



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PARA EL DISEÑO Y PROYECTO
DE LINEAS DE TRANSMISION

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA

P R E S E N T A :

NOE ADRIAN BARRON LOPEZ

DIRECTOR DE TESIS: ING. ADOLFO REYES PIZANO



MEXICO, D. F.

2005



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN
FING/DCTG/SEAC/UTIT/117/04

Señor
NOÉ ADRIÁN BARRÓN LÓPEZ
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. ADOLFO REYES PIZANO, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA.

"LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PARA EL DISEÑO Y PROYECTO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN"

- I. INTRODUCCIÓN
- II. ANTECEDENTES
- III. TRAYECTORIA O LOCALIZACIÓN DEL TRAZO
- IV. LEVANTAMIENTO Y TRAZO DE LA LÍNEA
- V. PLANOS
- VI. LOCALIZACIÓN DE ESTRUCTURAS
- VI. CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria a 11 de Octubre del 2004.
EL DIRECTOR


M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GFB/GMP/mstg.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PARA EL DISEÑO Y PROYECTO DE LINEAS DE TRANSMISION

INTRODUCCIÓN

I. ANTECEDENTES

I.01.-PROBLEMATICA

I.02.-OBJETIVOS

II. TRAYECTORIA O LOCALIZACIÓN DEL TRAZO

II.01.-CRITERIOS GENERALES PARA LA SELECCIÓN DE LA TRAYECTORIA

II.02.-PRECEPTOS RECOMENDABLES

II.03.-ACTIVIDADES DE GABINETE

II.04.-ACTIVIDADES DE CAMPO

II.05.-EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE TRAYECTORIA

II.06.-PLANO GENERAL

III. LEVANTAMIENTO Y TRAZO DE LA LINEA

III.01.-BRECHA

III.02.-PLANIMETRÍA

III.03.-ALTIMETRIA

III.04.-ORIENTACIÓN DEL TRAZO Y TOLERANCIAS

III.05.-CRUZAMIENTOS

III.06.-PERFIL LATERAL

III.07.-REGISTROS DE CAMPO

III.08.-SEÑALIZACIÓN

IV. PLANOS

IV.01.-PLANO GENERAL DE TRAYECTORIA DEFINITIVA

IV.02.-PLANOS DE PERFIL Y PLANTA

IV.03.-PLANOS DE SALIDA Y LLEGADA DE LINEA

V. LOCALIZACIÓN DE ESTRUCTURAS

V.01.-PLANO DE PERFIL, PLANTA Y PROYECTO

V.02.-DIBUJO DE PERFILES EN CRUZ

VI. CONCLUSIONES

INTRODUCCIÓN

Durante el siguiente tema que se desarrollara ,será una descripción bastante amplia de los requisitos que se necesitan para realizar el levantamiento topográfico para las líneas de transmisión también denominadas líneas de transporte o conducción de la electricidad.

Se establecerán los criterios para de cómo se deben de realizar los trabajos topográficos durante la fase de reconocimiento y ejecución para realizar el proyecto ó ubicación de las estructuras metálicas ya sea torres o postes metálicos según sean los parámetros o la necesidad del cliente que en la mayoría de los casos serán Comisión Federal de Electricidad (CFE) y compañía de Luz y Fuerza del Centro (CLyFC).

Se verán algunas características de los levantamientos topográficos para los diferentes voltajes utilizados para la conducción de la electricidad, incluso se muestran algunos ejemplos o figuras donde se observará con mas detalle lo descrito en el texto, que claro en algunos casos complementa o establece la forma de presentar la información recabada .

I. ANTECEDENTES

PROBLEMATICA

Las líneas de transmisión de alta tensión dentro del sistema eléctrico tienen la función de transportar la energía eléctrica desde las centrales de generación y de concentración de energía, hasta los centros de distribución y consumo.

En el caso de la República Mexicana, donde las grandes centrales generadoras casi siempre están ubicadas a distancias considerables de los principales centros de consumo, es de vital importancia contar con líneas de transmisión para lograr la adecuada distribución de la energía.

Los kilómetros de líneas de transmisión en operación representan un número importante.

En las figura 1 se muestran las configuraciones de las redes de transmisión de 400 kv. , 230 kv. Y menores de 230 kv. respectivamente.

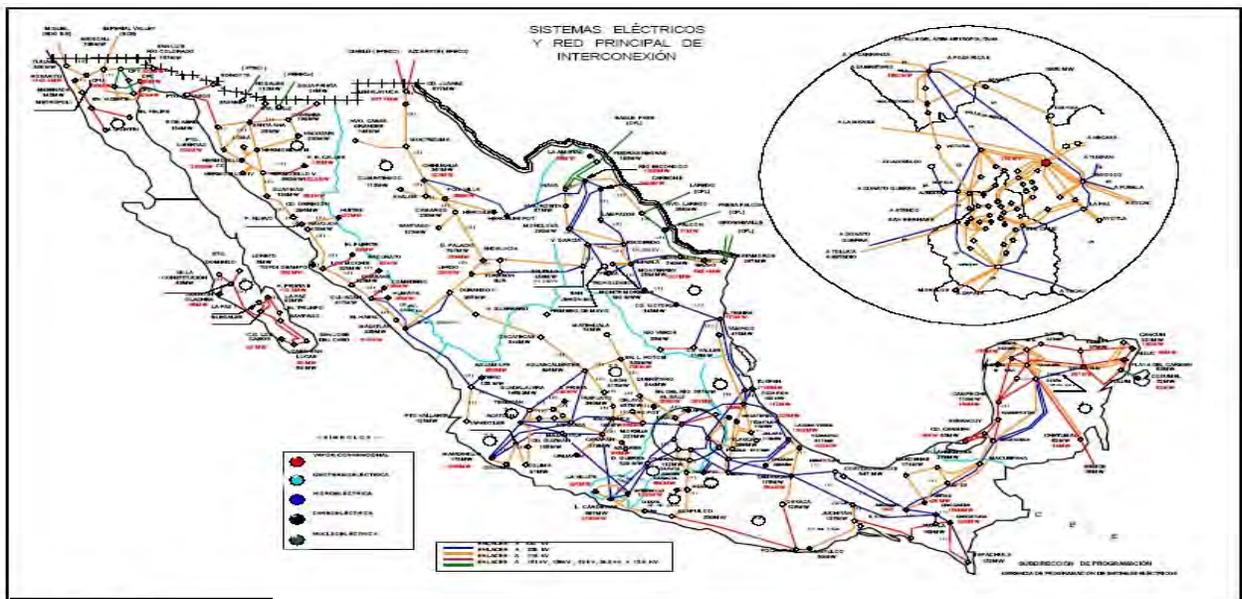


Figura 1

Es responsabilidad de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) por medio de la Coordinación de Proyectos de Transmisión y Transformación (CPTT), y de La Compañía de Luz y Fuerza del Centro (CLyFC), que la red de líneas de transmisión se incremente cada año con el objeto de lograr el adecuado flujo de electricidad en todo el país.

También es su responsabilidad que las líneas de transmisión se conciban, proyecten y construyan, tomando en cuenta las condiciones técnicas y ambientales para que su operación sea dentro de los márgenes de confiabilidad establecidos por la normatividad de la comisión federal de electricidad.

Se contemplara todos los aspectos que deben ser tomados en cuenta en la concepción de buenos proyectos de líneas de transmisión tales como :

1. El menor costo posible
2. La facilidad de construcción
3. El mínimo impacto ambiental posible
4. Las mínimas afectaciones posibles

Con la selección de la trayectoria adecuada para el proyecto a partir de esta se desarrollan los trabajos topográficos y los estudios necesarios para determinar las precauciones que deben ser tomadas en cuenta para no afectar el ecosistema de la zona en la que se construirá la línea de transmisión.

También a partir de la trayectoria se determinan las condiciones que se consideraran en la ejecución del proyecto.

OBJETIVOS

Entre las múltiples actividades que tiene la Comisión Federal de Electricidad está la de construir líneas de transmisión de energía eléctrica, funcionales, al menor costo posible y con el mínimo impacto ambiental.

Es propósito de la Subdirección de Construcción, a través de la Coordinación y Gerencias de Proyectos de Transmisión y Transformación (CPTT), dar a conocer a proyectistas y constructores, los principales criterios para analizar, evaluar y seleccionar la trayectoria de líneas de transmisión de la energía eléctrica, entendiéndose como tales, aquellas que sean para tensiones de 115 kv. o mayores. Las de menor tensión, es decir, las líneas de distribución, generalmente no siguen la mayoría de los lineamientos y criterios que se expresaran mas adelante.

El estudio, la evaluación y la definición de la ruta son de suma importancia, puesto que es la base de un buen diseño, de una económica construcción y por ende de una operación sin contratiempos. Si a esto le agregamos la previsión de los problemas de tipo social e indemnizaciones, evidentes y potenciales, así como la consideración de diversas medidas encaminadas a la minimización del impacto ambiental, podemos concluir que :

DE UNA ADECUADA SELECCIÓN DE TRAYECTORIA, DEPENDE LA ECONOMÍA FUNDAMENTAL DEL PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN; ASÍ COMO LA OPERACIÓN CONFIABLE Y EL MÍNIMO IMPACTO AMBIENTAL DE UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN.

II. TRAYECTORIA O LOCALIZACIÓN DEL TRAZO

CRITERIOS GENERALES PARA LA SELECCIÓN DE LA TRAYECTORIA

El criterio que se adopta para cada uno de los conceptos que se toman en cuenta para la evaluación de la ruta, depende y varía de acuerdo con los siguientes factores:

- Tensión de la línea de transmisión menor de 230,230 y 400 kv.
- Topografía predominante, considerando el tipo de terreno: plano, lomerío o montañoso.
- Condiciones meteorológicas.- Precipitaciones, descargas atmosféricas, tormentas, tornados, masas de aire, ciclones.
- Uso del suelo.- Agrícola, pecuario, forestal, industrial, urbano y en casos turísticos.
- Vialidad de apoyo.- Autopistas, carreteras pavimentadas, terracerías, brechas.
- Tipo de asentamientos humanos y su probable expansión.- Ciudades, poblados, rancherías ,caserío aislado y asentamientos irregulares.
- Tipo de vegetación.- Árida, cultivos, huertos, pastizales, palmares, bosque, selva, manglar.
- Factibilidad y facilidad para adquirir el permiso de paso.
- Protección ambiental.- Apegándose a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al ambiente, así mismo a su reglamento.

PRECEPTOS RECOMENDABLES

Para construir una línea de transmisión lo mas económicamente posible, que opere de manera confiable y con el mínimo impacto ambiental; en todos los casos, en el estudio, en la evaluación y en la selección de la ruta, deberán considerarse los preceptos siguientes:

- La mejor longitud posible, basándonos en el principio geométrico que la distancia más cercana entre dos puntos es la línea recta.
- El menor número de puntos de inflexión.
- El menor número de cruzamientos con líneas de transmisión, vías de ferrocarril, carreteras y ríos.
- Facilidad de construcción.
- Cercanía a carreteras y caminos de terracería para facilidad de construcción, revisión y mantenimiento evitando con esto la creación de nuevos accesos que pudieran afectar la estabilidad de los ecosistemas.
- Evitar bosque huertas, sembradíos de alto valor y preferentemente no cruzar por zonas selváticas y agrícolas.
- Evitar lagunas, esteros, pantanos, ríos, zonas inundables y playas.
- Alejarse de la contaminación marina e industrial así como de terrenos erosionados o agresivos.
- Evitar pasar cerca de zonas turísticas, en funciones o evidentemente potenciales, así como por zonas arqueológicas o de valor histórico y áreas naturales protegidas.
- Pasar lo más razonablemente alejado de núcleos de población.
- Considerar el uso de tubos tubulares de mejor estética y por razones de espacio, cuando por la función propia de la línea de transmisión se tenga que pasar por poblaciones o zonas turísticas. Esto minimizará el impacto visual y el derecho de vía respectivo.
- Cumplir con todas la Leyes, Reglamentos y Recomendaciones en materia de protección ambiental, así como los demás organismos públicos federales, estatales o municipales; del mismo modo con el acuerdo por el que se establecen los criterios ecológicos, para la selección y preparación de sitios y trayectorias, construcción, operación y mantenimiento de las líneas de transmisión y subestaciones eléctricas de potencia.

ACTIVIDADES DE GABINETE

Algunas se llevan a cabo antes del reconocimiento de campo y otras después.

- Programación simplificada de la obra, según fecha de entrada en operación y características indicadas en el programa.
- Con base al programa, se elabora el diagrama unifilar simplificado de la zona donde quede comprendida la línea de transmisión por estudiar, incluyendo, tanto las obras en operación como las futuras.

Recopilación de información general, tal como:

- Cartas topográficas del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)
- Planos urbanos, de desarrollo urbano y planes directores.
- Posición física de las instalaciones eléctricas, en operación y futuras.
- Carreteras, vías de Ferrocarril., aeropuertos, presas, etc. operando y en proyecto.
- Desarrollos industriales, habitacionales y turísticos.
- Zonas de bosques, selvas, huertas, caña, sembradíos de alto valor, etc.
- Áreas naturales protegidas como parques nacionales, reservas de la biosfera, zonas arqueológicas etc.
- Zonas de contaminación marina, industrial o agrícola como la quema de caña.
- Zonas inundables o propensas a inundación.
- Vientos dominantes y algunos datos meteorológicos.
- Formación del "Plano General de Trabajo" y trazo de rutas opcionales, con base a la información obtenida. Esta es la última actividad antes de las actividades de campo.

ACTIVIDADES DE CAMPO

Actualización en campo del plano de trabajo, registrando en él todas las nuevas obras de infraestructura y asentamientos humanos e industriales, así mismo las instalaciones eléctricas más importantes, realizando un levantamiento de todas las subestaciones eléctricas de la zona.

Reconocimiento terrestre en forma detallada de todas las opciones de ruta consideradas y de las que surjan como factibles durante esta fase del estudio.

Reconocimiento aéreo de las opciones de ruta, ya afinadas de ser posible después del recorrido terrestre, principalmente cuando las características físicas del terreno no es posible el acceso terrestre.

Recopilación de opiniones y sugerencias relativas a las opciones de ruta de las diversas áreas de operación y construcción de comisión federal de electricidad, Compañía de Luz y Fuerza del Centro, así como de los organismos Federales, Estatales y Municipales.

Evaluación preliminar de opciones, en donde se considera principalmente los aspectos técnicos y ecológicos analizados en campo.

EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS Y SELECCION DE LA TRAYECTORIA DEFINITIVA

Análisis comparativo Técnico-económico y ambiental de las trayectorias consideradas, tomando en cuenta los factores ya descritos.

Ajuste en gabinete de los ángulos de deflexión y tangentes críticas y selección de la trayectoria definitiva.

Elaboración del "Plano General", ya actualizado con la información de campo y la trayectoria definitiva, generalmente en cartografía topográfica escala 1:50,000 así mismo oficializado con firmas de los funcionarios autorizados.

Distribución del "Plano General" a las diversas áreas de comisión federal de electricidad, en el que se contempla la ruta o trayectoria por donde se construirá la línea de transmisión.

PLANO GENERAL

El Plano General de la línea de transmisión se elabora sobre un mosaico de cartas topográficas en color, a escala 1:50,000, editadas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Las dimensiones de tal mosaico se procuran que sean de 46 cm a lo ancho y el largo, según sea el desarrollo de la línea de transmisión. Se incluirá un esquema de las hojas y su clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, que se utilizaron para formar el citado mosaico.

En líneas muy largas o con direcciones muy variables, es conveniente formar el plano en 2 o 3 hojas.

Al plano ya formado, se adicionaran, entre otros, los siguientes datos:

- Trayectoria del trazo de la línea de transmisión
- Coordenadas geográficas (Latitud y longitud), así como las de proyección UTM
- Líneas de transmisión de 115 kv. y mayores, y sus destinos, en caso de que no aparezcan en el plano.

Para tal fin se normalizará la simbología para indicar sus diferentes tensiones como sigue:

L.T. 400 kv. VERDE

L.T. 230 kv. ROJO

L.T. 161 kv. CAFÉ

L.T. 150 kv. CAFÉ

L.T. 138 kv. AZUL

L.T. 115 kv. AZUL

L.T. 69 kv. AZUL

- Subestaciones eléctricas de 115 kv. y mayores con su nombre.
- Destinos de carreteras y vías de ferrocarril que se corten por los márgenes del plano.
- Márgenes, cuadro de referencias, escala gráfica y norte astronómico.
- Cuadro de datos finales del trazo (al terminar el levantamiento topográfico).

Los puntos de inflexión de la poligonal se les denominara con el número progresivo correspondiente, incluyendo los datos principales de esos puntos, resumidos en un cuadro de datos tal como se indica en el ejemplo siguiente.

P.I	DEFLEXION	R.A.C.	DIST.	KM.	OBS.
M. BAHÍA				0+000	SE. RIO FRIO
		SW 27° 43'	1060.37		
1	28°48' I			1+060.37	
		SE 1° 05'	2578.98		
2	48°19' D			3+639.35 3+415.03	ATRÁS ADELANTE AJUSTE

		SW 47° 14'	10874.56		
3	15°14' D			14+289.59	
		SW 62° 28'	13473.72		
4	2° 27' I			27+763.31	
		SW 60° 01'	1515.73		
5	25°35' I			29+279.04	
		SW 34° 26'	60.96		
M. BAHÍA				29+340.00	SE. SAN DIEGO
	LONGITUD	TOTAL =	29,564.32		

Con los datos anteriores, se obtiene un original reproducible que se clasificará y archivará en el archivo general de planos de la Comisión Federal de Electricidad. Como se observa en la figura 2.

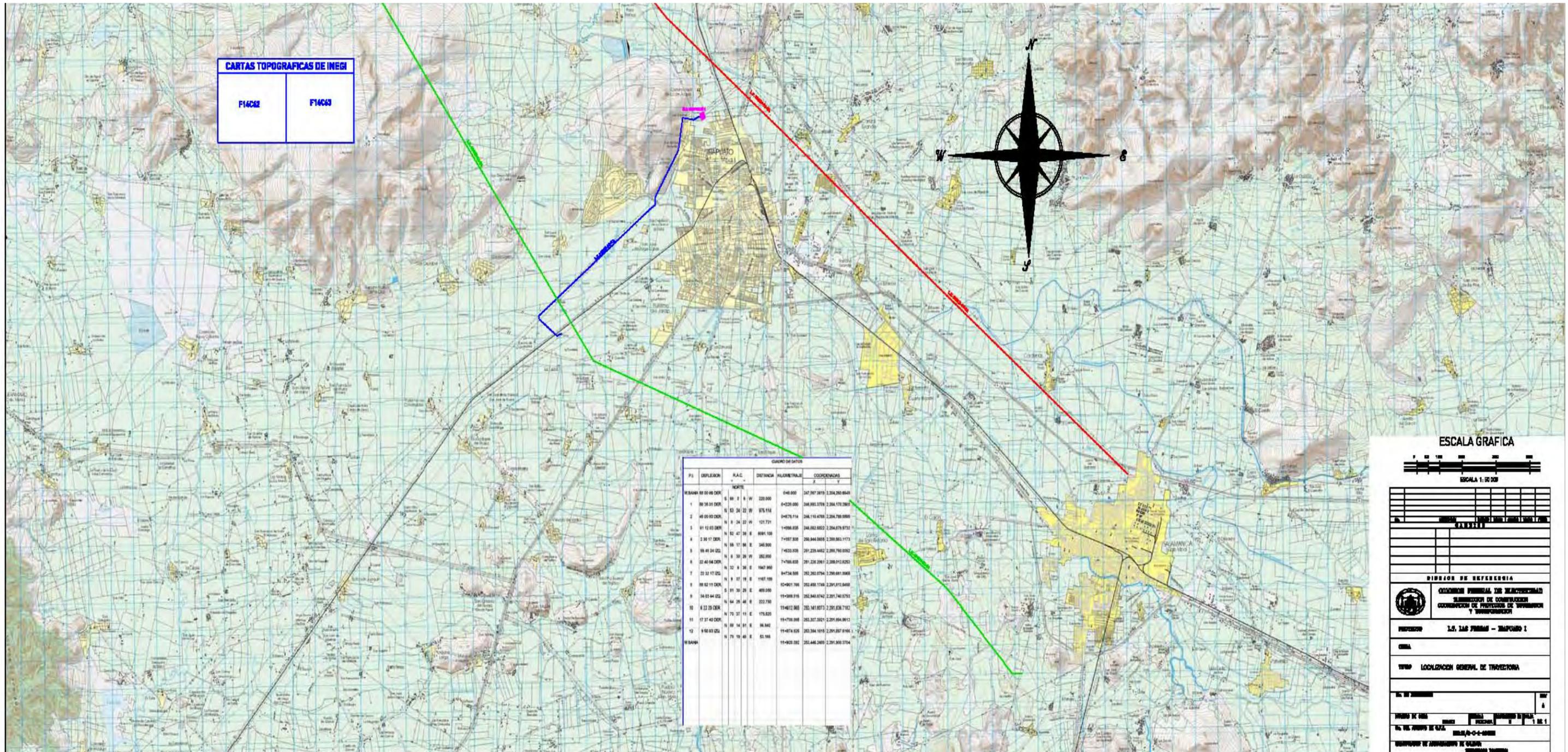


Figura 2 Trayectoria General

III. LEVANTAMIENTO Y TRAZO DE LA LINEA

BRECHA

El desmonte o brecha será solo lo suficiente para permitir el paso del trazo, procurando no dañar cercas, linderos, cultivos o huertas. Los árboles naturales y de importancia ecológica no se deben derribar, y cuando se obstaculicen, se usarán métodos indirectos para el alineamiento y medición.

Alrededor de cada mojonera se hará un desmonte de 1 (un) metro de radio.

PLANIMETRIA

ALINEAMIENTO

El alineamiento se conservará visando en posición directa e inversa el teodolito, con promedio de puntos, lo que disminuirá cualquier apreciable desviación, de la manera siguiente.

ESTACIONES Y LECTURAS

Las estaciones podrán ser hasta de un kilómetro máximo, siempre y cuando la visibilidad lo permita, indicándose con una estaca clavada al ras del piso.

Para evitar cualquier posible error y como medio de comprobación las lecturas se deberán realizar en cada estación y puntos de inflexión conforme al criterio establecido para el alineamiento con teodolito.

Puntos intermedios

Entre estación y estación se observarán y plasmarán los puntos intermedios de interés, de preferencia donde haya cambios dependiente así como en las partes bajas y prominentes.

Cuando el terreno sea plano o con pendiente uniforme los puntos intermedios se observarán a un máximo de 100 m.

Los puntos intermedios no se indicarán o señalaran en el terreno con estacas o pintura únicamente serán registrados en los apuntes del levantamiento y plasmados en los planos.

ALTIMETRÍA

Las elevaciones estarán al nivel medio del mar, tomando como base los bancos de nivel del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), salvo en casos especiales se utilizarán los bancos de nivel oficial de las siguientes dependencias: Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Comisión Nacional del Agua (CNA), Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR), Fondo Nacional de Turismo (FONATUR), Fondo Nacional para los Desarrollos Portuarios (FONDEPORT).

Se deberá adjuntar copia del banco de nivel donde se indique su número, ubicación y cota como se observa en la figura 3.

En casos particulares en los que comprobadamente no se encuentre bancos de nivel a una distancia de 10 Km., se utilizarán las curvas de nivel del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA
 DIRECCION REGIONAL NORTE DURANGO, DGO.
 DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
 GEODESIA
 RECUPERACION DE B.N.P.

Línea Q
 Designación B.N.P. Q-44 Estado Durango Zona 6
 Características de la marca Disco de bronce de 0.09 mts. de diámetro, empotrado en la dala de una alcantarilla. Tiene grabado Geodésico Interamericano, Comisión Cartográfica Militar Ejército Mexicano Q-44 1956 Se Prohibe destruir
 Condiciones actuales BUENAS

Fecha de establecimiento 1956 Fecha de recuperación NOV. 1993
 Recuperado por: Ing. J.C. Salazar S.
 Localizado: Línea _____ Fotos _____ Vuelo _____ Carta 613182
 Observaciones _____

Elevación = 1865.2134 m

<p>DESCRIPCION Partiendo de <u>El Monumento al Gral. Francisco Villa, en la cd. de Durango</u> sobre <u>La Carretera Federal N° 45</u> hacia <u>Noubre de Dios, Dgo</u></p> <p>el B.N.P. <u>Q-44</u> se encuentra a <u>11.9</u> Km. al costado <u>izquierdo</u> (N) de la ruta, a <u>5.5</u> m. de su eje.</p> <p>La marca está empotrada en <u>la dala</u> de una <u>alcantarilla</u> que mide <u>4.88</u> m. de largo <u>11.35</u> m. de ancho y <u>2.93</u> m. de altura sobre <u>El lecho del Arroyo</u></p> <p>El desnivel del B.N. con respecto al eje de la ruta es de <u>0.17</u> m. mds <u>bajo</u></p> <p>Observaciones: _____</p> <p>Referencias: A. <u>4.20</u> m, <u>267°</u> Az, <u>Esg. NE</u> de la dala B. <u>0.68</u> m, <u>88°</u> Az, <u>Esg. NW</u> de la dala C. _____ m, _____ Az, _____ L. _____ m, _____ Az, _____</p>	<p>CROQUIS</p> <p style="text-align: center;">Elevación = 1865.2134 m</p> <p style="text-align: center;">B.N.P. Q-44</p> <p style="text-align: center;">ELEVACION</p>
---	--

Figura 3.-Copia Banco de nivel de INEGI

ORIENTACION DEL TRAZO Y TOLERANCIAS

Se deberá efectuar una orientación astronómica al inicio del trazo debiendo realizar otra al final, a manera de comprobación angular. Ambas por medio de orientación solar, como se observa en el ejemplo siguiente.

CALCULO DE ORIENTACION ASTRONOMICA							
POBLADO		TRES NACIONES		MUNICIPIO		SAN LUIS POTOSI	
ESTADO		SAN LUIS POTOSI		FECHA		24 / OCTUBRE / 2003	
LATITUD		22° 03' 20"		LONGITUD		99° 50' 45"	
BRUJULA							
SERIE	EST	P.V.C.	C. HORIZONTAL	OBS	HORA DEL CENTRO	C. VERTICAL	CRUCIOS
1	A	B	00° 00' 00"		8 Hr. 15Min. 35Seg		
	DIR	SOL	49° 45' 30"		8 Hr. 15Min. 45Seg	70° 21' 10"	
	INV.	SOL	229° 53' 50"		8 Hr. 16Min. 40Seg	289° 57' 50"	
	B		180° 00' 00"		8 Hr. 17Min. 10Seg		
PROMEDIOS			49° 49' 40"		8 Hr. 16Min. 17.5Seg	70° 11' 40"	
2	A	B	00° 00' 00"		8 Hr. 18Min. 00Seg		
	DIR	SOL	50° 02' 25"		8 Hr. 19Min. 13Seg	69° 50' 05"	
	INV.	SOL	230° 07' 35"		8 Hr. 19Min. 30Seg	210° 18' 40"	
	B		180° 00' 00"		8 Hr. 19Min. 40Seg		
PROMEDIOS			50° 05' 00"		8 Hr. 19Min. 05.75Seg	69° 45' 42.5"	
3	A	B	00° 00' 00"		8 Hr. 20Min. 45Seg		OBSERVACIONES TEODOLITO SOKKISHA APROXIMACION 5"
	DIR	SOL	50° 16' 40"		8 Hr. 21Min. 20Seg	69° 24' 30"	
	INV.	SOL	230° 23' 25"		8 Hr. 21Min. 40Seg	290° 42' 30"	
	B		180° 00' 00"		8 Hr. 21Min. 45Seg		
PROMEDIOS			50° 20' 02.50"		8 Hr. 21Min. 24Seg	69° 21' 00"	CRONOMETRO CASO
CALCULO DE ALTURA VERDADERA							
SERIE 1		SERIE 2		SERIE 3			
ALTURA APARENTES		70° 11' 40"		69° 45' 42.5"		69° 21' 00"	
ALTURAS VERDADERAS (CORREGIDAS)		70° 09' 06.0"		69° 43' 41.0"		69° 19' 02.36"	
POR REFRACCION SEMIDIAMETRO							
TEMPERATURA Y PRESION ATM							
CALCULO DEL AZIMUT							
Z	70° 09' 06.00"		69° 43' 41.01"		69° 19' 02.36"		
±α	22° 03' 26"		22° 03' 20"		22° 03' 20"		
±β	-11° 37' 30.63"		-11° 37' 30.19"		-11° 37' 29.80"		
Z ± α - β	103° 49' 57.57"		103° 24' 31.20"		102° 59' 52.17"		
Z ± α + β	80° 34' 54.02"		80° 09' 30.82"		79° 44' 52.56"		
m=1/2(Z ± α - β)	51° 54' 58.78"		51° 42' 15.60"		51° 29' 56.08"		
n=1/2(Z ± α + β)	40° 17' 28.12"		40° 04' 45.41"		39° 52' 25.28"		
sen m	0.782109813		0.784823242		0.782398326		
cos n	0.762768271		0.76515428		0.767456526		
sen ±α	0.940596164		0.93805872		0.935550854		
cos ±α	0.92682019		0.92682019		0.92682019		
sen 1/2 Az	56.08633578		56.21079618		56.33265494		
sen 1/2 Az	56° 05' 10.81"		56° 12' 38.87"		56° 19' 57.56"		
1/2 Az	112.1726716		112.4215924		112.6653099		
Az	112° 10' 21.6"		112° 25' 17.7"		112° 39' 55.10"		
ANGULO SERIAL-SOL	49° 49' 40"		50° 05' 00"		50° 20' 02.50"		
AZIMUT DE LA LINEA A-B		62° 20' 41.6"		62° 20' 17.7"		62° 19' 52.62"	
RUMBO ASTRONOMICO A-B		NE 62° 20' 41.6"		NE 62° 20' 17.7"		NE 62° 19' 52.62"	
AZIMUT ASTRONOMICO PROMEDIO		62° 20' 17.31"					
RUMBO ASTRONOMICO PROMEDIO		NE 62° 20' 17.31"					
CALCULO:				REVISO			

FORMULAS: $\text{Sen } (1/2 \text{ Az}) = \frac{(\text{sen}(m))(\text{cos}(n))}{(\text{sen}(z))(\text{cos}(\alpha))}$ Donde $m = 1/2(Z + \alpha - \beta)$ $n = 1/2(Z + \alpha + \beta)$

CALCULO DE LA DECLINACION DEL SOL (CON TABLAS DEL INSTITUTO DE ASTRONOMIA DE LA U.N.A.M)
 CALCULO DE LA DECLINACION PARA EL DIA 24 DE OCTUBRE DEL 2003 A LAS 8 Hrs. 18 Min. 55.75 Seg

DECLINACION DEL SOL A LA HORA
 DE SU PASO POR EL MERIDIANO 90 = - 11° 37' 30.21"

CORRECCION POR VARIACION HORARIA
 EN EL INTERVALO (10°)(-1.465416667) = - 00° 00' 34.65"

DECLINACION DEL SOL PARA EL DIA
 24 DE OCTUBRE DEL 2003 = - 11° 38' 04.86"

$\delta = 01° 55' 6" \text{ E}$ DECLINACION MAGNETICA PARA EL DIA 24 DE OCTUBRE DEL 2003. A LAS 8 Hrs 18 Min 55.75 Seg

Tolerancias

En distancias horizontales, la tolerancia máxima será de 10 cm por kilómetro.

En elevación se admite hasta 15 cm, por kilómetro de distancia horizontal.

En ninguno de los casos será acumulativa, debiendo corregirse en el siguiente punto de inflexión.

La localización definitiva del trazo, no podrá diferir de la trayectoria marcada en el "Plano General" más de 50 m hacia cualquier lado, con lo que será posible salvar los obstáculos no indicados en el plano, así para llevar a cabo las recomendaciones generales sobre posicionamientos de puntos de inflexión y tangentes.

Ajustes

Cualquier error circunstancial o acumulativo que se detecte, ya sea en distancia o en elevación, deberá ser corregido en el punto de inflexión más cercano por medio de un ajuste, mismo que se consignará en el plano del perfil y en el cuadro de datos del "Plano General".

Así también es conveniente utilizar ajustes en valores y denominaciones del Puntos de liga [PL] y estaciones (E) cuando se levante y se dibuje simultáneamente en varios frentes de trabajo.

En el caso de que el levantamiento o una parte de este se haga en sentido contrario al indicado por el nombre oficial de la línea de transmisión, las estaciones y los puntos de inflexión se denominarán en el sentido correcto, así como su kilometraje, obviamente, los planos del perfil también serán dibujados en el mismo sentido.

CRUZAMIENTOS

Cuando el trazo de la línea de transmisión cruce con alguna de las obras de infraestructura que se relacionan en los incisos siguientes, se deberá levantar, registrar y dibujar en planos, la información que se describe debajo de cada uno de ellos.

Con carreteras y caminos de terracería

- Kilometraje y elevación del eje de la línea de transmisión en el eje del camino.
- Kilometraje de la carretera y su nombre o poblaciones importantes más cercanas.
- Ángulo de intersección.
- Tipo y ancho de la carretera.
- Límites del derecho de vía.

Con vías de ferrocarril

- Kilometraje y elevación del eje de la línea de transmisión en el punto de cruce con los rieles.
- Clave, kilometraje exacto y elevación de los rieles del ferrocarril en el punto de cruce.
- Nombre del ferrocarril y estaciones más cercanas.
- Ángulo de intersección.
- Límites del derecho de vía.

Con ríos, arroyos y canales

- Nombre del río o arroyo.
- Dirección de la corriente.
- Ángulo de intersección.
- Elevación de la corriente en las orillas del cauce.

- Elevación del nivel de aguas máximas de las embarcaciones permitidas.

Con ductos de gas, petróleo o derivados

- Kilometraje y elevación del eje de la línea de transmisión en el punto de cruce.
- Nombre y tipo de conducción.
- Ángulo de intersección.
- Límites de los derechos de las vías.

Con líneas telegráficas o telefónicas

- Kilometraje y elevación del eje de la línea de transmisión por levantar, en el punto de cruce.
- Altura del cable más alto.
- Perfiles laterales.
- Ángulo de intersección.

Con líneas de distribución de energía eléctrica.

- Kilometraje y elevación del eje de la línea de transmisión por levantar, en el punto de cruce.
- Ángulo de intersección.
- Altura del cable más alto.
- Perfiles laterales.

Con líneas de transmisión de energía eléctrica.

- Kilometraje y elevación del eje de la línea de transmisión por levantar, en el punto de cruce.
- Nombre y tensión de la línea de transmisión que se cruce.
- Distancia del punto de cruce, a las estructuras o torres más cercanas y el número de éstas.
- Ángulo de intersección.
- Altura de los cables de guarda y de los conductores indicando su nomenclatura Hilo de Guarda (HG), Conductor Superior (CS), Conductor Medio (CM), Conductor Inferior (CI).
- Perfiles laterales, a la distancia especificada, para la línea de transmisión en proceso de trazo, de los cables de guarda y conductores más altos cuando se proyecte pasar por arriba. Cuando se proyecte pasar por abajo, se levantarán los perfiles laterales de los conductores más bajos.

PERFIL LATERAL

Cuando el terreno presente una pendiente transversal al eje del trazo, en el sentido ascendente, de más de los valores que se especifican, será necesario que se levante con precisión y se registre en los planos de planta y perfil, un perfil lateral (paralelo). Estos valores y distancias serán según la tabla siguiente:

PENDIENTES TRANSVERSALES	TENSION KV	DISTANCIA PERFIL LATERAL (m)	
		LOMERIO	MONTAÑA
15	115	12	14

10	230	17	22
8	400	25	30

Cuando a la distancia indicada en las dos ultimas columnas se encuentre alguna prominencia natural o construcción que sobrepase de 2 metros, respecto a la elevación del eje; no importando que la pendiente transversal del terreno sea nula o menor que la especificada en la primera columna, se deberá obtener y registrar en los planos de perfil y planta, él o los perfiles laterales.

Tal caso se presenta comúnmente cuando la línea de transmisión se traza por calles o pasa cerca de construcciones aisladas o también cerca de alguna arboleda.

REGISTROS DE CAMPO

Todos los datos observados y medidos para realizar el levantamiento topográfico deberán registrarse en libretas de transito editadas expofeso. Figura 4

Se anexan modelos de registro, que puedan ser mejorados o ampliados según el equipo utilizado o las condiciones especiales del levantamiento.

Los registros contendrán todos los datos necesarios, claros y precisos, para que se elaboren los planos de perfil y planta, tal y como se indica en él capitulo correspondiente.

Las hojas deberán estar numeradas.

En la portada se anotarán, invariablemente, al inicio de cada unas de las hojas utilizadas en un día de trabajo.

Estos registros normalmente se entregarán conjuntamente con los planos de perfil y planta, ya que ellos serán el apoyo numérico de la revisión que deberá efectuarse a dichos planos.

Los datos de apoyo planimétrico y altimétrico, tales como la orientación astronómica y la nivelación para dar cota relacionada a la red del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, también serán entregados con los planos.

Registro de campo con Taquímetro Marca Leica modelo TC407 de un levantamiento topográfico (poligonal abierta)

***** Start of TPS 100 Data Report-File *****

Trabajo	Operador	Inst.	Número	Hora	Fecha
LZD	NBL	TC407	695047	11:08	01-08-2003

Estación Base

Estación No.	Este	Norte	Altura	Inst. Altura	Hora
PI-1	1000.000	1000.000	100.000	1.432	11:12

Set Orientation

Punto Visado	Áng. Hor.	Este	Nortes
PI-2	89.4759	1190.820	1000.667

Punto No	Áng. Hor.	Ang. V.	Dist Inc.	H. Prisma	ppm	mm	Este	Norte	Altura
1040	89.4757	090.0013	190.821	1.300	23	0	1190.819	1000.669	100.122
1	89.4756	090.0439	141.825	1.300	23	0	1141.824	1000.497	99.941
2	89.4755	090.0516	108.151	1.300	23	0	1108.150	1000.380	99.967
3	89.4754	090.0540	97.247	1.300	23	0	1097.246	1000.342	99.972
4	89.4802	090.0557	99.991	1.300	23	0	1099.990	1000.348	99.960
5	89.4757	090.2242	86.795	1.300	23	0	1086.793	1000.304	99.559
6	89.4757	090.1509	75.668	1.300	23	0	1075.666	1000.265	99.799
7	89.4753	090.2612	68.234	1.300	23	0	1068.232	1000.241	99.612
8	89.4760	090.0107	62.059	1.300	23	0	1062.058	1000.217	100.112
9	89.4801	090.0539	54.865	1.300	23	0	1054.864	1000.191	100.042
10	89.4801	090.0450	49.534	1.300	23	0	1049.533	1000.173	100.062
11	89.4760	089.4012	30.980	1.300	23	0	1030.979	1000.108	100.310
12	89.4804	091.1804	25.725	1.300	23	0	1025.718	1000.089	99.548
13	89.4801	090.2750	23.482	1.300	23	0	1023.481	1000.082	99.942
14	89.4800	089.2040	20.013	1.300	23	0	1020.012	1000.070	100.361
15	89.4802	090.4455	14.372	1.300	23	0	1014.371	1000.050	99.944
16	358.0212	091.4320	8.473	1.300	23	0	999.710	1008.464	99.877
17	357.0800	091.0408	15.099	1.300	23	0	999.245	1015.078	99.850
18	16.0711	089.5847	27.080	1.300	23	0	1007.519	1026.015	100.142
19	13.0339	089.5908	33.017	1.300	23	0	1007.461	1032.163	100.140
20	3.2214	089.5933	60.864	1.300	23	0	1003.578	1060.758	100.140
21	2.4608	089.5930	71.729	1.300	23	0	1003.465	1071.645	100.143
22	336.0713	090.0550	110.267	1.300	23	0	955.362	1100.828	99.946

Estación Base

Estación No.	E s t e	N o r t e s	Altura	Inst. Altura	Hora
PI-2	1190.820	1000.667	100.107	1.510	12:06

Set Orientation

Punto Visado	Áng. Hor.	E s t e	N o r t e
PI-1	269.4759	1000.000	1000.000

Punto No	Áng. Hor.	Ang. V.	Dist Inc.	H. Prisma	ppm	mm	E s t e	N o r t e	Altura
23	269.4760	090.0626	190.824	1.300	23	0	999.997	1000.001	99.962
24	269.4755	094.4457	6.845	1.300	23	0	1183.998	1000.643	99.750
25	269.4751	092.3018	9.795	1.300	23	0	1181.034	1000.632	99.889
26	198.4255	090.1644	71.820	1.300	23	0	1167.776	932.645	99.968
27	196.5423	090.1052	78.294	1.300	23	0	1168.051	925.757	100.070

Punto No	Áng. Hor.	Ang. V.	Dist Inc.	H. Prisma	ppm	mm	E s t e	N o r t e	Altura
28	173.2655	090.1028	66.734	1.300	23	0	1198.434	934.370	100.114
29	173.2647	083.5651	67.107	0.000	23	0	1198.436	934.370	108.693
30	173.2649	084.1229	67.076	0.000	23	0	1198.436	934.370	108.386
31	173.2652	090.0620	73.874	1.300	23	0	1199.250	927.276	100.181
32	173.2645	084.1213	74.254	0.000	23	0	1199.252	927.276	109.117

Punto No	Áng. Hor.	Ang. V.	Dist Inc.	H. Prisma	ppm	mm	E s t e	N o r t e	Altura
33	173.2658	090.0639	73.858	1.300	23	0	1199.246	927.291	100.175
34	173.2653	090.0603	109.441	1.300	23	0	1203.308	891.941	100.125
35	173.2649	090.0638	98.874	1.300	23	0	1202.104	902.439	100.127
36	173.2649	090.0657	100.428	1.300	23	0	1202.281	900.896	100.115
37	173.2657	090.0655	99.988	1.300	23	0	1202.227	901.332	100.116
38	173.2652	090.0406	140.202	1.300	23	0	1206.819	861.381	100.151

Punto No	Áng. Hor.	Ang. V.	Dist Inc.	H. Prisma	ppm	mm	E s t e	N o r t e	Altura
39	173.2654	089.5931	154.083	1.300	23	0	1208.400	847.591	100.340
40	173.2653	087.0927	154.273	0.000	23	0	1208.402	847.591	109.269

Punto No	Áng. Hor.	Ang. V.	Dist Inc.	H. Prisma	ppm	mm	E s t e	N o r t e	Altura
41	173.2653	090.0104	183.503	1.300	23	0	1211.758	818.363	100.262
42	173.2654	090.0013	195.316	1.300	23	0	1213.105	806.626	100.307
43	173.2653	089.5746	200.063	1.300	23	0	1213.648	801.911	100.450
44	173.2654	089.5747	199.995	1.300	23	0	1213.639	801.978	100.449
45	173.2651	090.0032	242.400	1.300	23	0	1218.481	759.851	100.283

SEÑALIZACIÓN

Estacas

Serán de madera y se colocarán en cada una de las estaciones (E), clavadas al ras del suelo, con una tachuela o clavo en el eje del trazo y claramente marcados con el número progresivo que le corresponde a la estación (E-1, E-2, etc.)

Los puntos de inflexión no se consideran como estación.

Mojoneras

Serán de concreto, de forma piramidal con las dimensiones siguientes: base 25x25 cm; corona 15x15 cm; altura 40 cm.

Se pintarán con pintura de aceite, color blanco; en la cara superior se colocará una varilla o alambón inmerso 10 cm con el concreto, que indicará al eje y se pintará con rojo el número del punto de inflexión (PI) o estación (E) según sea el caso. En una de las caras, con pintura de aceite roja, se anotarán las siglas comisión federal de electricidad (CFE). En las otras el nombre de la línea de transmisión, el kilometraje y su caso, el ángulo de deflexión.

Se fijarán firmemente al terreno, debiendo sobresalir entre 10 y 15 cm; pueden ser colocadas directamente en la excavación o prefabricadas, adhiriéndolas con mortero. Como se observa en la figura 5.

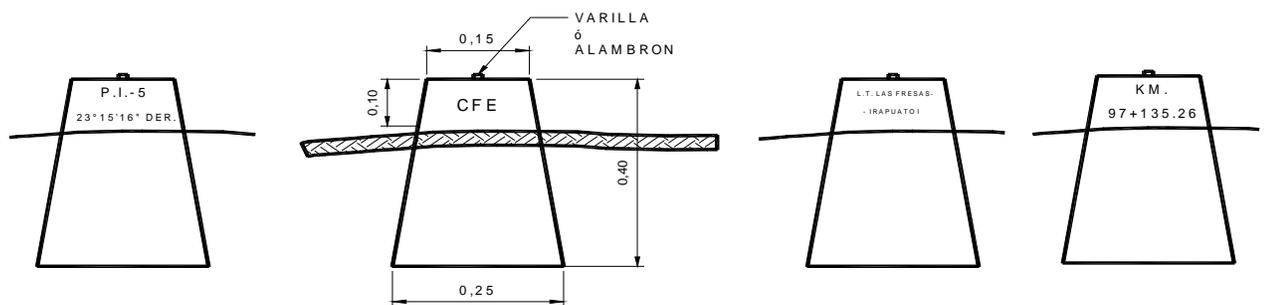


Figura 5.- Mojoneras

Se colocarán en :

- Inicio y terminación de la línea de transmisión.
- Puntos de inflexión.
- Estaciones adyacentes a los puntos de inflexión.
- Cruces con vías de ferrocarril, carreteras, caminos de terracería, líneas de transmisión (de 69 a 400 kv.). En estos casos, se colocarán una a cada lado, en el límite del derecho de vía o fuera de éste en donde sean vistas con facilidad.
- Caminos secundarios de tierras o brechas que sirvan de acceso a la línea de transmisión; en éstos, se colocará solo una.
- Tangentes largas, donde no se hayan colocado las de los casos anteriores, se señalarán puntos sobre tangente (PST) aproximadamente a no más de 3 Km.
- Si el trazo va por zonas donde haya roca aparente, las estacas y mojoneras serán substituidas por círculos de 10 a 30 cm de diámetro, respectivamente, cubiertos con pintura de aceite blanca escribiendo en ellos, con letras rojas, los mismos datos que en las estacas y mojoneras.
- Se recomienda señalar con pintura blanca, con discreción y claridad, cualquier cerca, árbol, roca, etc. Que sirva para identificar el trazo o los accesos de éste.

IV. PLANOS

PLANO GENERAL DE TRAYECTORIA DEFINITIVA

Como se estableció en el capítulo II referente a la trayectoria general de la línea una vez realizados todos los posibles cambios ya sea por cuestiones técnicas o económicas se debe de realizar un plano de trayectoria definitiva como se observa en el ejemplo siguiente. Figura 6

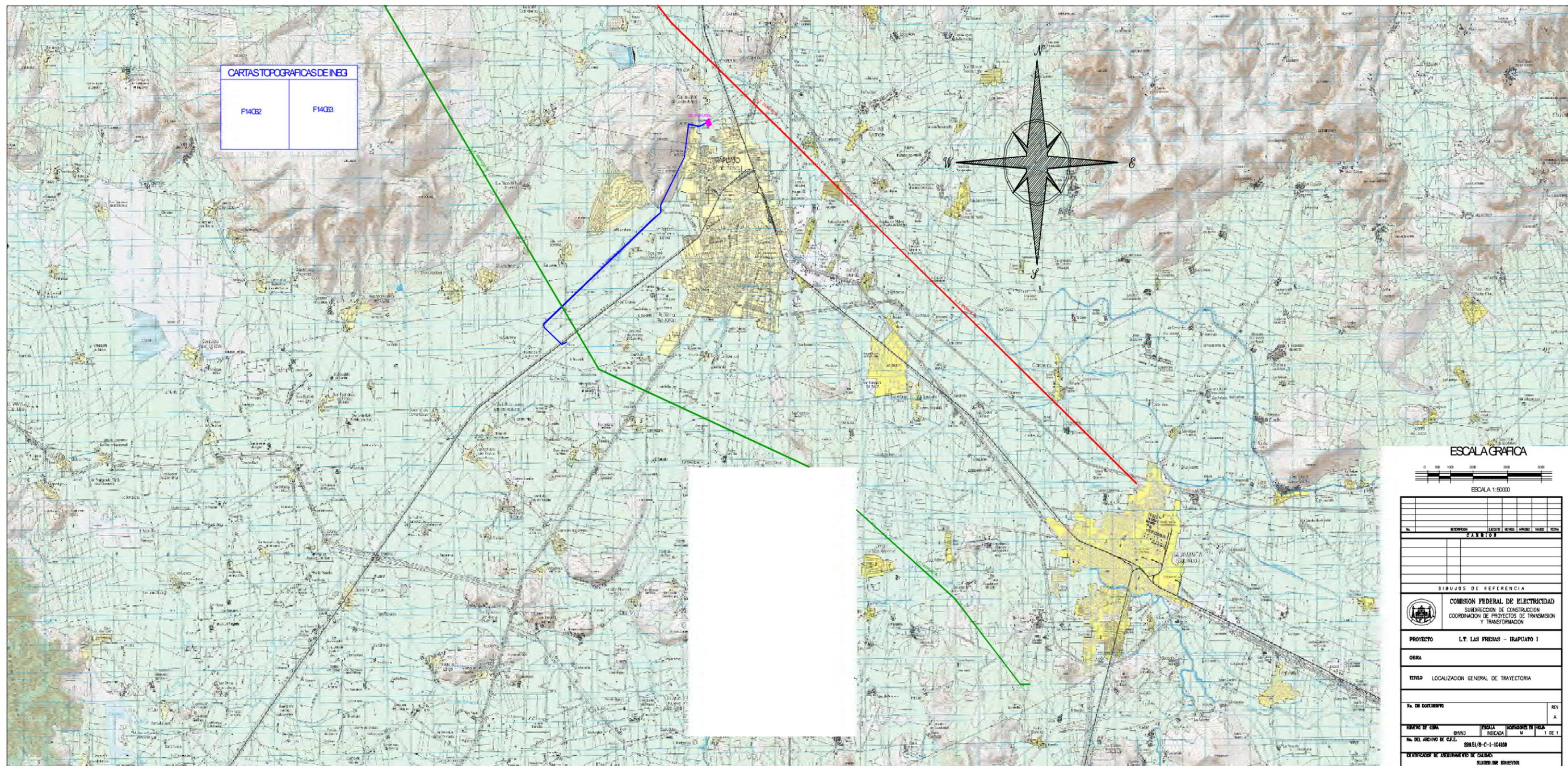


Figura 6.-Plano general de Trayectoria Definitiva

PLANOS DE PERFIL Y PLANTA

Los planos de perfil y planta serán elaborados en formas de película poliéster indeformable ó papel bond con cuadrícula milimétrica. Como el que se muestra al final del capítulo, con toda la información que se indicará a continuación.

Las escalas que se utilizarán son:

	HORIZONTAL	VERTICAL
En terreno planos, lomeríos ó montaña suave	1:2000	1:200
En terrenos muy accidentado	1:2000	1:500

El rumbo astronómico de cada tangente deberá aparecer en cada una de las hojas.

Al dibujar el perfil, se tendrá en cuenta que sobre este se proyectarán las estructuras, postes o torres, incluyendo el conductor más bajo que las une; por lo tanto, el espacio libre que deberá haber entre el punto más prominente del perfil y la parte inferior de la planta, será como mínimo de 25 cm. Figuras 7 y 8

PLANOS DE SALIDA Y LLEGADA DE LINEA

Para completar la información gráfica se incluirá en una hoja independiente, el dibujo en planta y a una escala que sea objetiva, los detalles de salida y llegada a las subestaciones, en el que también se indicarán:

- Linderos del predio de las subestaciones y cercas aledañas.
- Estructuras principales de las subestaciones dentro de las cuales se encuentre el marco de salida o

llegada de la línea de transmisión en proceso de trazo.

- Postes, estructuras o torres de remate de las líneas de energía eléctrica que salgan o lleguen a las subestaciones.
- Carreteras, caminos, vías de ferrocarril. y tuberías de conducción adjuntos a las subestaciones con sus respectivos destinos. Figuras 9 y 10

Modificaciones a la trayectoria

En caso de que durante el levantamiento topográfico se presente algún problema no previsto en el estudio o que haya surgido después de éste y que obligue a un CAMBIO SUSTANCIAL de la trayectoria, será necesario que el ejecutor del trazo levante el obstáculo e informe del problema presentando alternativas para que sean analizadas y evaluadas por el departamento de selección de sitios, el que decidirá finalmente, la modificación que habrá de ejecutarse.

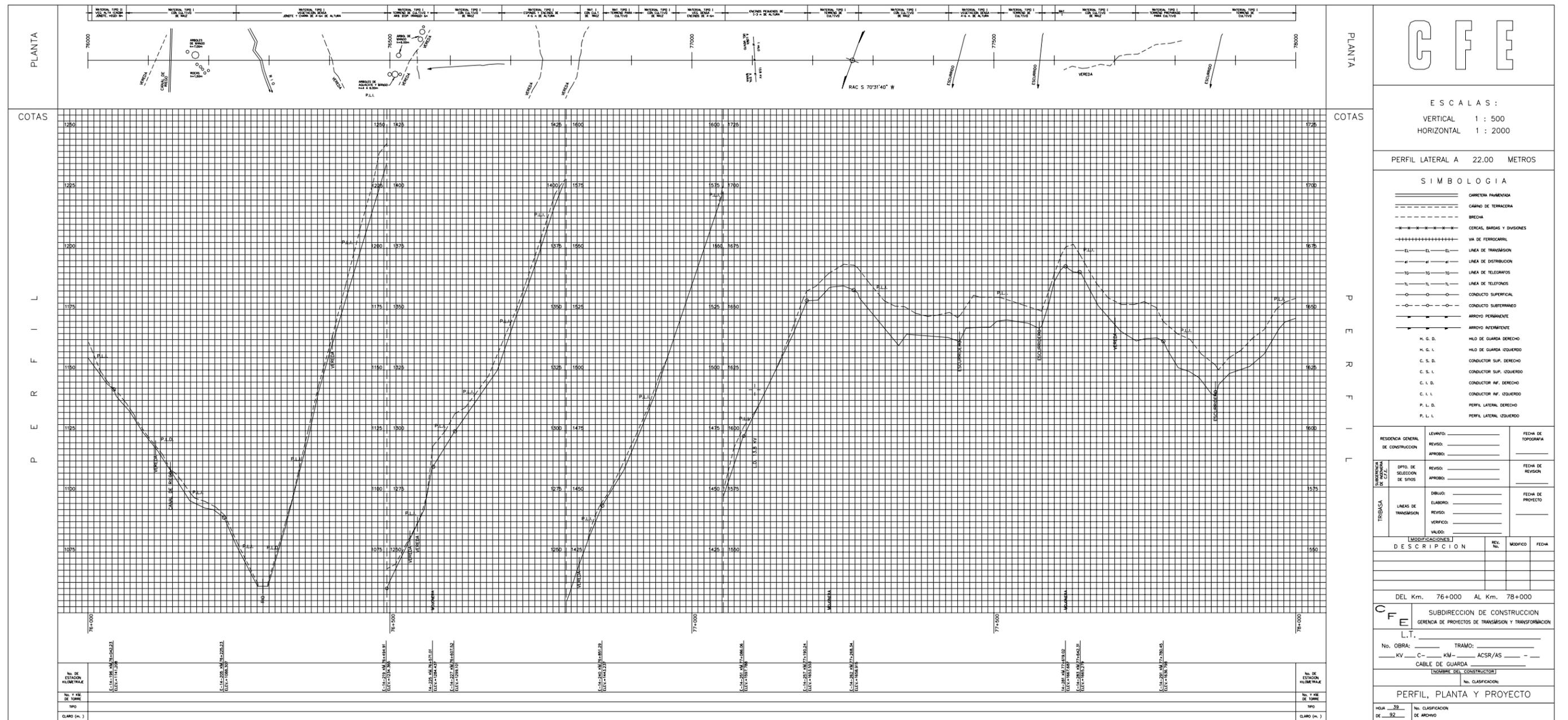


Figura 8.- Plano Perfil y Planta Terreno Montañoso

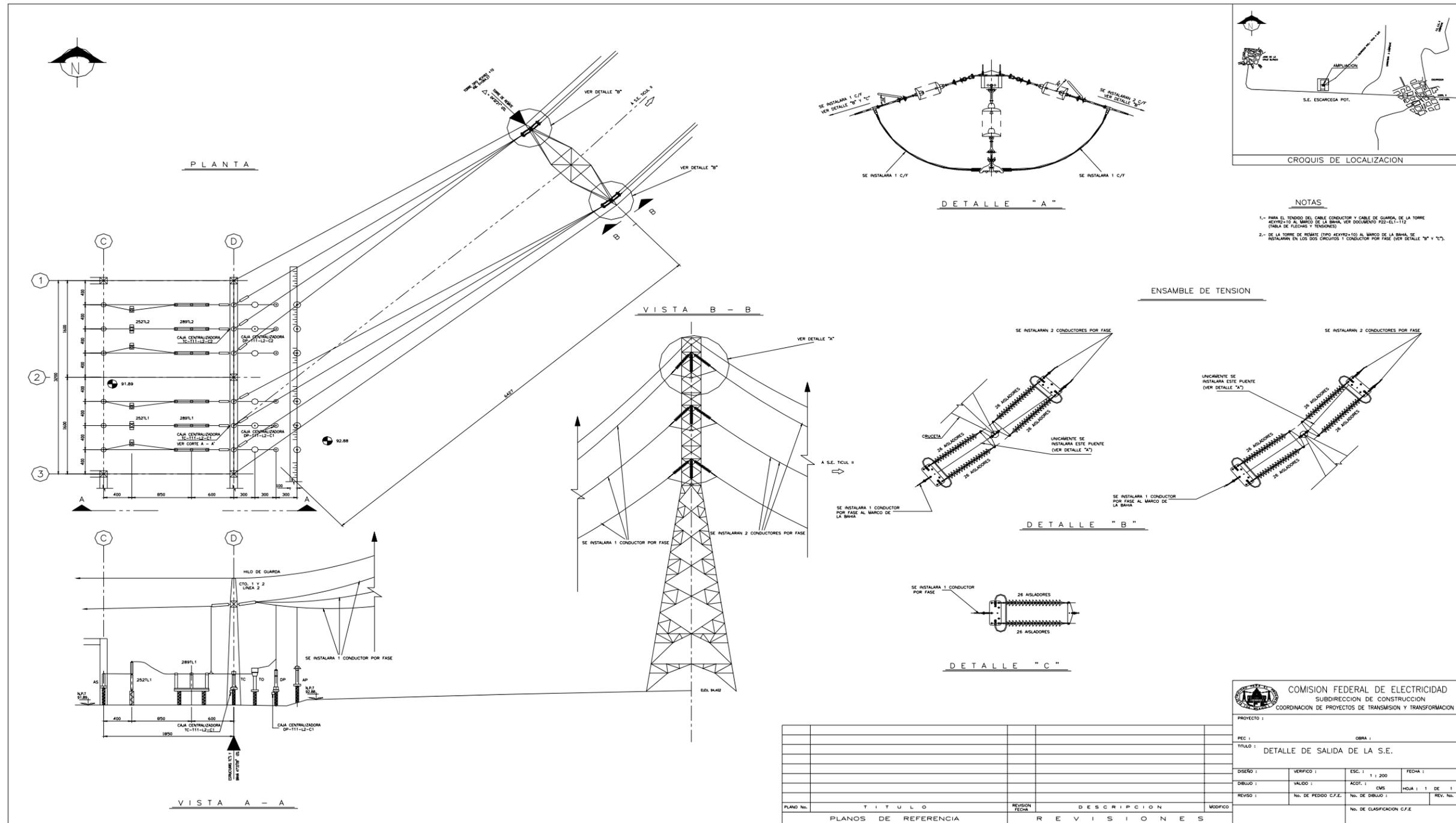


Figura 9.- Plano de Salida de Línea

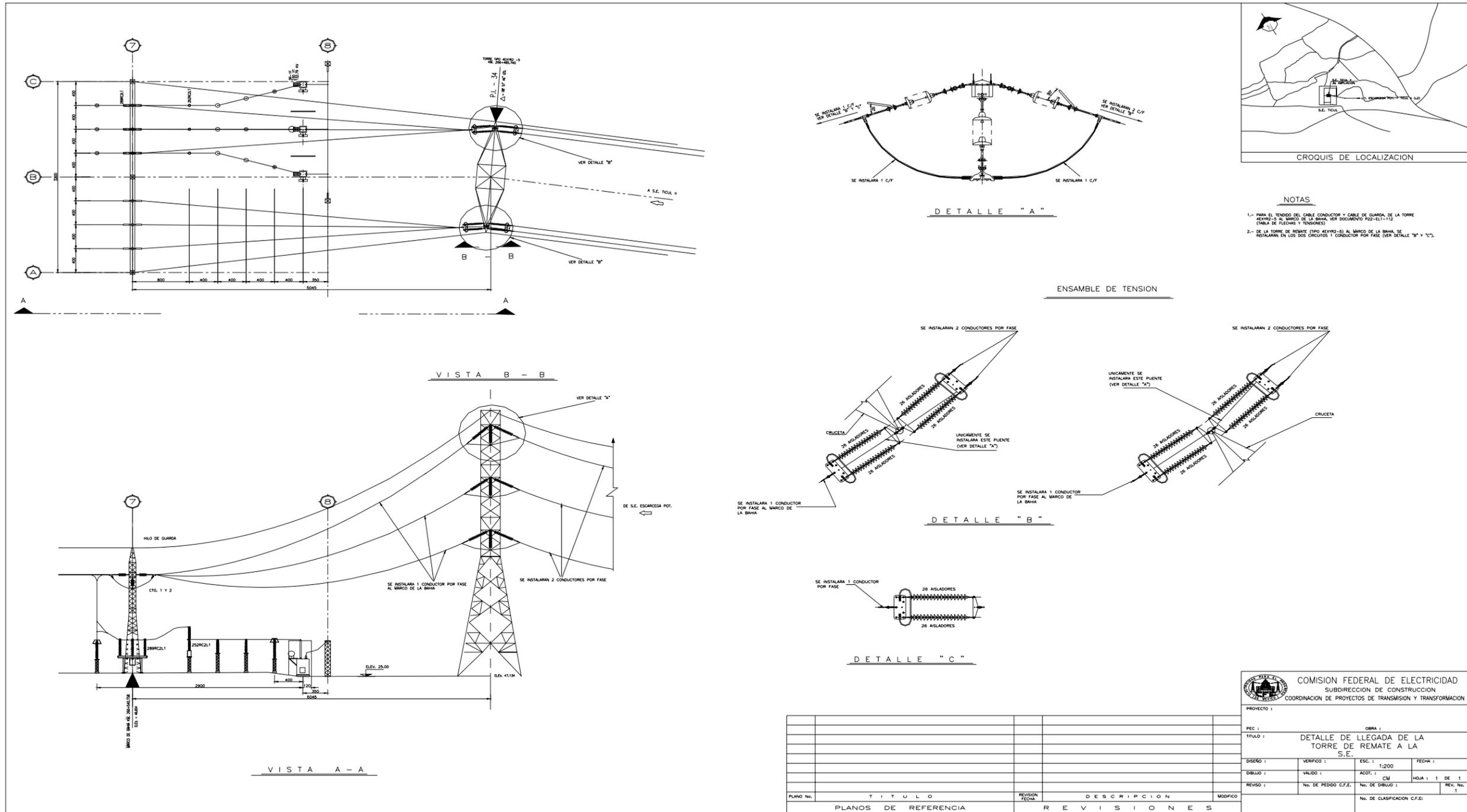


Figura 10.- Plano de Llegada de Línea

V. LOCALIZACIÓN DE ESTRUCTURAS

PLANO DE PERFIL, PLANTA Y PROYECTO

Una vez realizado el proyecto de la ubicación o implantación de estructuras en los planos de perfil, planta y proyecto se procede a realizar la ubicación en el terreno por medio de señalamiento adecuado(mojoneras) los sitios en que se deberán instalarse las estructuras o postes de acuerdo al proyecto plasmado en los planos .Figura 11

En el caso de que al efectuar esta actividad, el encargado de la misma detecte que el sitio predeterminado para ubicar alguna estructura o poste no es el adecuado por una situación particular que pudiera afectar su estabilidad lo deberá reportar de inmediato para su posible reubicación, por las personas correspondientes.

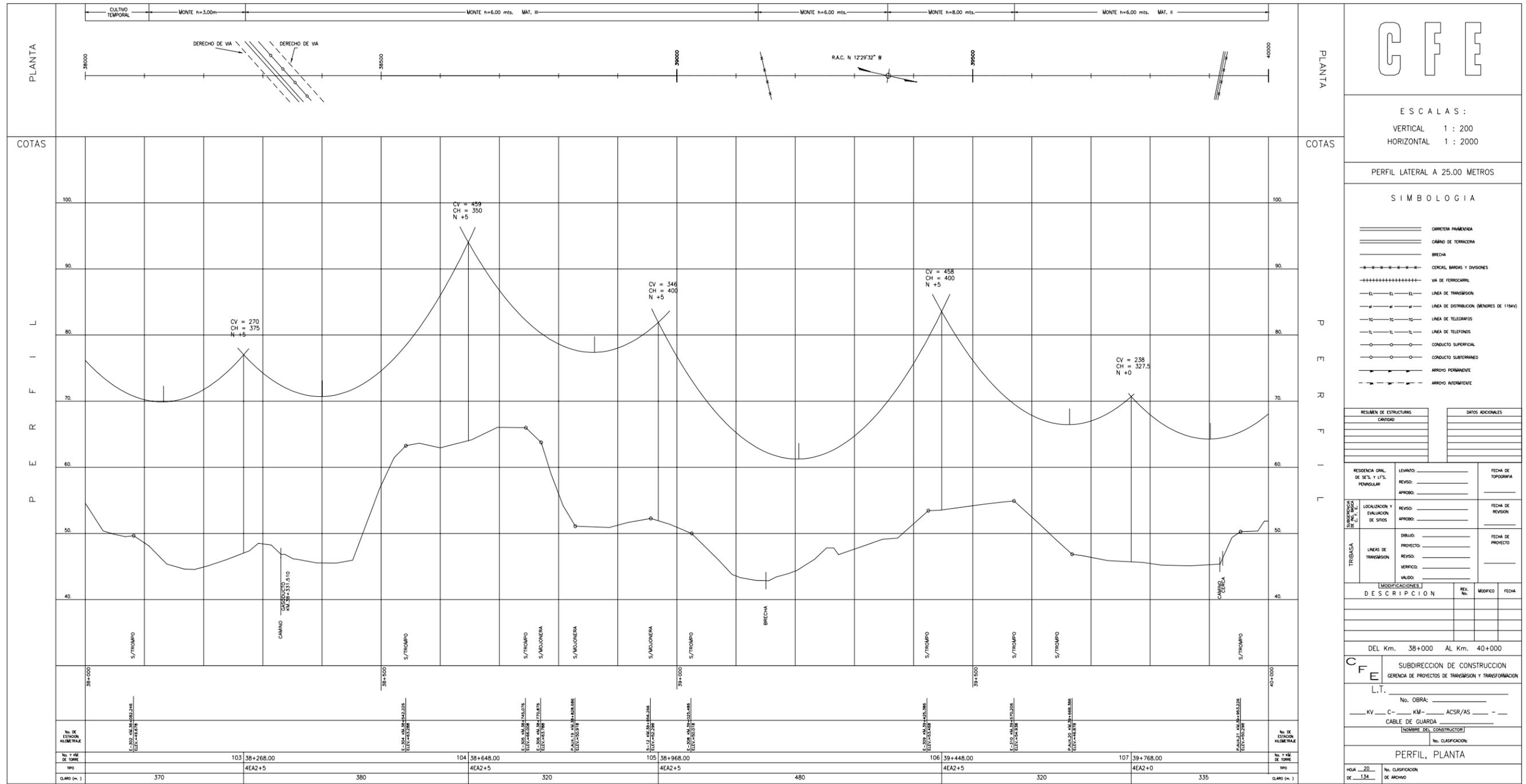
En los lugares donde se instalarán las estructuras se colocará una mojonera correspondiente el centro; ésta debe tener claramente indicado con pintura indeleble el número y tipo de estructura. Adicionalmente verificará los puntos sobresalientes del levantamiento topográfico y laderas existentes, así como los cruces con vías de comunicación y construcciones en general.

DIBUJO DE PERFILES EN CRUZ

A partir del centro de cada estructura (la mojonera instalada), se efectuarán los levantamientos topográficos en diagonal,(perfiles en cruz) que se utilizarán para determinar las extensiones que se instalarán en cada pata de la estructura y para determinar los ejes de las excavaciones. Figura 12

En la localización de las estructuras en tangentes, se admitirá una tolerancia de + 10mm perpendiculares respecto a dicho eje, manteniendo siempre la trayectoria original.

En estructuras de deflexión no se admitirá tolerancia.



ESCALAS:
 VERTICAL 1 : 200
 HORIZONTAL 1 : 2000

PERFIL LATERAL A 25.00 METROS

SIMBOLOGIA

- ===== CARRETERA PERMANENTE
- ===== CAMINO DE TERRACERA
- BRECHA
- CERCA, BARRAS Y DIVISIONES
- +++++ VIA DE FERROCARRIL
- EL --- EL --- EL --- LINEA DE TRANSMISION
- EL --- EL --- EL --- LINEA DE DISTRIBUCION (MENORES DE 110KV)
- TL --- TL --- TL --- LINEA DE TELEGRAFOS
- TL --- TL --- TL --- LINEA DE TELEFONOS
- O --- O --- O --- CONDUCTO SUPERFICIAL
- O --- O --- O --- CONDUCTO SUBTERRANEO
- >--->--->---> ARROJO PERMANENTE
- >--->--->---> ARROJO INTERMITENTE

RESUMEN DE ESTRUCTURAS	DATOS ADICIONALES
CANTIDAD	

RESIDENCIA GRAL. DE SECT. Y L.T. PENINSULAR	LEVANTO: _____	FECHA DE TOPOGRAFIA
	REVISO: _____	
	APROBO: _____	
LOCALIZACION Y ENLACE DE SILOS	REVISO: _____	FECHA DE REVISION
	APROBO: _____	
LINEAS DE TRANSMISION	DIBUJO: _____	FECHA DE PROYECTO
	REVISO: _____	
	VERIFICO: _____	
	VALIDO: _____	

DESCRIPCION	REV. No.	MODIFICACION	FECHA

DEL Km. 38+000 AL Km. 40+000

C F E SUBDIRECCION DE CONSTRUCCION
 GERENCIA DE PROYECTOS DE TRANSMISION Y TRANSFORMACION

L.T.
 No. OBRA: _____
 KV C-_____ KM-_____ ACSR/AS _____

CABLE DE GUARDA
 (NOMBRE DEL CONSTRUCTOR)

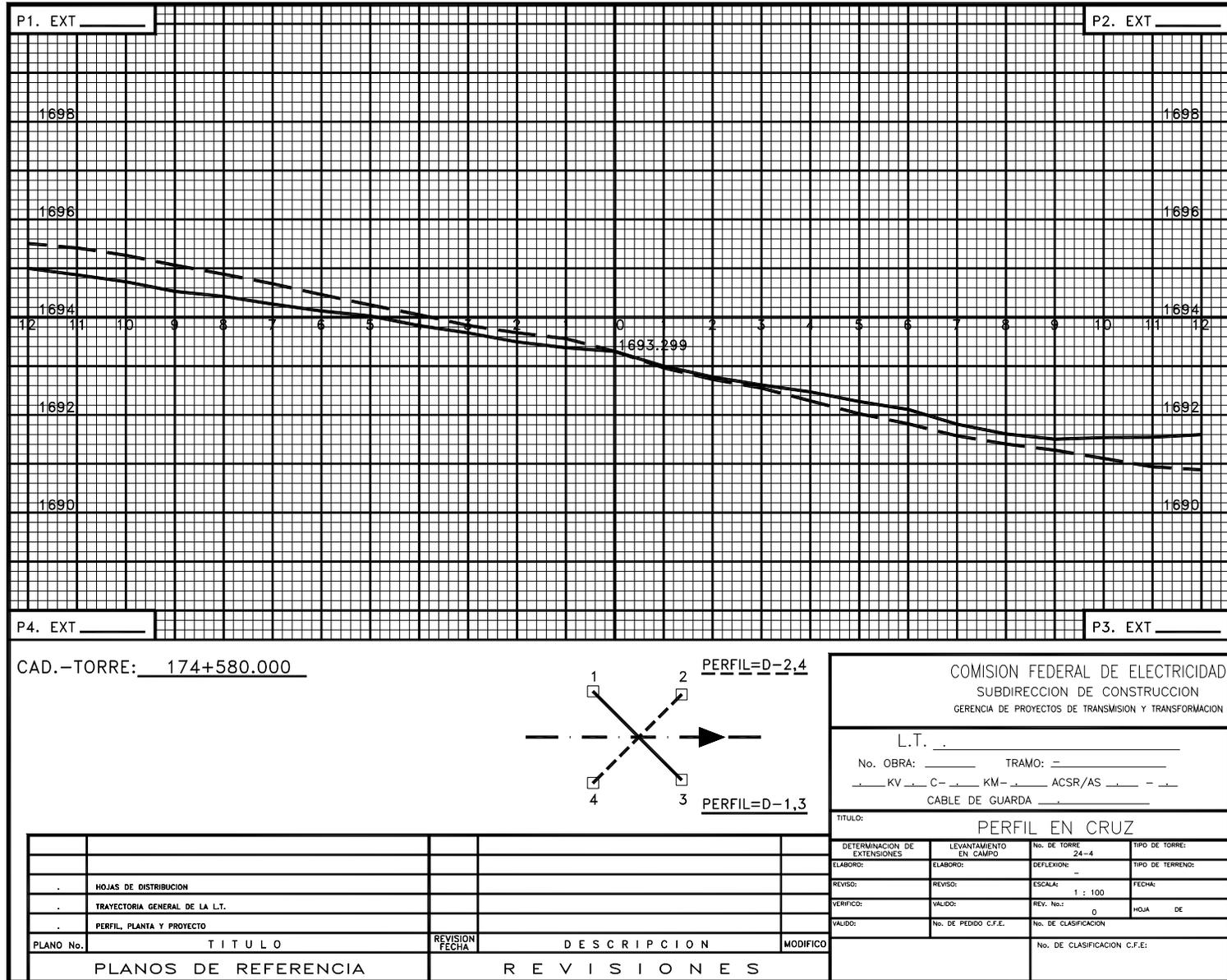
No. CLASIFICACION

PERFIL, PLANTA

Hoja 20 de 134 No. CLASIFICACION DE ARROJO

Figura 11

Figura 12.- Perfil en Cruz



VI. CONCLUSIONES

Como se puede observar el levantamiento topográfico para las líneas de transmisión requiere de una gran cantidad de información preliminar así como de su ejecución en el campo y en los cálculos debido a que cualquier error o desviación puede significar económicamente ,un costo bastante elevado, además de que no se estaría cumpliendo con el objetivo principal que se indica al inicio del desarrollo de este tema que consiste en realizar un proyecto lo más económicamente posible.

De lo anterior se puede determinar que para poder realizar el levantamiento topográfico para las líneas de transmisión. se debe de establecer una secuencia o procedimientos de conjunción de elementos tanto de recopilación de documentación,(normas, especificaciones, etc),así como de conocimientos generales de todas las áreas en que se encuentra involucrado el trabajo en cuestión,(eléctrica, mecánica , civil, geológica) .