensión midiendo sobre el cable la distancia del desplazamiento especificado partiendo del punto de corte anteriormente definido.

6.11 Instalación de Cable Tipo Ducto para Acometida a las SubEstaciones

El ingreso desde los pórticos de las Sub Estaciones, punto de llegada o final del cable OPGW, hasta los ODFs ubicados en los cuartos de control, se lo realiza mediante fusiones con cable óptico de acometida ARMADO protegidas con una manga de empalme y sus respectivas reservas alojadas en los organizadores; el orden para la instalación de dichos elementos se muestra en la siguiente figura:



Las rutas a seguir por los cables de acometidas se las realiza siguiendo la ductería y canalización existente en las SE, y sujetadas a las galerías de cables garantizando que el cable de fibra óptica no sufra daños que afecten el funcionamiento mecánico u óptico del mismo, manteniendo una perfecta continuidad de las fibras ópticas. El cable OPGW debe ser empalmado con el cable ARMADO de acometida, dieléctrico, en el pódico de la subestación, de esta manera se garantiza que no se pueda inducir corrientes hasta los equipos ubicados en el cuarto de telecomunicaciones.

El tendido de la fibra óptica en ducto se la realizará por el método manual, con operarios capacitados y equipo requerido.



Como equipo se utilizarán; una desembobinadora de acuerdo al tamaño de la bobina de fibra óptica; fusibles de tipo mecánico y rieles para el deslizamiento de la fibra al momento del ingreso a las cámaras o ductos. El personal que ejecuta los trabajos se encuentra comunicado continuamente y ubicados en puntos estratégicos para el normal avance de la fibra. En el método manual la fibra es halada únicamente por personas y se controla la tensión con fusibles mecánicos, es decir no se utilizan motores para aplicar la tensión de tracción. En los trayectos en donde se requiera mayor fuerza por la distancia o se requiera hacer giros pronunciados y la fibra ya no avance con normalidad, se formará un número "ocho" con la cantidad de fibra requerida y se procederá al avance de todo el personal.

Desde la salida caja de empalme ubicada en el pódico de cada Sub Estación, bajante de la estructura del pódico, hasta su canalización respectiva se deberá proteger al cable por medio de manguera de PVC reforzada; instalada con sus respectivos accesorios, tapones para el ingreso de aguas lluvia, uniones, conectores, grapas de fijación, etc.

Los trabajos de perforación de paredes de canalización existente para el ingreso de la manguera que contiene el cable posterior a la instalación se procede al resanado, en caso

de ser necesario. Si se diera el caso que para llegar hasta la canalización se necesite una excavación, se deberá realizar retirando la grava que se encuentra en el piso de la subestación, para luego ejecutar los trabajos de construcción de la zanja de 40 cm de profundidad y posterior tapado de la misma, la grava retirada deberá ser colocada nuevamente teniendo en cuenta que no debe existir impurezas (tierra) en ella.

Al efectuar el halado del cable de manera manual, en ningún momento se sobrepasará el valor de tensión y curvatura mínima recomendados por el fabricante. En los lugares donde la canalización cambia de dirección en “L”, “X” o “T” se deja la cantidad de cable con la suficiente holgura para evitar problemas de atenuación posteriores y además evitar cruces con otros cables que estéticamente deterioren la imagen de una instalación bien efectuada.

6.12 Desmontaje de Cable ADSS

El Cable ADSS existente que presta conectividad entre estas 3 subestaciones se encuentra ya muy deteriorado por efectos ambientales y afectaciones debido al efecto “tracking” que ha actuado sobre el mismo; provocando ya múltiples daños en el enlace y por ende múltiples empalmes ejecutados en las reparaciones realizadas al enlace por lo que es necesario su retiro.



El método utilizado será el manual, en donde, utilizando manilas se sujeta al cable y posteriormente se lo libera de cada uno de los herrajes que lo sostiene de las estructuras dejando, caer el cable al suelo suavemente y recogiéndolo en rollos son transportados hasta el sitio en donde se ejecutarán el bobinado de los cables.

Hay que mencionar en que muchos trayectos el cable se encuentra ya en el suelo, por lo que solo se recogerá y desmontará los accesorios de instalación. Se tratará que los retazos de cable ADSS sean lo más largos posibles.

6.13 Clasificación de Material Desmontado y Almacenaje

Tanto el Cable ADSS como los accesorios desmontados serán transportados a un lugar previamente destinado dentro de las subestaciones para el almacenaje temporal; aquí el material es clasificado de acuerdo a su tipo y estado, para luego ser embalado y etiquetado.

En cuanto al cable ADSS a desmontar y los sobrantes de Cable OPGW, estos serán recogidos y bobinados en capas en los carretes de cable OPGW vacíos que sobrarán de la instalación en el cambio del hilo de guarda, con la ayuda de una de las máquinas de tendido y la desenrolladora asegurándose que el cable no tenga torceduras durante el proceso.



Todas las bobinas serán etiquetadas e identificadas y una vez terminado este trabajo todos los materiales serán movilizados hacia las bodegas de Samanaga en la Ciudad de Ambato para su registro y posterior trámite respectivo.



7. TRABAJOS ÓPTICOS

7.1 Fusiones o Empalmes de Fibra Óptica



Una vez terminados los trabajos de tendido se iniciarán los trabajos de fusión y empalmes ópticos, en cada uno de los puntos donde se requería dar continuidad al enlace óptico, empalmes realizados por el medio del método de Fusión Térmica realizada por

Fusionadoras marca SUMITOMO pertenecientes a la empresa, máquinas que utilizan la alineación automática del núcleo para garantizar los resultados de la fusión.

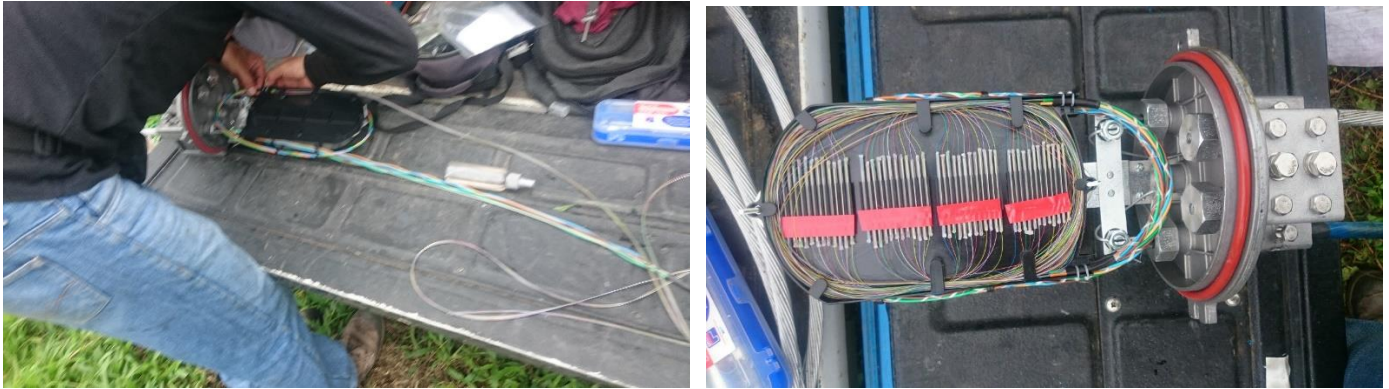
En la instalación se priorizará el uso en primera instancia de un ODF en una de las Subestaciones como es Santo Domingo (uno de los extremos del enlace), y luego la conexión del cable de acometida con el cable OPGW, para de esta manera tener un punto conectorizado y desde allí poder comunicarse a los diferentes puntos de trabajo y así monitorear el estado de los empalmes mediante un OTDR, ya que ninguno debe pasar el promedio bidireccional de 0,10 dB. El equipo de trabajo de fusión posee comunicación constante con el punto de monitoreo de fusiones, en donde se supervisa la efectividad del trabajo y se decide si un empalme satisficiese o no los requerimientos de la empresa, de no hacerlo el empalme se deshace y se lo repetirá tres veces más o hasta obtener los mejores resultados.



El proceso de fusión inicia con las puntas del cable OPGW ingresadas dentro de las estructuras metálicas que lo soportan, en donde las dos puntas bajan hasta el pie de la torre y desde allí se miden aproximadamente 15 m las puntas de cables son igualadas; ambas puntas son preparadas es decir se despoja de los hilos de aleación de aluminio y acero que conforman las coronas del cable hasta dejar desnudo al tubo central de aluminio que contiene los buffers plásticos contenedores de fibras ópticas, las distancias de preparación suelen un aproximado de 3.5 metros.



Luego al tubo de aluminio así como a las cintas plásticas y de metal se las corta y se deja libre los buffers, se los mide e ingresa a la caja de empalme, en donde se deja la reserva respetiva hasta llegar a los casetts donde se alojan las fusiones. Una vez allí los hilos de fibra son sacados del buffer, limpiados mediante elementos que diluyen el gel protector de los hilos. Una vez allí en el casetts todos los hilos de F.O. son medidos y fusionados.



Posteriormente los empalmes son protegidos mediante manguitos termo retráctiles colocados sobre los fusiones y alojados en las bahías destinadas a alojar los empalmes, todo esto de acuerdo al manual de instalación proporcionado por el fabricante de ODF, manga de empalme o cajas de fusión según corresponda así como el arreglo de la reserva de Fibra Óptica dentro de los compartimentos destinados para ellos.

Se recomienda seguir el procedimiento y medidas indicadas en los manuales de instalación tanto de las cajas de empalme y ODFs que el fabricante proporciona en el mismo Kit de instalación.

7.2 Longitud, Correspondencia y Continuidad Óptica del Enlace

La longitud óptica nos denota la longitud total del tramo a ser medido, y debe estar relacionado con el metraje del cable instalado e hilo de guarda desmontado; esto se puede medir mediante una prueba reflectométrica a través de un OTDR. La correspondencia de hilos garantizará que el Hilo 10 tenga la misma posición en el ODF A o el B, por deberá ser restantes, esto se comprobará con un transmisor y un receptor de potencia óptica; de igual manera esta prueba nos denotará la continuidad del enlace.

7.3 Coeficiente de Atenuación Óptica del Enlace

Se lo efectuará de acuerdo a la norma ITU-T-G.655.C, de acuerdo a la cual fueron fabricados los hilos de F.O., es decir no mayor a 0,35 dB/Km en la ventana de medición de 1550 nm. En caso de que la medida unidireccional arroje un resultado mayor al requerido, se deberá realizar la medida de manera bidireccional y obtener el valor promedio. En caso de que el valor supere este umbral no da a notar que el cable sufrió maltrato durante su instalación o se pudiese dar también el caso que la herrajería se encuentre ajustada en demasía.

7.4 Atenuación Bidireccional de Empalmes

El promedio de las mediciones bidireccionales no debe ser menor o igual 0,1 dB. Si este valor fuese mayor se deben realizar tantas refusiones necesarias como sean necesarias para cumplir con los valores solicitados.

7.5 Atenuación Total de Terminaciones

Este valor es obtenido en cada punta conectorizada del cable de Fibra Óptica en donde se encuentra instalado un distribuidor óptico con sus correspondientes confrontadores. Los valores a tomar en cuenta para su aceptación son:

- Pérdida de inserción del conector (máx. 0.20 dB y reflectancia ≤ -50 dB).
- Perdida debido al cable y conector del Pigtail (máx.0.20 dB).

- Empalme entre el Pigtail y cable de Fibra Óptica de acometida (max.0.10 dB).

La suma de estas pérdidas no deberá ser superior a 0,50 dB y reflectancia ≤ -50 dB, estas medidas se las toma mediante la utilización de una OTDR y de una bobina de lanzamiento de fibra óptica del mismo estándar del cable óptico instalado y Pigtails, para evitar la zona muerta. Al equipo se lo configura con el Ancho de pulso más bajo posible y un rango de distancia bajo pero que cubra la distancia de la bobina más la terminación óptica.

7.6 Atenuación Total del Enlace

Este valor debe ser tomado por medio de equipos receptores y transmisores ópticos, y no debe ser mayor a la atenuación teórica calculada, mediante el siguiente método:

$$a_T = La_L + n_e a_e + n_t a_t$$

Dónde:

L = longitud del cable en Km.

a_L = coeficiente de atenuación en 0,22 dB/Km en 1550 nm

n_e = número de empalmes

a_e = atenuación por empalme (0,1 dB)

n_c = número de conectores

a_c = atenuación por terminación Pigtail + conector (0,50 dB)

7.7 Configuración de Equipos Instalación de ODFs y Cajas de Empalme

Hay que recordar de existirán dos tipos de empalmes en estos enlaces: los OPGW-OPGW y los OPGW-Ducto, esto de acuerdo con el tipo de cable que se esté utilizando para realizar el enlace. Para evitar el rose del cable tipo ducto u OPGW con la estructura en donde se instalaría el empalme se colocó grapas de bajada para los cables descritas anteriormente en una distancia adecuada y cantidad suficiente para evitar futuros incidentes. Las grapas fueron instaladas en un costado de la torre formando un a "U" en donde se alojan las reservas de cables para futuros mantenimientos, ordenados de tal manera que los cables no se crucen entre sí en ningún trayecto.



En el pódico correspondiente donde se uniría mediante empalme al cable OPGW, se instaló una bajante de cable con manguera de PVC reforzada de $\frac{3}{4}$ " para protección del mismo; esta bajante fue asegurada a la estructura de la columna del pódico de manera vertical y

posteriormente se retiró la grava y se realizó una excavación de aproximadamente 40 cm hasta llegar a las trincheras o canalizaciones existentes, en donde se perforó el muro de concreto y se instaló un terminal, para luego resanar los filos de las perforaciones hechas.



En la parte superior de la bajante de cable, una vez instalada se procedió a tapar la entrada con espuma expansiva para evitar el ingreso del agua y que esta provoque oxidación y deterioro de los materiales instalados.



Las mangas de Empalme son instaladas en la parte más alta de las estructuras metálicas y pórtico, de preferencia sobre el elemento anti-torsión de la estructura y aseguradas con un herraje propio proporcionado por el fabricante de la manga de empalme ubicado en los mismos ángulos de la estructura.



Los ODFs son instalados dentro de los cuartos de telecomunicaciones ubicados en cada una de las subestaciones, en el Rack de 19" destinados para ello, en el ingresa el cable armado con Fibras Ópticas preparado de tal manera que ingresa solamente con la chaqueta interior hasta las mangueras plásticas conductoras los cuales guían a los buffer contenedores de fibras ópticas hasta los casettes donde se alojan las fusiones. En los ODFs se ordenan todos los hilos de Fibra óptica de acuerdo al código de colores utilizado en la instalación en cada uno de los acopladores tipo E2000 ubicados para tal propósito.



SE Santo Domingo



SE Quinindé

Los ODFs posteriormente son etiquetados para su rápida identificación, hay que tomar en cuenta que se debe dejar la reserva necesaria de buffer y mangueras contenedoras suficientes como para que al halar las bandejas hacia adelante por mantenimiento u operación y regresarlas hacia su posición original, los hilos o buffers no sufran daños por dobladuras o aplastamientos.

7.8 Pruebas de certificación de la Red

La certificación de la Red nos permite verificar que todo ha sido instalado correctamente y se tiene total conectividad en el enlace cumpliendo con los parámetros establecidos en la calidad de las instalaciones. Las pruebas a realizarse son:

PRUEBAS DE REFLECTOMETRÍAS

Estas medidas se las toma por mediante un OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) que es un instrumento óptico-electrónico usado para diagnosticar una red de fibra óptica, puede ser utilizado para estimar la longitud de la fibra, y su atenuación, incluyendo pérdidas por empalmes y conectores, así como para detectar fallos, tales como roturas de la fibra.

El OTDR inyecta en la fibra bajo análisis una serie de pulsos ópticos y extrae, del mismo extremo de la fibra, luz que ha sido dispersada y reflejada de vuelta desde puntos de la fibra con un cambio en el índice de refracción. La intensidad del pulso devuelto es integrada como una función del tiempo, y representada en función de la longitud de la fibra.



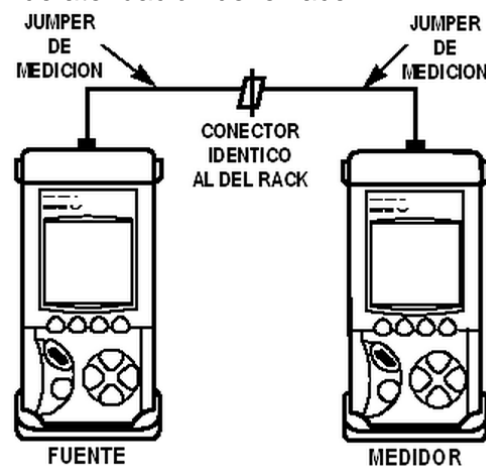
Se realizan dos tipos de mediciones una para realizar un análisis y diagnóstico de las terminaciones ópticas para lo cual es necesario la utilización de una bobina de lanzamiento, en conjunto con un Reflectómetro óptico sirven para realizar los ensayos ópticos de tramos de fibra óptica en dominio de tiempo eliminando la "zona muerta" que impide que ciertos eventos

se puedan visualizar. Y las segundas es un análisis del tramo del enlace propiamente dicho, este se lo realiza sin la bobina de lanzamiento

Estas mediciones a tomar son mayores a los 80 Km, por los que los equipos serán configurados en modo EXPERTO, es decir ellos estimarán de manera automática: el ancho de pulso y tiempo de adquisición. Los parámetros a configurar de manera fija serán: la Longitud de Onda a la cual se realizará la medición de 1550 nm. y el Índice de Refracción 1,4682 para las longitudes de onda antes mencionadas respectivamente. Todo esto con el fin de que las pruebas arrojen resultados confiables y presten las mejores facilidades para el análisis.

PRUEBAS DE POTENCIA / ATENUACIÓN TOTAL DEL ENLACE

Además de las reflectométricas es necesario realizar pruebas de Atenuación Total del Enlace o también llamadas de Potencia. Esta medida nos da a notar cuanta potencia óptica se pierde en el trayecto del enlace para ello se requiere de la utilización de los vatímetros ópticos serán acerados antes de la medición y colocados en automático para que de esta manera se obtenga solo el valor de atenuación del enlace.



Un receptor y un transmisor, el transmisor emite luz hacia el enlace en una potencia establecida y fija mientras que el receptor mide la cantidad de potencia que recibe y la compara con la que el transmisor emite dándonos como resultado la diferencia o pérdida del enlace (dB) en las diferentes ventanas de medición que requiramos, los resultados pueden ser mostrados también en unidades potencia (dBm).

8 MANEJO DE RECURSOS

8.1 Cumplimiento de Plan de Manejo Ambiental

Desde la implementación de los campamentos hasta posterior a la finalización del tendido del cable e instalación de equipos, se cuida estrictamente que se cumpla con todas las especificaciones para un adecuado manejo del medio ambiente y los daños que ineludiblemente tengan que efectuarse serán inmediatamente solucionados. Básicamente este punto contempla en seguir las recomendaciones dictadas en el Reglamento Interno de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional vigente en CELEC, y cuyo fiel cumplimiento debe ser seguido, el cumplimiento del plan de manejo ambiental englobará las siguientes actividades:

- Control de Calidad del trabajo, que verificará la calidad y efectividad de las labores realizadas, realizándose reprogramaciones de ser necesario.

- Manejo Ambiental, en el que se realizará medidas de prevención, compensación y mitigación de los efectos negativos que puedan desprenderse de las fases constructivas de la línea.
- Capacitación en el tema de Mitigación de Impacto Ambiental, al personal involucrado en la obra.
- Seguridad e higiene, que se encargará de controlar el abastecimiento y correcta utilización de los equipos de seguridad reglamentarios para cada tipo de actividad, así como mantener la higiene de cada sitio de trabajo.
- Programa de contingencias, mantener la capacitación de programa adecuado y eficiente para casos imprevistos que puedan afectar tanto a las personas como a la naturaleza.

8.2 Equipamiento Utilizado

Para que el proyecto se ejecute con la normalidad necesaria para alcanzar los fines propuestos hasta obtener el fin deseado, a continuación se mencionan uno cuantos de los más importantes e indispensables:

- Camión grúa de 8 toneladas de capacidad, para movilización de carretes y máquinas de tendido (2)
- Camión de 5 toneladas de capacidad, para movilización de materiales y herramientas de trabajo (4)
- Vehículos para movilización de personal en la obra. (9 camionetas y 1 bus para 25 personas)
- Poleas para cable OPGW, 12 de 80cm, 12 de 60cm, 14 de 45cm y 12 de 30cm, mínimo de diámetro a la canaladura.
- Malacate, cabrestante o winche de tendido para halar un conductor de 2000 KG de tracción. (1)
- Freno para un conductor de 2000 KG de tracción (1)
- Portacarretes, impulsor o desenrolladora (2)
- Dos rebobinadores, medias tipo kellen, cabos de manila, herramientas menores, anti giradores, etc.
- Equipo necesario para flechado: teodolito, dinamómetro
- Equipos de radiocomunicación (2 bases en cada equipo de tendido y una en cada camión y 30 móviles)
- Equipos completos de puesta a tierra (6)
- Contrapesos y elementos anti giratorios
- Juego de herramientas menores: tecles, torcómetro, manilas, llaves, fundas de cabeza, etc.
- Manilas para maniobras.
- Poleas y manilas de servicio
- Agarradoras para hilo de guarda y cable OPGW
- Coordina de acero (4 de 1.6 km cada una)
- Equipo para fusión de fibra óptica SM
- Set de limpieza de fibras Ópticas
- Set de preparación de cables OPGW y ARMADO
- Bobina de lanzamiento de la misma tecnología que la empleada en el cable óptico y Pigtails.
- Equipo Reflectómetro Óptico OTDR
- Equipos Ópticos para Medición de Atenuación Total: Transmisor y Receptor
- Set de accesorios y materiales de servicio para fibra óptica
- Equipo de telecomunicaciones, preferentemente óptico

8.3 Personal Involucrado en el Proyecto

El personal encargado de ejecutar supervisar y controlar los trabajos del proyecto, en cada uno de sus etapas cuenta con la suficiente experiencia capacitación para la ejecución de las labores encomendadas tanto para trabajo en alturas como en suelo. El Personal para designado a los frentes de trabajo, adicionado al Personal Directivo, que participa en los trabajos, entre otros son:

- Ingenieros Residentes ESPECIALISTA en líneas de transmisión y/o en tendido de cables de fibra óptica OPGW, ADSS y de tipo armado.
- Especialistas en fusiones y pruebas ópticas.
- Especialistas en seguridad industrial.
- Personal Especialista en Administración.
- Jefes de frente de trabajo, experimentado en tendido de cable OPGW.
- Topógrafo.
- Capataces de tendido, experimentado en tendido de cable.
- Capataces de vestido y riega.
- Capataces de engrapado y regulado para cables OPGW y ADSS.
- Jefes de cuadrillas para cada una de las actividades, con experiencia en tendido de cables OPGW y ADSS con líneas energizadas.
- Personal técnico con conocimiento suficiente para los diferentes trabajos.

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El balance general del trabajo fue altamente satisfactorio dado que a través del desarrollo del proyecto, junto con el desarrollo e implementación de los métodos y procedimientos adecuados, se logró realizar el desmontaje del hilo de guarda de acero y ADSS además de realizar el tendido de cable de Fibra Óptica tipo OPGW; procedimientos que se describen en la Presente Memoria Técnica.

Este trabajo involucra brindar un mayor grado de seguridad a las personas, vegetación y vehículos que desarrollan sus normales actividades bajo la línea de transmisión, hay que recordar que el hilo de guarda se encontraba a punto de cumplir su tiempo de vida útil.

Por último la recomendación es continuar con el mismo trabajo en la Línea de Transmisión Quinindé – Esmeraldas, para de esta manera tener enlaces de Fibra Óptica de alta confiabilidad para de esta manera no estar atado a los problemas del Enlace ADSS de F.O. instalado en esta línea que sufre constantes averías .