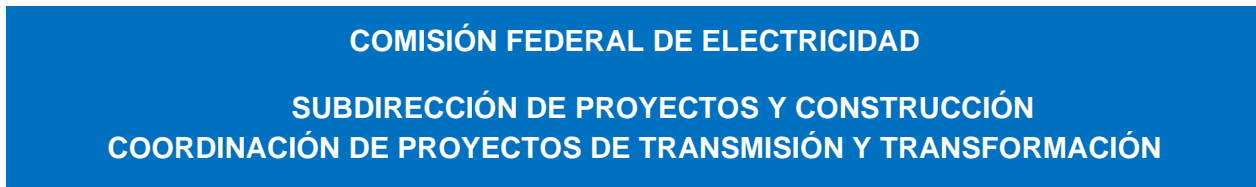
 COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD	SUBDIRECCIÓN DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN COORDINACIÓN DE PROYECTOS DE TRANSMISIÓN Y TRANSFORMACIÓN	HOJA 1 de 28
	ESPECIFICACIONES PARA LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN CON TECNOLOGÍA LIDAR AEROTRANSPORTADO	Rev. 03 04/11/2016



ESPECIFICACIONES PARA LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN CON TECNOLOGÍA LIDAR AEROTRANSPORTADO

REVISIÓN: 03
NOVIEMBRE 2016



MÉXICO

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	3
2	OBJETIVO.....	3
3	NORMAS Y ESPECIFICACIONES QUE APLICAN.	3
4	ALCANCE	3
5	ABREVIATURAS	4
6	DEFINICIONES.....	5
7	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO MEDIANTE SISTEMA LÁSER AEROTRANSPORTADO	6
7.1	<i>Proyecto de vuelo</i>	6
7.2	<i>Aeronave y equipos</i>	6
7.3	<i>Cobertura del Levantamiento</i>	7
7.4	<i>Estándares de exactitud</i>	7
7.5	<i>Red de Puntos GPS para Apoyo Terrestre</i>	8
7.6	<i>Levantamiento Topográfico de Campo.....</i>	8
7.7	<i>Cruzamientos.....</i>	10
7.8	<i>Lista de Códigos Topográficos</i>	12
8	PRODUCTOS ENTREGABLES.....	13
8.1	<i>Productos de la Franja de 1 km:.....</i>	14
8.2	<i>Productos de la franja de 100 m:.....</i>	16
8.3	<i>Capacitación</i>	22
8.4	<i>Documentación.....</i>	22
9	ANEXOS	24
9.1	<i>Anexo 01: Plano de Localización General de Trayectoria.....</i>	25
9.2	<i>Anexo 02: Cuadro de Referencia del Plano de Localización General de Trayectoria</i>	26
9.3	<i>Anexo 03: Plantilla de Plano de Topografía de Planta y Perfil.....</i>	27
9.4	<i>Anexo 04: Ejemplo de Plano de Topografía de Planta y Perfil.....</i>	28

1 INTRODUCCIÓN

Una de las actividades más importantes para el diseño y la construcción de **líneas de transmisión (LT)** es la realización de los levantamientos topográficos. Por ello, la Comisión implementará la tecnología LIDAR aerotransportado con la finalidad de incrementar la eficiencia en la generación de esos datos altimétricos y planimétricos. La topografía de detalle LIDAR de la trayectoria también pretende disminuir el tiempo de ejecución de esos levantamientos y por ende optimizar costos en el proyecto general.

2 OBJETIVO

Efectuar un levantamiento topográfico con el empleo de tecnología LIDAR aerotransportado, combinado con fotografía aérea digital, con el propósito de contar con la altimetría y planimetría de detalle para el diseño electromecánico de Líneas de Transmisión (LT) Eléctrica de Alta Tensión.

3 NORMAS Y ESPECIFICACIONES QUE APLICAN.

De las normas siguientes se tomará la versión vigente:

- Especificación Para Levantamientos Topográficos de Subestaciones Eléctricas. (especificación CPTT-DSS-002/12).
- Especificación Para Levantamientos Topográficos de Líneas de Transmisión (Especificación CPTT-DSS-001/05)
- INEGI: Norma Técnica para el Sistema Geodésico Nacional (23 DIC 2010)
- INEGI: Norma Técnica de Estándares de Exactitud Posicional (23 DIC. 2010)
- NOM-008-SCFI-2002 Norma Oficial Mexicana, Sistema General de Unidades de Medida.
- INEGI: Norma Para la autorización de Levantamientos Aéreos y Exploraciones Geográficas en el Territorio Nacional (05 JUN. 2013).

4 ALCANCE

La ejecución de levantamientos topográficos aplica para entradas de diseño para la construcción de LT desde 69 hasta 400 kV en corriente alterna y líneas de ± 500 kV en corriente directa.

El uso de esta tecnología se recomienda porque en algunos casos reduce costos de ejecución en comparación a un levantamiento terrestre, cubre mayor superficie y garantiza una alta precisión. Sin embargo, su aplicación queda a conveniencia del Contratista. Las tecnologías LIDAR aerotransportado y fotografía aérea digital son la fuente para generar la información descrita en el apartado: "PRODUCTOS ENTREGABLES" de este documento.

El área y cobertura que forman la base del levantamiento topográfico LIDAR, será el eje de la trayectoria plasmado en el "Plano de Localización General de Trayectoria", en el mismo se indican las coordenadas X y Y de los Puntos de Inflexión en la proyección UTM Datum WGS84. La cobertura de dichos productos se divide en dos corredores a los largo del eje de la línea proyectada: 1) Corredor de 1 km, 500 m a cada lado del eje; 2) Corredor de 100 m (inscrito en el anterior), 50 m a cada lado del eje (Figura 1).

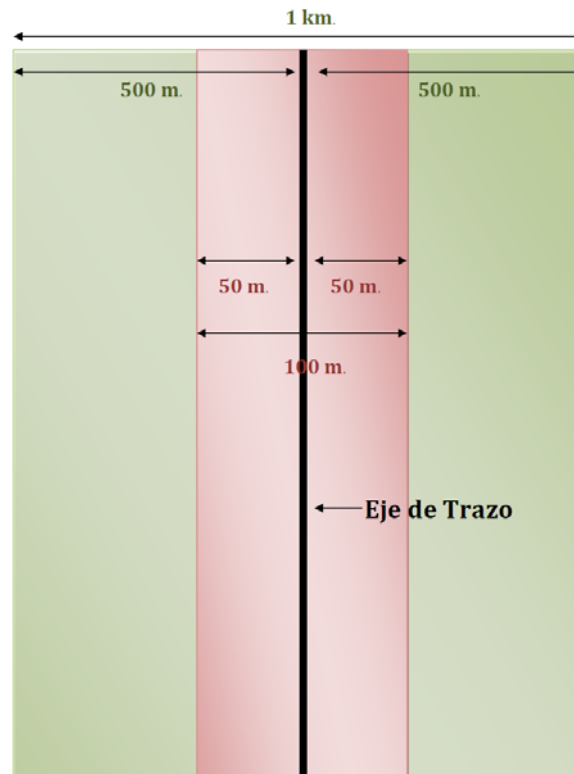


Figura 1 Cobertura del vuelo LiDAR

5 ABREVIATURAS

ASPRS	Asociación Norteamericana de Teledetección y Fotogrametría
BDT	Bienes Distintos a la Tierra
BN	Banco de Nivel
CFE	Comisión Federal de Electricidad (Comisión)
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
DSM	Modelo Digital de Superficie
DTM	Modelo Digital de Terreno
DEM	Modelo Digital de Elevación
FFCC	Ferrocarril
GPS	Sistema de Posicionamiento Global (USA)
GLONASS	Sistema Global de Navegación (Rusia)
GNSS	Sistema Global de Navegación por Satélite
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
ITRF	Marco de Referencia Terrestre Internacional
kV	Kilo Volts
LD	Línea de Distribución
LiDAR	Light Detection and Ranging
LT	Línea de Transmisión
PA	Punto de apoyo terrestre
PI	Punto de Inflexión
PID	Punto fotoidentificable

PST	Punto Sobre Tangente
RG	Rumbo Geodésico
EMC	Error Medio Cuadrático
RGNA	Red Geodésica Nacional Activa
SE	Subestación Eléctrica
UTM	Proyección Universal Transversa de Mercator
V	Vértice
WGS 84	Sistema Geodésico Mundial de 1984
X	Valor de la coordenada Este. Valor numérico expresado en metros, que indica la distancia de un punto al Este respecto al meridiano de origen en un sistema de coordenadas cartesiano.
Y	Valor de la coordenada Norte. Valor numérico expresado en metros, que indica la distancia de un punto al Norte, respecto al paralelo de origen en un sistema de coordenadas cartesiano.
Z	Valor de la Altitud. Distancia en metros sobre el nivel medio del mar.

6 DEFINICIONES

Comisión:	Comisión Federal de Electricidad
Contratista:	La empresa que celebre contratos de obras públicas o de servicios relacionados con las mismas.
Levantamiento Topográfico:	Comprende todas aquellas actividades realizadas con el fin de recabar información necesaria para determinar la ubicación de puntos, accidentes naturales y artificiales necesarios para su representación en un plano.
Perfil Lateral:	Representación del perfil longitudinal paralelo al eje del trazo, cuando el terreno presente una pendiente transversal al eje del trazo.
Entronque:	Es el punto de interconexión de una LT en proyecto mediante una apertura de una LT existente.
Trayectoria:	Eje geométrico del proyecto definido por los puntos de salida, de inflexión intermedios y de llegada.
LiDAR:	La tecnología LiDAR (Light Detection and Ranging), es un sistema activo de teledetección que se basa en la medición del tiempo transcurrido entre la emisión de un pulso de energía y su llegada al sensor, después de haber sido reflejado por algún elemento de la superficie terrestre.
Datum	Origen de un Sistema De Referencia

[illegible]

En cada punto a señalizar (PI, PST, vértice de control o cruzamiento), se colocará una **mojonera** de concreto o una **marca** con pintura, como se describe más adelante.

En el caso de los PST, las mojoneras se deberán instalar en tangentes mayores a 5 km y hasta 20 km, dichas marcas deberán ser colocadas a una distancia aproximada a la mitad de la tangente correspondiente. Para tangentes mayores a 20 km, los PST deberán ser colocados a una distancia aproximada de 10 km de separación; los PST deberán ubicarse preferentemente en partes altas y áreas libres de vegetación.

Las características de las **mojoneras de concreto** son: forma trapezoidal con 15 cm de corona por 25 cm de base y una altura de 40 cm. Las mojoneras se deben fijar firmemente al terreno, y deben sobresalir a la superficie entre 10 y 15 cm; pueden ser coladas directamente en la excavación o precoladas adheridas al terreno con mortero.

Se debe utilizar pintura de aceite color blanco para indicar las mojoneras de los PST y color amarillo para indicar las de los PI definitivos. En cada mojonera se deben escribir los datos del proyecto (ver la Figura 2).

- En la **cara superior** se debe colocar una varilla o alambrcn inmerso 10 cm en el concreto, que indique el eje y pintarse con color rojo las siglas CFE y el número consecutivo del PST, PI y vértice de control;
- Cara **lateral 1**: coordenadas x, y, z;
- Cara **lateral 2**: nombre del proyecto abreviado;
- Cara **lateral 3**: ángulo de deflexión;
- Cara **lateral 4**: kilometraje (si aplica).

Las mojoneras que deberá colocar el Contratista aplican para los puntos de inicio y terminación de la línea, vértice de control, puntos de inflexión (PI) y otros como PST y Cruzamientos.

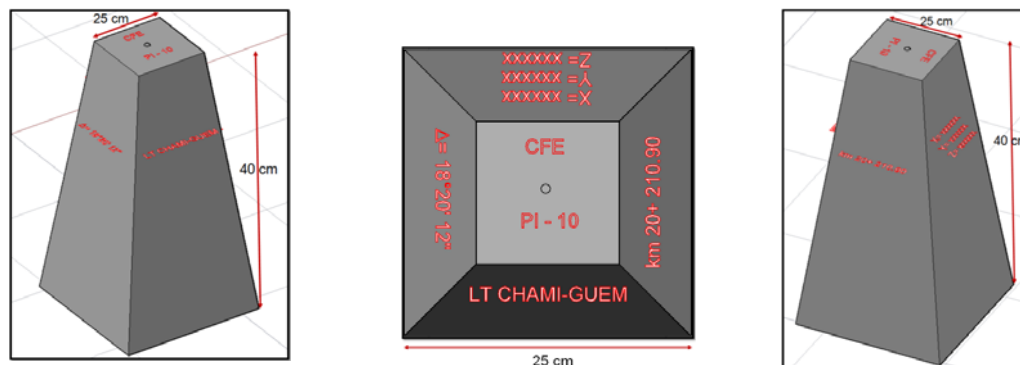


Figura 2: Mojoneras

Si el trazo va por zonas donde haya roca, los PST y PI **no** deben utilizar mojoneras, sino marcar un círculo de 30 cm de diámetro y uno concéntrico de 10 cm pintados de blanco para los PST y amarillo para los PI. Ahí mismo, se debe marcar el eje del trazo con un clavo para concreto. Al igual que en las mojoneras, las leyendas deberán pintarse con pintura de aceite roja a un costado del círculo exterior donde sea conveniente. La leyenda debe incluir todos los datos como se especifican para las caras de las mojoneras.

7.7 Cruzamientos

Cuando el eje de la línea cruce con alguna de las obras de infraestructura que se mencionan a continuación, aprovechando la información LIDAR y las ortofotos aéreas e investigación de campo, se deberá incluir en los planos de Topografía, Planta y Perfil, la siguiente información:

7.7.1 Con Carreteras y Caminos de Terracería

- Kilometraje y elevación del eje de la línea en el cruce con el eje de la carretera o camino;
- Kilometraje de la carretera en el punto del cruce y sus destinos;
- Ángulo interno de intersección entre las carreteras y caminos respecto a la trayectoria;
- Tipo (federal, autopista, estatales, etc.) y número oficial;
- Límites del derecho de vía.

7.7.2 Con Vías de Ferrocarril

- Kilometraje y elevación del eje de la línea en el cruce con el eje de la vía del FFCC;
- Clave y kilometraje de la vía de ferrocarril en el punto de cruce;
- Nombre de la vía férrea, así como su origen y destino;
- Ángulo interno de intersección entre la vía de ferrocarril respecto a la trayectoria;
- Límites del derecho de vía.

7.7.3 Con Ríos y Canales

- Nombre del río, arroyo o canal y ancho de zona federal;
- Dirección de la corriente;
- Ángulo interno de intersección entre el río o canal respecto a la trayectoria;
- En caso de cruzar ríos navegables, se deberán investigar datos de alturas máximas de las embarcaciones que lo navegan;

7.7.4 Con Ductos de Gas, Petróleo y Similares

- Kilometraje y elevación del trazo en el punto de cruce con el eje aproximado del ducto;
- Ángulo interno de intersección entre el ducto respecto a la trayectoria;
- Límites del derecho de vía.

7.7.5 Con Líneas Telefónicas

- Kilometraje y elevación del eje de la línea en el punto de cruce;
- Altura del cable más alto;
- Ángulo interno de intersección entre la línea telefónica respecto a la trayectoria;

7.7.6 Con Líneas de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica (69-400 kV en CA y ± 500 en CD).

- Kilometraje y elevación del eje de la línea en el punto de cruce;
- Nombre y tensión nominal de operación de la línea que se cruza;
- Ángulo interno de intersección entre la LT o LD respecto a la trayectoria;
- Altura de cables desde el terreno natural de guardas y cables conductores, indicando su nomenclatura:
- Hilo de guarda (HG),
- Cuando se trate de estructuras de disposición vertical: Conductor superior (CS), medio (CM) y (CI).
- Cuando se trate de estructuras de disposición horizontal: Conductor Derecho (CD), central (CC) e izquierdo (CI).
- Se deberá obtener la temperatura ambiente en el momento de realizar las mediciones en campo. Si las mediciones se realizan a partir del vuelo **LIDAR**, se debe proporcionar temperatura ambiente al momento de la toma de datos.
- Perfil lateral de los cables de guarda y conductores de la línea existente a 12 m y a 24 m en ambos lados del eje del cruce.
- Distancia del punto de cruce a las torres adyacentes, indicando el número y tipo de estructura de la línea que se está cruzando.

7.7.7 Con Linderos

- Cercos vivos (árboles sembrados sobre linderos);
- Cercos de alambre de púas, mallas, bardas, piedra, bordos, etc.
- Indicar el ángulo interno de los cruzamientos de los linderos respecto al eje de la trayectoria.

7.8 Lista de Códigos Topográficos

Los códigos y descripciones del siguiente listado, son los que se deberán utilizar para codificar la nube de puntos y los atributos de los archivos vectoriales.

	Código	Descripción
Puntos del Terreno	200	Terreno Natural
	210	Punto de Inflexión
	220	Perfil Lateral
	230	Claro especial requerido
	240	No proyectar estructuras
	250	Punto Relevante (arqueológico, noria, etc.).
	255	Estación total
	260	Malpaís, Material tipo III
Obstáculos sobre el Terreno	300	Arroyo
	305	Barranca
	310	Caminos
	315	Canal
	320	Carretera Pavimentada
	325	Terracería
	330	Cercos, Linderos
	335	Cuerpos de Agua, tales como: Estanque, Lagos, Jagüey, etc.
	340	Ducto de Drenaje
	345	Ductos de Gas, Petroquímicos, Líneas Eléctricas, de Teléfono, de Agua y Fibra Óptica.
	350	Vías de FFCC
	360	Pantano
	365	Pavimento/Calle
	370	Puente
	375	Río
	380	Señalamiento y/o Anuncio
	385	Tubería de Agua
Obstáculos Aéreos	400	Árbol
	405	Arbotante o Luminaria
	410	Construcción
	415	Estructura de Acero
	420	L.D. (Línea de Distribución)
	425	L.T. de 115 kV
	430	L.T. 138 kV
	435	L.T. 230 kV
	440	L.T. 400 kV
	445	Teléfono, Telégrafo
	450	Cultivo de Caña
	455	Zona de Cultivos
	460	Zona de Bosques
	465	Cultivo de Alto Costo (vid, nogales, etc.).
	470	Sistema de Riego (determinar con ortofoto).

8 PRODUCTOS ENTREGABLES

Cobertura: Los productos entregables se dividen en dos partes para toda la trayectoria del eje: una para el corredor de 1km que forman 500 m a cada lado del eje; y otro corredor de 100 m de ancho, 50 m a cada lado del eje (Figura 1).

Proyección: Todos los productos deberán entregarse en la proyección UTM asociada al Datum WGS 1984, en la zona que corresponda el proyecto. Cuando el proyecto abarque más de una zona UTM, la información se deberá dividir en las partes de cada zona utilizando una igualdad (preferentemente un PI) para traslapar las zonas contiguas.

Nomenclatura: Los nombres de los archivos deberán estar asociados al producto y proyecto que representen. Por ejemplo, si el producto es la "nube de puntos" del proyecto "LT Güémez-Regiomontano", se debe asignar como sigue:

Producto	Proyecto	No. de Mosaico	Nombre del archivo
Nube de puntos	Línea de Transmisión Güémez-Regiomontano.	01	"NP_GUE-REG_01.las"

Medios de entrega: La entrega de información de los productos debe realizarse en discos duros. La revisión de estos trabajos es requisito indispensable para continuar con la etapa de diseño, y no exime de responsabilidad al Contratista de realizarlos nuevamente de conformidad y aprobación por la Comisión.

El Contratista deberá entregar la información final en archivos compatibles con los siguientes programas de cómputo:

- PLS-CADD versión 13.2 o superior.
- Plataforma Autodesk 2004 a 2016.
- ESRI ArcGis Desktop versión 10.3 o anterior.
- MS Office 2007 o superior.
- Sistema operativo Windows 7.

Si el Contratista entrega la información en programas y versiones diferentes a las indicadas, deberá suministrar sin costo al menos 5 licencias del software para la Comisión.

Los archivos con información final deberán ser entregados a la Comisión en discos duros externos y respaldados en DVD. Los archivos deberán estar organizados de forma lógica por corredor y por producto.

El calendario de las entregas de los productos, el plazo para la revisión de los mismos por la Comisión, así como los tiempos de ajustes a estos por el Contratista se especificará en las Bases de Licitación de cada proyecto.

8.1 Productos de la Franja de 1 km:

8.1.1 Nube de Puntos LiDAR filtrada.

A partir de la nube de puntos ajustada vertical y horizontalmente, se procederá al filtrado automático y manual de la misma, utilizando diferentes algoritmos para comparar entre puntos la mejor representación del terreno. Mientras el filtrado automático deberá generar una superficie de aproximadamente un 85-90% libre de anomalías y defectos, el proceso posterior de filtrado deberá ser llevado manualmente para remover aquellas anomalías y defectos no resueltos por el filtrado automático. A partir de este proceso, el Contratista entregará los siguientes productos:

Nube de puntos con todos los retornos válidos en formatos clasificada de acuerdo a la especificación LAS 1.4 de la ASPRS.

Formato(s):	LAS
Nomenclatura:	"NC1_XXX-XXX_01.las"
Tamaño de archivo:	Tiles con el mayor cubrimiento espacial ≤ a 1.5 GB cada uno.
Resolución:	La que se requiera para obtener al menos un punto de terreno por m ² .
Tipo:	Nube de puntos

8.1.2 DTM

Modelo Digital de Terreno generada con la clase "terreno" de la nube de puntos LiDAR.

Formato(s):	grd (de ESRI)
Nomenclatura:	"DTM1m_XXX-XXX_01.grd"
Tamaño de archivo:	Tiles con el mayor cubrimiento espacial ≤ a 1.8 GB cada uno.
Resolución:	Tamaño de pixel de 1m
Tipo:	Raster

8.1.3 DSM

Modelo Digital de Superficie generada con la clase "no terreno" de la nube de puntos LiDAR.

Formato(s):	grd (de ESRI)
Nomenclatura:	"DSM1m_XXX-XXX_01.grd"
Tamaño de archivo:	Tiles con el mayor cubrimiento espacial ≤ a 1.8 GB.
Resolución:	Tamaño de pixel de 1m
Tipo:	Raster

8.1.4 Curvas de nivel

- 1) Curvas de nivel derivadas del DTM en formato "shp".

Formato(s):	"shp" (de ESRI)
Nomenclatura:	"CN1_XXX-XXX_01.shp"
Tamaño de archivo:	Tiles con el mayor cubrimiento espacial ≤ a 100 MB cada uno.
Resolución:	Equidistancia entre curvas ordinarias @ 1m; maestras @5m.
Tipo:	Vectorial
Atributos:	Una columna de <u>tipo texto</u> con el nombre "DESC": en cada registro describir si es curva ordinaria o maestra. Una columna de <u>tipo numérico</u> nombrada "Z" con el valor de elevación. Una columna de <u>tipo texto</u> nombrada "CODE" con el valor del código topográfico "200".

8.1.5 Ortofotos a color

Mosaico(s) digital(es) de imágenes aéreas ortorectificadas con resolución espacial de 10 cm para toda el área de estudio ligados a la huella de los productos LIDAR. Las fotos aéreas deberán ser capturadas durante el periodo de vigencia del contrato de los trabajos.

Formato(s):	ECW o JP2
Nomenclatura:	"ORT_XXX-XXX_01.ecw/jp2"
Tamaño de archivo:	Tiles con el mayor cubrimiento espacial ≤ a 1.8 GB cada uno.
Resolución:	Tamaño de pixel de 10cm
Tipo:	Raster

8.2 Productos de la franja de 100 m:

8.2.1 Nube de Puntos Codificada

La nube debe ser entregada en formato o código *.las 1.4 o una versión superior que soporte PLS-CADD. Los archivos *.las de toda la nube pueden ser segmentados en mosaicos para agilizar su manejo en equipos de cómputo con 16 GB de RAM.

La nube de puntos debe ser entregada en un en el proyecto integrado de PLS-CADD (importando los archivos ".las"), y deberá estar codificada con los códigos topográficos y descripciones de la sección 7.8, así como incluir los valores "X", "Y" y "Z" de cada punto. Además de la nube de puntos, el archivo ".bak" de PLS-CADD debe incluir ortofotos, planimetría y alineamiento (ver apartado 8.2.7).

Formato(s):	"LAS", ".xyz/bak".
Nomenclatura:	"NPT_XXX-XX_01.las" ".xyz/.bak"
Tamaño de archivo:	Tiles con el mayor cubrimiento espacial \leq a 1.5 GB.
Resolución:	4 retornos por m ²
Tipo:	Nube de puntos
Atributos:	La clasificación de esta nube deberá ser al nivel de detalle de la planimetría en el estándar LAS.

8.2.2 Líneas de quiebre

Con ayuda de las ortofotos, nube de puntos y MDT, se deberán obtener las líneas de quiebre.

- 1) Líneas de quiebre en formato "shp".

Formato(s):	"shp" (de ESRI)
Nomenclatura:	"LQ_XXX-XX.shp"
Tamaño de archivo:	Manejable en un equipo con 16GB en RAM. De preferencia que un sólo archivo cubra completamente el área de estudio.
Resolución:	N/A
Tipo:	Vectorial
Atributos:	Una columna de <u>tipo texto</u> nombrada "DESC", y cada registro con la descripción del rasgo. Una columna <u>de tipo texto</u> nombrada "CODE", y cada registro con el código topográfico correspondiente a los de la Lista de Códigos <i>Topográficos</i> .

2) Líneas de quiebre en formato "DWG".

Formato(s):	"DWG" (de Autodesk)
Nomenclatura:	"LQ_XXX-XX.dwg"
Tamaño de archivo:	Manejable en un equipo con 16GB en RAM. De preferencia que un sólo archivo cubra completamente el área de estudio.
Resolución:	N/A
Tipo:	Vectorial
Atributos:	El nombre de la capa "LAYER" del archivo "DWG" debe corresponder al código topográfico correspondiente a los de la Lista de Códigos Topográficos.

8.2.3 Hidrografía

Con ayuda de las ortofotos, nube de puntos y MDT, se deberán obtener los cuerpos y corrientes de agua, así como los límites máximos de inundación de los mismos.

1) Archivos de la hidrografía en formato "shp".

Formato(s):	"shp" (de ESRI), un archivo por tipo de geometría.
Nomenclatura:	"HID_XXX-XXX_PTO.shp" "HID_XXX-XXX_PLY.shp" "HID_XXX-XXX_LIN.shp"
Tamaño de archivo:	Manejable en un equipo con 16GB en RAM. De preferencia que un sólo archivo cubra completamente el área de estudio.
Resolución:	Capturado a partir de digitalización escala 1:3,000- 1:5,000, y complementado con información de campo.
Tipo:	Vectorial
Atributos:	Para cada capa: Una columna de <u>tipo texto</u> nombrada "DESC", y cada registro con la descripción del rasgo. Una columna de <u>tipo texto</u> nombrada "CODE", y cada registro con el código topográfico correspondiente a los de la Lista de Códigos Topográficos.

2) Archivos de la hidrografía en formato en formato "DWG".

Formato(s):	"DWG"
Nomenclatura:	"HID_XXX-XXX.dwg"
Tamaño de archivo:	Cobertura total del proyecto.
Resolución:	Capturado a partir de digitalización entre 1:3,000 y 1:5,000, y complementado con información de campo.
Tipo:	Vectorial
Atributos:	Los nombres de las capas ("LAYER") del archivo "DWG" deben corresponder a los códigos topográficos y su descripción (sección 7.8).

8.2.4 Planos Topográficos de Planta y Perfil

Los planos de planta y perfil deberán entregarse individualmente (un plano por cada 2 km) en archivos "dwg", ver anexo del punto 9.3. Todos los planos deben ser incluidos en el archivo integrado (*.xyz/*.bak) de PLS-CADD.

La formación de estos planos se basa en las *"Especificaciones para Levantamientos Topográficos de Líneas de Transmisión (Rev. 01 2007) de CFE"*. Los planos topográficos de Planta y Perfil deberán incluir al menos la siguiente información determinada a partir de los datos LiDAR y las imágenes aéreas:

- Usos de suelo (agrícola, agostadero, forestal, urbano, industrial, turístico, etc.)
- Tipos de vegetación principales sobre el eje del trazo y su altura promedio (selva, bosque, sembradíos, huertas y vegetación xerófila, etc.).
- Linderos, ríos, arroyos, escurrimientos pluviales, canales, drenes, lagunas, esteros, presas, zonas inundables, pantanos, etc.;
- Carreteras, caminos, brechas, puentes, vías férreas, ductos superficiales, líneas eléctricas, telefónicas, telegráficas;
- Altura aproximada de construcciones (obtenidos a partir de la nube de puntos y el DSM).
- El rumbo geodésico de cada tangente debe aparecer en cada uno de los planos;
- El espacio libre que debe existir entre el punto más prominente del perfil dibujado y la parte inferior de la planta, debe ser de 25 cm.
- Cuando el terreno presente una pendiente transversal al eje del trazo mayores a los que se especifican en la Tabla 1, se deberá dibujar el perfil lateral, la longitud de estos perfiles laterales estará en función de la pendiente transversal. Si en la franja de los 100 m de la trayectoria se encuentra alguna prominencia natural o construcción que sobrepase 2 m respecto

- Cuando existan escurrimientos o corrientes significativas en los planos de planta y perfil, a partir de las ortofotos y los datos LiDAR, se deberán coleccionar líneas del drenaje, así como su dirección de flujo y plasmarse en los planos.

% PENDIENTE TRANSVERSAL	TENSION kV	DISTANCIA PERFIL LATERAL (m)	
		LOMERIO	MONTAÑA
15	115	12	20
10	230	17	30
8	400	25	45

Los planos de planta y perfil deberán utilizar las siguientes escalas:

	HORIZONTAL	VERTICAL
En terreno plano y lomerío	1:2000	1:200
En terreno montañoso	1:2000	1:500

A partir de la ortofoto, datos LiDAR y visitas de campo, se compilará toda la información planimétrica de infraestructura existente: predios, zonas de vegetación, cultivos, caminos, carreteras, cruces, puentes, etc. Los cuales se deben entregar en los siguientes formatos:

- | | |
|---------------------------|--|
| Formato(s): | "shp" (de ESRI), un archivo por tipo de geometría. |
| Nomenclatura: | "PLM_XXX-XXX_PTO."shp"
"PLM_XXX-XXX_PLY."shp"
"PLM_XXX-XXX_LIN."shp" |
| Tamaño de archivo: | Cobertura total del proyecto. |
| Resolución: | Capturado a partir de digitalización escala 1:3,000- 1:5,000, y complementado con información de campo. |
| Tipo: | Vectorial |
| Atributos: | Para cada capa:
Una columna de <u>tipo texto</u> nombrada "DESC", y cada registro con la descripción del rasgo.
Una columna <u>de tipo texto</u> nombrada "CODE", y cada registro con el código topográfico correspondiente a los de la Lista de Códigos Topográficos. |

8.2.7 Archivos de Proyecto .bak de PLS-CADD

Los archivos integrados son una recopilación de los productos cartográficos obtenidos en el levantamiento LIDAR, ortofotos aéreas y datos de campo.

El archivo *.bak, es una grabación completa de toda la información disponible al momento de respaldar un proyecto "*.xyz" de PLS-CADD y puede ser restablecido en cualquier PC con PLS-CADD instalado. El archivo *.bak además de incluir diversos archivos del proyecto también incluye la estructura de directorios completa. Tras la restauración, se volverá a crear toda la estructura de archivos y directorios, lo cual simplifica enormemente la administración del proyecto y la transferencia de datos del mismo entre diferentes equipos.

El archivo .bak deberá tener asignada el sistema geográfico de referencia y deberá incluir la siguiente información:

- Alineamiento con base en los PI definitivos.
- Nube de puntos codificada al nivel de la planimetría de acuerdo al listado de códigos topográficos (Sección 7.8), así como los valores X, Y, y Z.
- Perfil del eje y perfiles laterales generados a partir de la Nube de Puntos.
- Archivo de planimetría, Cruzamientos, PST ajustados (draping) a la elevación de la nube de puntos.
- Plantillas de los Planos de Planta y Perfil lista para que el área de diseño de La Comisión, realice el análisis de localización de estructuras de LT.
- Archivo de códigos topográficos *.fea
- Ortofotos en ECW

8.2.8 Proyecto en DWG

Este archivo consiste en formar un plano índice de la distribución de las retículas (tiles) y la información en un solo archivo "dwg", el cual también integre todos los archivos externos (tiles, curvas, planimetría, eje de proyecto, cruzamientos, hidrografía, etc.) y ortofotos en jp2. El proyecto deberá contener la información mencionada para los corredores de 1 km y 100 m, ambos en el mismo "dwg".

El tamaño final de las retículas estará en función del tamaño de los productos y se acordará con el Contratista previo a la primera entrega parcial. Las entregas parciales serán de al menos 100 km de cobertura levantada, cerrada al PI más próximo.

8.3 Capacitación

Capacitación teórica práctica del personal indicado por La Comisión para la producción de planos de planta y perfil a partir de los datos LIDAR y ortofotos digitales.

El Contratista debe ofrecer un curso de capacitación para 18 personas de 40 horas, con el fin de realizar un caso práctico en el cual se simule la necesidad de generar planimetría y planos de detalle, así como modelos en PLS-CADD para preparar archivos .bak con todos los entregables que permitan simular la obtención de los insumos para el diseño de una sección de la LT, en caso de que el trazo saliera de la franja de 100 m.

El contenido del curso considera un 25% de teoría y 75% de práctica. Los participantes serán definidos por La Comisión y deberán contar con experiencia para la manipulación de archivos en el software con el que La Comisión cuente al momento del levantamiento.









Actualmente, se disponen de licencias suficientes de AutoCAD Civil 3D 2012, ArcGIS Desktop 10 y PLS-CADD. No obstante, es importante que el contratista considere en el curso, una introducción al procesamiento de datos LIDAR mediante el software que haya utilizado para su clasificación.

El Contratista deberá proporcionar el centro de capacitación dentro de la República Mexicana con el equipo de hardware y software necesario.

8.4 Documentación

8.4.1 Plano final de Localización General de Trayectoria

Este plano es como el que CFE entrega al contratista, pero actualizado con la trayectoria y las coordenadas UTM de los puntos definitivos de origen, destino e inflexión. La simbología para indicar la tensión nominal de operación de las líneas es la siguiente:

Tensión kV	Color	Ejemplo
±500	Azul (RGB:0-0-0255)	CD  CD  CD  CD
400	Azul (RGB:0-0-0255)	
230	Naranja (RGB:255-88-9)	
161-138	Verde (RGB 0-255-0)	
115 a 69	Magenta (RGB 255-0-255)	
Menores de 69 kV	Negro (RGB 0-0-0)	

El formato de los archivos es el siguiente:

Formato(s):	."DWG" y .PDF.
Nomenclatura:	"PLGT_XXX-XX.dwg" "PLGT_XXX-XX.pdf"
Tamaño de archivo:	Archivo "dwg" ≤ a 2 MB. Si se adjunta imágenes, deberán ser ≤ a 100 MB.
Resolución:	Escala 1:50,000
Tipo:	Vectorial y Raster

8.4.2 Reporte de precisión absoluta de los puntos de control GPS.

Reporte de precisión absoluta “x”, “y”, “z” de datos LiDAR respecto al control GPS; Expediente geodésico, fichas técnicas de los bancos de nivel y vértices geodésicos utilizados, así como los puntos de control geodésicos establecidos.

8.4.3 Reporte de triangulación.

Reporte del ajuste de la triangulación de la fotografía aérea.

8.4.4 Metadatos geoespaciales.

Metadatos geospaciales según la Norma Técnica para la elaboración de Metadatos Geográficos (NTM) del INEGI para cada una de las capas de los corredores de 1 km y 100 m. Los metadatos deberán entregarse en formato XML y PDF.

8.4.5 Reportes de temperatura ambiente.

Reporte de temperatura ambiente obtenida en campo, del lugar y hora dónde se levantaron otras LT existentes que hayan cruzado éste proyecto.

8.4.6 Reporte de la configuración de los equipos.

Reporte de la configuración de los equipos definida para el proyecto, así como de los parámetros de vuelo (líneas de vuelo, alturas, número de fotos, velocidad, cobertura, etc.).

8.4.7 Reporte general del procesamiento de los Productos entregables.

Resumen de la secuencia del procesamiento de los datos LiDAR, de los MDT, MDS, curvas de nivel, ortofotos, planimetría, líneas de quiebre, imágenes de intensidad, planos de planta y perfil y el archivo .bak. Se deberá mencionar el software y las versiones utilizadas.

8.4.8 Expediente Geodésico

Una vez terminada la etapa de obtención de datos en campo, se debe elaborar un informe final del proyecto que conforme un expediente *geodésico* con los productos digitales que a continuación se enumeran:

- Archivos crudos o de transferencia, en formato RINEX.
- Archivos de los datos obtenidos y medidos en campo.
- Archivos Procesado.
- informe del procesamiento de líneas base.

- Informe de ajuste de redes.
- Informe lista de Vectores.
- lista de puntos ajustados.

Plano general de ubicación de las estaciones geodésicas insertadas en una cartografía de escala apropiada, que muestre toda la red que integra e indicar la distancia en km del Vértice de control a cada Estación Fija.

8.4.9 Memoria de Cálculo

Todos los datos observados y medidos para realizar la localización de los puntos de control terrestre GPS, deben registrarse en archivos electrónicos.

La memoria de cálculo debe contener todos los datos necesarios de manera clara y ordenada, con los que se elaboraron los planos Topográficos de Planta y Perfil. Los archivos electrónicos deben tener el nombre del proyecto y una clave particular que el Contratista le asigne para su control.

Estos registros deben entregarse en forma electrónica, conjuntamente con los planos de planta y perfil, ya que son los respaldos para la revisión.

9 ANEXOS

- Anexo 01: Plano de Localización General de Trayectoria
- Anexo 02: Cuadro de Referencia del Plano de Localización General de Trayectoria
- Anexo 03: Plantilla de Plano de Topografía de Planta y Perfil
- Anexo 04: Ejemplo de Plano tipo de Planta y Perfil Topográfico

Mapa de localización general de la trayectoria de la Línea de Transmisión de Energía (LTE) Puerto Real-Carmen, T1541-20-113515. El mapa muestra la ruta propuesta a través de la península de Yucatán, desde la ciudad de Puerto Real hasta la ciudad de Carmen. Se detallan las coordenadas de los puntos de partida y llegada, así como las características físicas del terreno, como lagunas y cuerpos de agua. Se incluyen también los nombres de las autoridades locales y estatales involucradas en el proyecto.

9.2 Anexo 02: Cuadro de Referencia del Plano de Localización General de Trayectoria

<p>ESCALA: 1 : 50,000</p>					
<p>Subdirección de Proyectos y Construcción Coordinación de Proyectos de Transmisión y Transformación</p>					
<p>PROYECTO: LT TEPIC II - SANTIAGO 115 kV -1C- 10.0 km - 477 ACSR - TA</p>					
<p>TÍTULO: LOCALIZACIÓN GENERAL DE TRAYECTORIA</p>					
	NOMBRE	FIRMA	FECHA		
EJECUTÓ	ING. FELIPE LOPEZ GODINEZ		OCT. - 2011		
REVISÓ	ING. MARCO ANTONIO RAMIREZ SANTILLAN		OCT. - 2011		
VERIFICÓ	ING. JOSÉ CHAMORRO ADVINCULA		OCT. - 2011		
VALIDÓ	ING. VICTOR DANIEL RAMIREZ RIVERA		OCT. - 2011		
NUMERO DE OBRA:		ESCALA:	ACOTACIONES:	HOJA:	
L F F 2 2		1 : 50, 000	m	HOJA 1 de 1	
NO. DE ARCHIVO DE C.F.E.					
IDENTIFICADOR DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD:					

No.	DESCRIPCIÓN	EJECUTÓ	REVISÓ	APROVÓ	FECHA
C A M B I O S					

CPTT-DSS-003/16

PLANTA		PLANTA	
<div style="text-align: center;">COTAS</div> <div style="text-align: center;">VERTICAL 1:200 HORIZONTAL 1:2000</div> <div style="text-align: center;">PERFIL LATERAL A</div> <div style="text-align: center;">17 METROS</div> <div style="text-align: center;">SIMBOLOGIA</div> <div style="text-align: center;">NOTAS</div> <div style="text-align: center;"> CFE <small>Una empresa de la clase mundial</small> </div> <div style="text-align: center;"> PROYECTO </div> <div style="text-align: center;"> TITULO TOPOGRAFIA </div> <div style="text-align: center;"> TITULO PLANTA Y PERFIL </div> <div style="text-align: center;"> PROYECTO </div> <div style="text-align: center;"> TITULO </div>	<div style="text-align: center;">COTAS</div> <div style="text-align: center;">VERTICAL 1:200 HORIZONTAL 1:2000</div> <div style="text-align: center;">PERFIL LATERAL A</div> <div style="text-align: center;">17 METROS</div> <div style="text-align: center;">SIMBOLOGIA</div> <div style="text-align: center;">NOTAS</div> <div style="text-align: center;"> CFE <small>Una empresa de la clase mundial</small> </div> <div style="text-align: center;"> PROYECTO </div> <div style="text-align: center;"> TITULO TOPOGRAFIA </div> <div style="text-align: center;"> TITULO PLANTA Y PERFIL </div> <div style="text-align: center;"> PROYECTO </div> <div style="text-align: center;"> TITULO </div>		

9.4 Anexo 05: Ejemplo de Plano de Topografía de Planta y Perfil

