



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

“TRABAJOS TOPOGRAFICOS EMPLEADOS EN EL PROYECTO DE LA CARRETERA SAN JUAN IXCAQUIXTLA-JUAN N. MENDEZ, PUEBLA”

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA

Presentan:

MIGUEL ANGEL CARRILLO ROMERO

CIRO TORRES CASTRO





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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTIT/054/00

Señores

CIRO TORRES CASTRO
MIGUEL ANGEL CARRELO ROMERO
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. BENITO GOMEZ DAZA**, que lo desarrollen ustedes como tesis de su examen profesional de "INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA".

**"TRABAJOS TOPOGRAFICOS EMPLEADOS EN EL PROYECTO DE LA CARRETERA
SAN JUAN IXCAQUXTLA-JUAN N. MENDEZ, PUEBLA"**

- I. INTRODUCCION
- II. RECONOCIMIENTO
- III. PLANIMETRIA
- IV. ALTIMETRIA
- V. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DE CAMPO
- VI. CONCLUSIONES

Ruego a ustedes 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 título de esta.

Asimismo les 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 HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a 15 de julio de 2000.
EL DIRECTOR

ING. GERARDO FERRANDO BRAVO
GFB GMP/mig

AGRADECIMIENTOS

A mi madre:

Irene Romero Eslava

Estas líneas se las dedico a usted como una muestra de agradecimiento a todos sus esfuerzos, sacrificios y a la confianza y el cariño que siempre ha depositado en mí.

A mi padre

Lorenzo Carrillo Martínez

Quien me ha enseñado que solo el trabajo y la buena fé hacen de los individuos no los hombres de éxito sino los hombres de bien; gracias paisano.

Miguel Angei

dedico la presente tesis a:

mi madre

Hilda Castro Ramírez

Hermanos.

Aidé, Fabiola, Juan, Yolanda y Rosa.

Ciro

A quien incondicionalmente dirigió y coordinó la elaboración de la presente tesis,
Ing. Benito Gómez Daza

A los ingenieros profesores de la H. Facultad de Ingeniería por los conocimientos compartidos y en especial al Jurado por dedicar el tiempo necesario para la revisión de esta tesis:

Ing. Víctor Robles Almeraya

Ing. Ubertino González González

Ing. Adolfo Reyes Pizano

ing Jose Luis Higuera Moreno.

Al equipo de trabajo del municipio de Juan N Méndez, Puebla, sin cuya colaboración no hubiera sido posible el presente trabajo, y de manera muy especial al estimado y fino amigo Ing Jesús Toledo Salas.

A todos aquellos curiosos que siempre han preguntado ¿Cuándo se titulan?

INDICE

TRABAJOS TOPOGRAFICOS EMPLEADOS EN EL PROYECTO DE LA CARRETERA SAN JUAN IXCAQUIXTLA-JUAN N. MENDEZ, PUEBLA

roducción

Reconocimiento

Planimetría

Altimetría

Procesamiento de los datos de campo

Conclusiones

Topografía

TRABAJOS TOPOGRAFICOS EMPLEADOS EN EL PROYECTO DE LA
CARRETERA SAN JUAN IXCAQUIXTLA-JUAN N. MENDEZ, PUEBLA

	Pag.
RECONOCIMIENTO	
I.1 Antecedentes	7
I.2 Consideraciones generales sobre la obra	9
PLANIMETRIA	
II.1 Localización de los vértices	11
II.2 Orientación Astronómica	15
II.3 Levantamiento del eje	29
II.4 Levantamiento de detalles	50
II.5 Referencias de vértices	54
II.6 Esviajes	59
II.7 Curvas circulares	66
ALTIMETRIA	
I Nivelación	78
III.1.1 Nivelación de bancos	81
III.1.2 Nivelación del eje	87
III.2 Secciones transversales	90
PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DE CAMPO	
IV.1 Cálculo de coordenadas	96
IV.2 Registros definitivos	101
IV.3 Dibujo de la planta y perfil	102
CONCLUSIONES	110
BIBLIOGRAFÍA	113

TRABAJOS TOPOGRAFICOS EMPLEADOS EN EL PROYECTO DE LA CARRETERA SAN JUAN IXCAQUIXTLA-JUAN N. MENDEZ, PUEBLA.

INTRODUCCION

Importancia de los caminos

A través de la historia hemos visto que el grado de prosperidad de los pueblos se mide por su cultura y su economía. esta última representada por su agricultura, industria comercio y vías de comunicación

Desde el nacimiento de la era de la máquina, y a medida que pasan los años, los tiempos para recorrer los caminos se hacen más cortos y los habitantes de todo el mundo están cada vez más en posibilidad de conocer la provincia más próxima y la más lejana, el país vecino y el diametralmente opuesto.

Los caminos han sido indudablemente un factor importante para el desarrollo de todas las actividades humanas: caminos terrestres, fluviales, marítimos o aéreos, comerciales, con fines militares o de turismo han servido siempre para llevar de pueblo a pueblo y de continente a continente por medio del comercio, la conquista o el mero deseo de conocer y ser conocido un intercambio de productos materiales, de costumbres e ideologías.

Ejemplos de caminos comerciales son los que existen en Europa y Asia desde los tiempos más remotos y que sirvieron para el paso de caravanas cargadas de mercancías. Estos caminos solían recibir el nombre del principal

producto que transitaba a lo largo de cada uno de ellos, tales como "el camino de las especies" y la "ruta de la seda".

Los caminos comerciales servían como muchos otros en la actualidad para unir lugares de gran oferta y de gran demanda de productos industriales y agrícolas.

Estas dos clases de caminos: comerciales y militares, cruzaban a veces lugares que presentaban mejores condiciones para la conservación de la salud, como son el clima y los manantiales de aguas sulfurosas y también los había que invitaban al esparcimiento como es el caso de las playas. Estos sitios pronto fueron frecuentados por la gente que buscaba descanso y diversión. A medida que el tiempo pasó, el tránsito a esos lugares fue más intenso y este movimiento que originó el turismo no paró ahí, sino que debido al comercio que trajo, se hicieron caminos especialmente para conectar lugares con características semejantes a los que se mencionan arriba y también con algunos sitios que tenían alguna relación con la historia o con la religión.

Estos caminos turísticos son considerados en la actualidad como factor económico de primera importancia

Desarrollo Histórico de los Caminos

Para tener una pequeña idea acerca de los caminos y a que grado de adelanto llegan los más antiguos de que tenemos noticia tenemos que recurrir a la historia

Hay dos conocidas teorías sobre la formación de los caminos. La primera nos dice que el constante pasar de los animales salvajes hacia sus bebederos por un mismo lugar produjo la trilla de la vegetación circundante, la cual utilizó el nombre en las partes accesibles y modificó en las que no lo eran

La segunda teoría sugiere que hubo señales puestas sobre los árboles o bien sobre montones de piedras hechas por cazadores y colonizadores para indicar la ruta a un lugar bueno para la caza, la pesca, etc. Las cuales fueron las causas que llevaron a la formación de antiguos caminos.

Según Herodoto, el primer gran camino cruzaba Asia Menor, desde el golfo pérsico hasta el mediterráneo y tenía 2800 Km de largo. Mejorado por los antiguos persas, este "camino real" era una gran vía comercial. El camino empedrado más antiguo del mundo fue construido bajo el reinado del faraón Keops (3000 años a.c.) para poder transportar mejor los bloques de piedra caliza que se utilizaban para la construcción de su sepultura. Este camino costó diez años de trabajos; fue construido a base de piedra caliza, estaba adornado por esculturas de animales y tenía 1 Km de longitud y 10 metros de ancho.

Roma, capital del Imperio, que dominó por varios siglos el mediterráneo, dió un gran impulso a la construcción de caminos, los cuales se construyeron de varios tipos: reales, vecinales y privados. Como su fuerza residía en su ejército, los caminos reales eran principalmente para el tránsito de tropas y transportes militares, los segundos y terceros comunicaban provincias y eran de carácter comercial.

Veintiún caminos partían de Roma, los cuales se comunicaban con otras vías. Muchos de ellos tenían varias capas de piedra y en muchos tramos eran anchos (alcanzaban hasta 12 metros de hombro a hombro) teniendo en su totalidad tangentes bastante largas. Esta red de caminos fue construida aproximadamente entre los siglos IV a c y II d c.

En América hay vestigios arqueológicos de caminos que para aquella época estaban muy adelantados. En Perú se han encontrado tramos de un

camino que aún se encuentran en condiciones útiles. Dicho camino se estima construido en el siglo I a.c. y tenía unos 6000 Km de largo y un ancho de 6 m.

En Yucatán se han hecho investigaciones sobre el mismo asunto deduciendo de ellos que por el siglo IV de nuestra era, los mayas construyeron sistemas de buenos caminos con anchos de hasta 10 m.

A la caída del imperio romano, los caminos que habían construido se extendían desde Escocia hasta el norte de África y desde el Atlántico hasta el golfo Pérsico; su conservación en los subsecuentes siglos corrió a veces a cuenta de la iglesia y otras del rey. El interés de la iglesia por el mantenimiento de caminos radicó en mantener vivas las rutas de peregrinos que viajaban a sitios como Compostela o Roma. Los caminos a cuenta del Rey o "caminos reales" se conservaban por las necesidades que emanaban de un deseo básico de unificación del reino.

A medida que transcurría el tiempo aumentaba el número de viajeros, carretas y toda clase de animales que transitaban por las carreteras y su utilidad disminuía. En Inglaterra y Francia, por ejemplo, en tiempos de lluvia, las carreteras se atascaban a cada momento al transitar por los caminos que se convertían en verdaderos lodazales.

Los caminos fueron notablemente mejorados en Europa en tiempos de Napoleón, el cual necesitaba que sus tropas se movieran con mucha rapidez de un extremo a otro del continente. Algunos años después, Telford y McAdam, inspirándose en las técnicas de construcción de caminos romanos, crearon un sistema consistente en cavar en el suelo hasta una capa básica buena y seca y construir luego el camino con piedra triturada. Las ideas de ambos británicos,

combinadas y mejoradas para amoldarlas a necesidades especiales, forman la base de muchas carreteras modernas.

A partir de 1900, la creación del automóvil, creó un nuevo auge para las carreteras; empezaron a crecer en número por todos los países civilizados, primero uniendo entre sí los grandes centros de población y las incipientes zonas industriales y más tarde, proporcionando al campo una vía comercial para los productos agrícolas y ganaderos. Así mismo nació una nueva rama de la ingeniería, dedicada a la planeación y construcción de carreteras.

La presente tesis toma como base el trabajo realizado del mes de Noviembre de 1999 a Febrero de 2000 en el área ubicada entre los municipios de San Juan Ixcaquixtla y Juan N. Méndez, en el sur del estado de Puebla.

La perforación de pozos de riego en la región desde hace cinco años, trajo consigo una expansión en la agricultura de riego, modificando favorablemente la producción de las legumbres y leguminosas en esta zona semiárida. Los centros de distribución de las cosechas son las ciudades de Puebla y México D.F. La naturaleza perecedera de los productos hortícolas requieren una transportación rápida, eficiente y económica. Por otra parte, el progresivo aumento de la población trae consigo la necesidad de brindar mejores servicios públicos, los cuales solo son posibles si se cuenta con una buena infraestructura de caminos.

El gobierno municipal de Juan N. Méndez, en acuerdo con el gobierno del Estado de Puebla, convino en realizar la carretera que unirá el ante citado municipio con la población de San Juan Ixcaquixtla. El primer paso fue elaborar un proyecto geométrico de carretera para después dar paso a la licitación para la ejecución de la obra.

Dentro de la elaboración del proyecto, participamos en lo concerniente a los trabajos topográficos necesarios para analizar, estudiar, y proyectar la obra

En virtud de lo anterior, en el presente trabajo se describirán los métodos utilizados para realizar los levantamientos, el orden e importancia de cada uno; el equipo y el personal adecuados y por último, el proceso de la información recabada y la elaboración de planos y registros definitivos.

La longitud aproximada de la obra es de 20 Km., de los cuales solo se tratará el primer tramo de 5 Km. (San Juan Ixcaquixtla- Barrio Dolores), ya que por factores logísticos no se ha completado el trabajo en su totalidad.

I RECONOCIMIENTO

I.1 ANTECEDENTES

El municipio de Juan N. Méndez se encuentra localizado en el extremo sur del estado de Puebla, México. Las poblaciones importantes más cercanas son Tehuacán a 50 Km al oriente e Izúcar de Matamoros, localizada a 70 Km al poniente. Geográficamente pertenece a la región mixteca y se caracteriza por un clima semiseco con lluvias en verano, lo cual origina una vegetación agreste consistente en arbustos de espino y cactus principalmente.

Los accesos carreteros son dos: El primero es la ruta Puebla-Tepeji-Acatlán, que es la carretera federal 125. El segundo es la vía Tehuacán-izúcar de Matamoros-Cuautla; aunque esta última se encuentra en total abandono por no pertenecer a un corredor económico comercial y por las malas condiciones físicas de la carretera.

Actualmente, existe un camino de terracería que data de los años 50's el cual une a la cabecera del municipio de Juan N. Méndez (también conocido como Santa Isabel Atenayuca) con San Juan Ixcaquixtla, sitio que toca la carretera federal Puebla-Acatlán. Dicha terracería tiene una longitud aproximada de 20 Km y comunica así mismo con las siguientes comunidades: Juan N. Méndez, Animas de Guadalupe, Guadalupe Victoria, Barrio Dolores y San Juan Ixcaquixtla.

El TDPA (transito diario promedio anual) estimado es de 100 vehículos, siendo tanto de carga pesada de hasta 100 toneladas, transporte colectivo y vehículos particulares

En el plano siguiente se muestra el área de trabajo motivo de la tesis

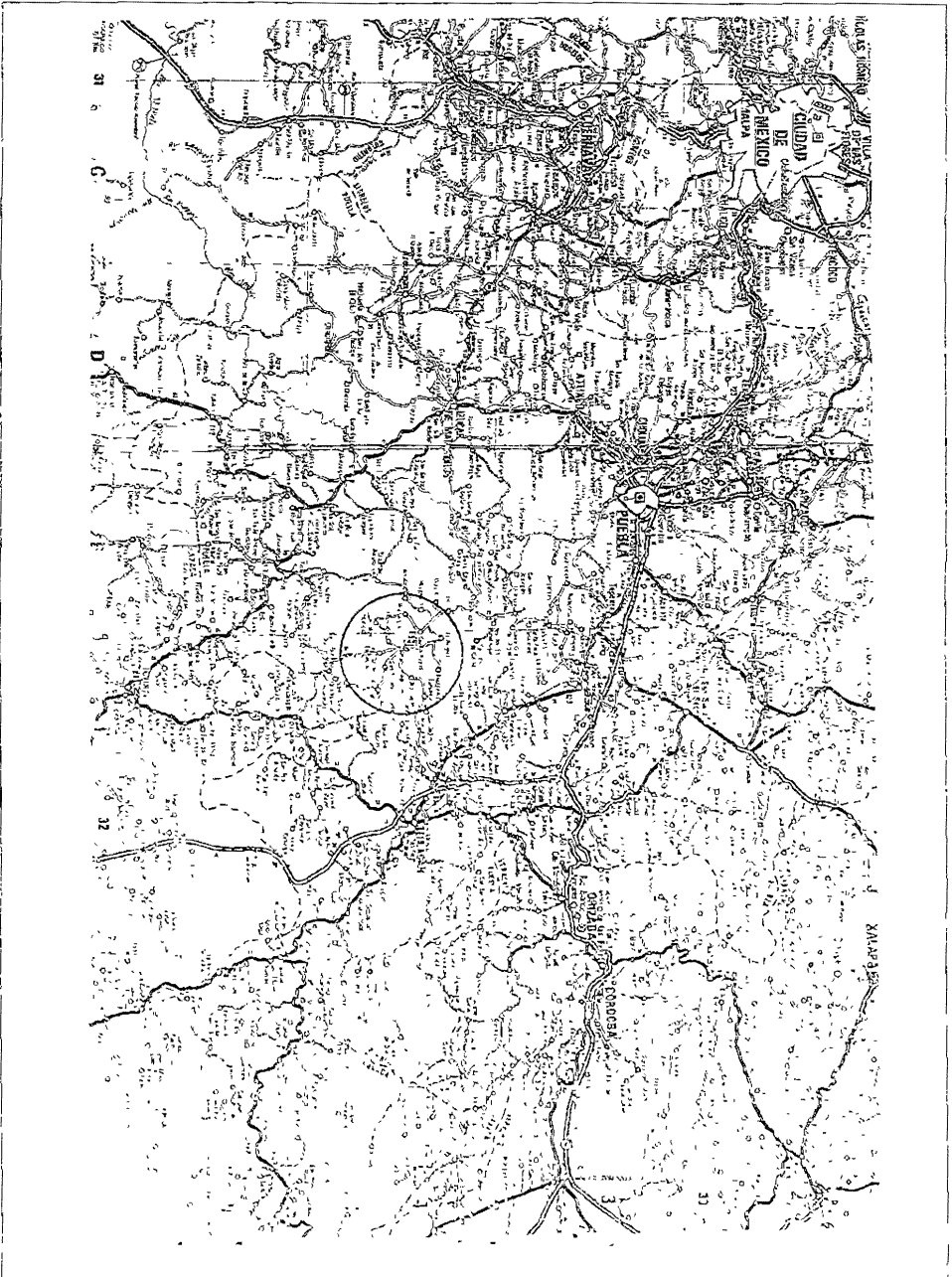


Figura número 1 Mapa de localización de la zona de trabajo

I.2 CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA OBRA

Las autoridades del municipio sugirieron algunos criterios para definir el trazo de la carretera. Uno de ellos fue que se respetara en lo más posible la posición actual de la terracería, ya que las afectaciones a los predios contiguos retardarían la ejecución del proyecto, dado que los trámites legales y los recursos económicos para efectuar las indemnizaciones correspondientes son largas y difíciles de llevar.

Se ha dado el nombre de reconocimiento al recorrido hecho por un grupo de ingenieros y técnicos sobre todos los lugares que servirán de control para la formación de una ruta, como son poblaciones, cruces convenientes de ríos, características notables del terreno, lomas, llanuras, etc. El objetivo del reconocimiento es conjuntar datos con los cuales se podrá hacer el estudio de toda o una parte de la ruta.

Al iniciar los trabajos, se inició el primer recorrido el día 10 de Noviembre de 1999 y se encontraron las siguientes características.

Tramo de San Juan Ixcaquixtla - Guadalupe Victoria

- Terreno con pendiente suave menor del 5%.
- Terrenos llanos de cultivos cruzados por algunos escurrimientos intermitentes y menores de agua.
- Vegetación escasa.
- Líneas de transmisión eléctrica y telefónica paralelas a la terracería
- Bombas y válvulas de extracción de agua y canaletas de negro colocadas a menos de 30 m del eje del camino

- El camino cruza por la zona urbana de Guadalupe Victoria, circundado por postes de alumbrado público y casas de mampostería.

Tramo Guadalupe Victoria-Juan N. Méndez

- El terreno consiste en lomeríos suaves y ondulantes que presentan una pendiente máxima del 15 al 20%.

- Vegetación escasa.

- En la comunidad Animas de Guadalupe los paramentos son de tecorral y por tanto desplazables, no así en Juan N. Méndez donde los paramentos son de mampostería y las banquetas de hormigón.

- Existen algunos escurrimientos de aguas intermitentes a excepción de un arroyo de aguas continuas en Juan N. Méndez.

- El suelo delgado y calizo con bastantes afloramientos de bancos de roca firme y consolidada susceptibles de ser utilizados como bancos de nivel.

II PLANIMETRIA

II.1 LOCALIZACION DE LOS VERTICES

Se da el nombre de localización de los vértices al hecho de trazar una poligonal abierta basada en el reconocimiento de la región por donde se tiene en proyecto la construcción de la carretera. Esta poligonal sirve para apoyar la configuración del terreno y para alojar el eje definitivo.

En el caso del presente trabajo, este planteamiento no se ejecutó en su totalidad, puesto que ya existía un camino de terracería y según el objetivo del proyecto solo se trató de mejorar el trazo anterior.

De esta manera, la primera actividad que se realizó fue establecer los PI's (puntos de inflexión) a lo largo del eje de la terracería existente; para lo cual se siguieron los siguientes pasos:

Metodología empleada para la localización de los vértices (PI's)

- Identificación de los cambios de dirección del camino
- Marcar tres centros de eje en las dos tangentes correspondientes al punto de inflexión (dependiendo de la longitud de la tangente será el número de centros por marcar)
 - Los centros de eje deben de situarse de manera que haya uno en el principio de la línea tangente, otro al final y un tercero a la mitad.
 - El centro de eje debe de marcarse provisionalmente con un trompo de madera y con el auxilio de una cinta y corresponde al punto medio del ancho de la corona

- Se colocan peones con balizas en cada uno de los puntos antes mencionados y se determina a ojo el punto de convergencia de las dos líneas definidas, el cual corresponde al PI. (ver fig. no. 2)

Hasta este punto, se ha definido la posición de los PI's de una manera aproximada; la ubicación definitiva se describe a continuación:

- Se define el punto de partida para iniciar con el trazo, en este caso fue el más cercano al entronque con la carretera federal 125 Puebla-Tepeji-Acatlán que representa nuestro origen o cadenamiento 0+000.

- Se sitúa el tránsito en el punto de partida (est-1), se centra y nivela el tránsito para observar al cadenero colocado en el punto de adelante (pst1), una vez que el hilo vertical de la retícula coincide con la baliza se prolonga esta dirección colocando dos trompos, de manera que al hacer el cambio de estación (est-2) se observe el pst adelante o atrás y esta dirección intersecte a la línea establecida por los dos trompos para ahí localizar el PI-1 (ver figura no. 2)

En los PI's se clavaron varillas de 1/2 " de 60 a 80 cm de largo para posteriormente excavar a su alrededor un hoyo de 20 cm de radio y ahogar la varilla en concreto. El objetivo de amojonar los PI's fue garantizar la permanencia y estabilidad de los puntos para su posterior utilización en la etapa de construcción.

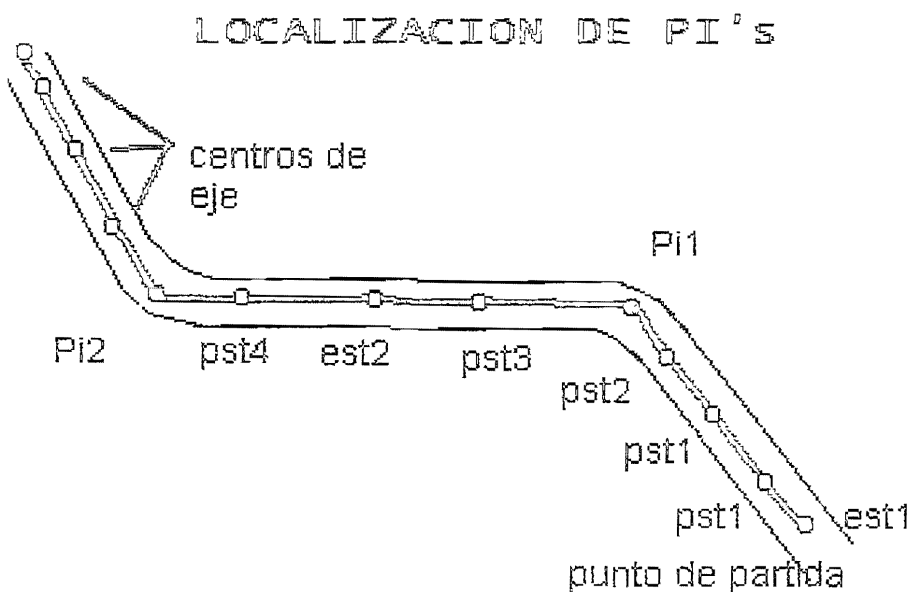


Figura. número 2. Localización de Pi's.

Sin embargo, la definición del trazo estuvo condicionada a otros factores tales como el alineamiento de las casas y construcciones colindantes con el camino, la afectación de predios con linderos inamovibles, postes de líneas telefónicas y de transmisión eléctrica y canaletas de riego.

Las casas y construcciones que se pueden considerar como posibles obstáculos se presentaron en los primeros 500 metros al inicio del trazo es decir en la zona suburbana de San Juan Ixcaquixtla. Estos elementos se levantaron considerándolos como detalles. de lo cual se hablará más adelante.

Cabe mencionar que las bardas y paramentos modificaron la posición del trazo en más de una ocasión.

Al igual que los paramentos de las casas, los demás detalles se levantaron en fecha posterior al preestablecimiento del eje, sin embargo fueron definitivos en análisis posteriores para el establecimiento de la línea definitiva.

Cabe aclarar que cuando no se requiere del levantamiento preliminar, el trazo definitivo se efectúa directamente sobre el campo.

II.2 ORIENTACION ASTRONOMICA

Como en un gran número de trabajos topográficos, es de vital importancia la determinación del azimut de ciertas líneas. Todos los planos que se elaboran con los datos obtenidos del campo deben estar correctamente orientados, es decir, tener una dirección con respecto a la meridiana astronómica.

Por definición, el azimut de una línea es el ángulo diedro formado por el plano del meridiano que pasa por el lugar y el plano vertical que contiene a la línea por orientar. También se define como el ángulo plano formado por la meridiana y la línea considerada. En topografía, el azimut se mide de 0 a 360°, a partir del norte y en el sentido del movimiento de las manecillas del reloj, como se indica en la figura número 3

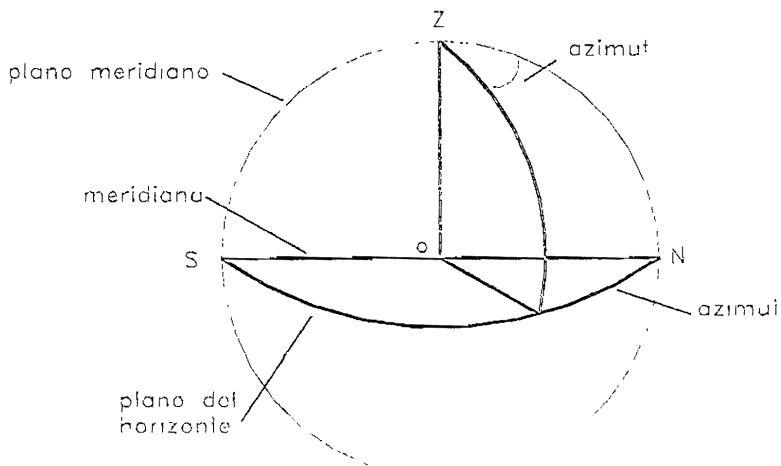


Figura Numero 3 representación esquemática del azimut

En el caso de un proyecto geométrico de caminos es necesario realizar la orientación astronómica de la primera línea del eje del trazo; por una parte para verificar que la poligonal que constituye el proyecto del eje sea correcta, y por otra para poder calcular las coordenadas, propagar el control horizontal del proyecto y representar gráficamente este trazo sobre la planta de un dibujo.

Una vez que se ha orientado la tangente inicial del proyecto, se procede a calcular su azimut y sobre la base de este y a los ángulos medidos a la derecha de los lados siguientes se calcularán los rumbos astronómicos de cada uno de ellos (ver compensación de la poligonal sección 11.3).

Las normas de construcción de caminos indican que se deben efectuar orientaciones astronómicas cada cinco kilómetros como mínimo para verificar que la diferencia entre el azimut astronómico calculado y el azimut astronómico observado no sea mayor que 1'. De no ser así se procederá a revisar el levantamiento del eje.

Usualmente para la topografía ordinaria, no se requiere mucha precisión del azimut, y con las observaciones de los ángulos horizontal y vertical del sol y con la resolución del triángulo astronómico formado por el polo, el cenit y el astro, se puede determinar el azimut del astro con la precisión necesaria y en consecuencia, de la línea requerida.

Aunque existe una gran variedad de métodos para llevar a cabo una orientación astronómica, el método más común y requerido por la normatividad en el proyecto de caminos es el de alturas absolutas del sol.

Metodología

En esencia la determinación del azimut de una línea comprende dos operaciones.

1) La medida del ángulo horizontal entre la línea considerada y la visual al astro.

2) La determinación del azimut del astro elegido.

La combinación de estos ángulos nos proporciona el azimut de la línea considerada.

La precisión con que se obtiene el azimut depende del método e instrumento empleados y de los instrumentos correspondientes.

En las operaciones geodésicas delicadas la precisión máxima que puede obtenerse es de $0.5''$.

En las operaciones topográficas en general, se acepta una precisión de $1'$; tanto en los levantamientos de planos como en los trabajos aplicados en la ingeniería civil.

Cuando el astro observado es el sol, se procede como sigue:

1) Se centra y nivela el instrumento en un extremo de la línea cuyo azimut se desea determinar.

2) Haciendo coincidir la graduación en "ceros", se dirige el anteojo al otro lado de la línea y se fija el movimiento horizontal.

3) Con el movimiento de la alidada, se dirige el anteojo al sol, haciendo el disco tangente a los hilos de la retícula en cuadrantes opuestos y en ambas posiciones del anteojo. En ese instante se anota la hora cronométrica y se leen las medidas de los círculos horizontal y vertical.

4) Se invierte el anteojo y se dirige otra vez al sol haciendo tangencia al disco solar en el cuadrante opuesto al de la primera observación, anotándose la hora y lecturas de los círculos

5) Finalmente, se dirige el anteojo al extremo de la línea debiendo tener en el círculo horizontal una lectura similar a la realizada al principio de la observación en 180° ,

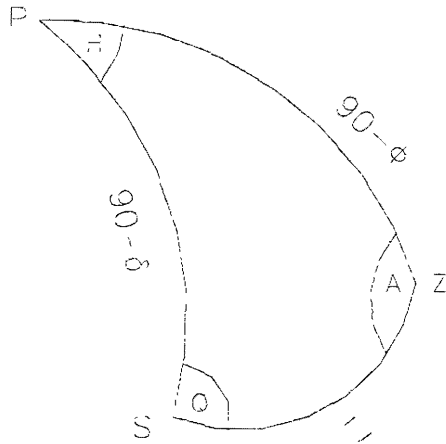
6) Esto constituye una serie y se deben de efectuar un mínimo de tres, variando los orígenes del círculo horizontal.

Los tiempos de observación se toman al segundo. Se toman los promedios del tiempo, y de los ángulos horizontal y vertical de las lecturas de cada serie.

Una vez obtenidos los datos anteriores se operan con la fórmula cuya deducción se deduce a continuación:

En la esfera celeste se forma el triángulo PZS (ver figura número 4.), del cual conocemos los siguientes elementos: lados $(90^\circ - \delta)$, $(90^\circ - \phi)$ (elementos indispensables para el cálculo); el lado Z (distancia cenital) se mide en el campo. Con estos datos podemos calcular el azimut del astro (S).

TRIANGULO ASTRONÓMICO



Donde:

P: Polo boreal

Z: Zenit

S: Astro

h : Ángulo horario del astro

A : Azimut del astro

Q : Ángulo paraláctico

ϕ : Latitud del lugar

δ : Declinación del astro

z : Distancia zenital de astro

Figura. número.4 Triángulo astronómico.

Partimos de la ecuación fundamental:

$$\text{sen } \delta = \text{sen } \phi \cos z + \cos \phi \text{sen} z \cos A$$

despejando:

$$\cos A = \frac{\text{sen } \delta - \text{sen } \phi \cos z}{\cos \phi \text{sen} z}$$

Restando 1 de ambos lados de la ecuación tenemos:

$$1 - \cos A = 1 - \frac{\text{sen } \delta - \text{sen } \phi \cos z}{\cos \phi \text{sen} z}$$

Por sustitución trigonométrica tenemos que:

$$2(\text{sen})^2 \frac{1}{2} A = \frac{\cos \phi \text{sen} Z + \text{sen } \phi \cos Z - \text{sen } \delta}{\cos \phi \text{sen} Z}$$

Factorizando:

$$2(\text{sen})^2 \frac{1}{2} A = \frac{\text{sen}(Z + \phi) - \text{sen } \delta}{\cos \phi \text{sen} Z}$$

$$2(\text{sen})^2 \frac{1}{2} A = \frac{2 \cos \frac{1}{2}(z + \phi + \delta) \text{sen} \frac{1}{2}(z + \phi - \delta)}{\cos \phi \text{sen} Z}$$

Simplificando.

$$\text{sen}^2 \frac{1}{2} A = \frac{\cos \frac{1}{2}(Z + \phi + \delta) \text{sen} \frac{1}{2}(Z + \phi - \delta)}{\cos \phi \text{sen} Z}$$

Finalmente:

$$\text{sen} \frac{1}{2} A = \frac{\cos \frac{1}{2}(Z + \phi + \delta) \text{sen} \frac{1}{2}(Z + \phi - \delta)}{\cos \phi \text{sen} Z}$$

La fórmula anterior expresa el azimut del astro, el cual operado con el ángulo señal-astro obtenemos finalmente el azimut de la línea

Los manuales de proyecto de carreteras indican que la mejor posición de una línea orientada astronómicamente debe coincidir con una tangente del trazo del proyecto. En nuestro caso, esta condición no se pudo llevar a cabo debido al continuo tránsito de vehículos sobre la vialidad, y por tanto, sobre el trazo. La inestabilidad del suelo a causa del paso de vehículos pesados y sus efectos sobre la horizontalidad del instrumento y las lecturas erróneas que vienen a la par, fueron motivo para decidir colocar líneas auxiliares transversales a la poligonal del proyecto con puntos alejados del centro del camino a más de 50 metros. Así mismo colocamos una varilla de 3/8" en la intersección de la línea auxiliar de orientación y el eje del proyecto; esto con el fin de medir el ángulo entre la línea auxiliar de orientación y el eje del trazo, para determinar el azimut de la tangente del trazo.

El equipo utilizado en las orientaciones astronómicas fue un teodolito Wild T2 de 1" de aproximación, termómetro de 1°C de aproximación y reloj (ilustrado en la Fig. no. 5).

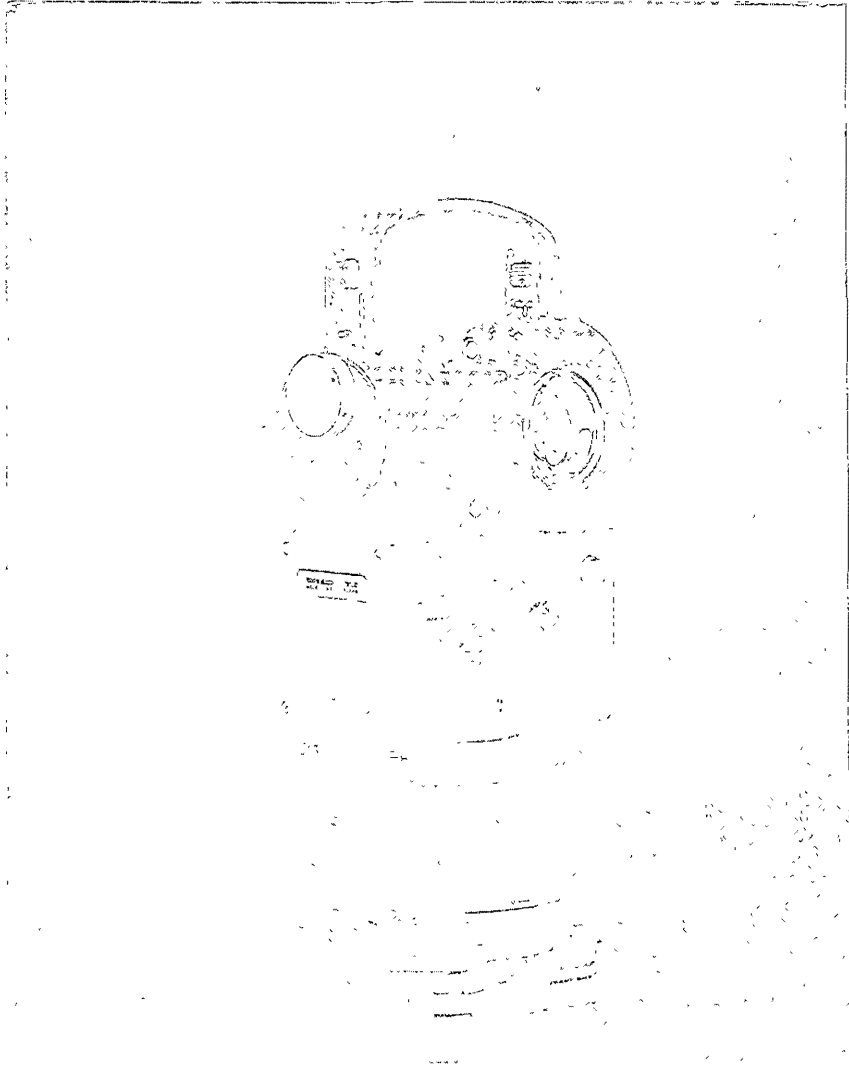


Fig. 1. Model A

Fig. 2. Model B (Ford Model A)

Fig. 3. Model C (Ford Model A)

DETERMINACIÓN DEL AZMUT DE LA LÍNEA: A-B

MÉTODO: ALTURAS ABSOLUTAS AL SOL.

Lugar de la observación: SAN JUAN IXCACUXTLA, EDO. PUEBLA

Fecha de observación: 14 NOVIEMBRE, 1999

Datos auxiliares:

Latitud del Lugar (ϕ)=	18° 28'
Temperatura (°C)=	20.5
Presión barométrica (mm/Hg)=	607.5

REGISTRO DE CAMPO

Estación en (A)

observó: CIRC TORRES C

calculó: MIGUEL A CARRILLO R

Instrumento: Wild T-2

SERIE No 1

	P.O.	INST.	Circ. Horiz	Circ. Vert.	Hora (T.C)	OBS.
	B	D	231° 03' 34.0			Brújula
	Sol ☉	D	292° 13' 59.1	318° 09' 36.1	10 ^h 51 ^m 35.0	ángulos medi-
	Sol ☉	I	111° 49' 53.2	42° 52' 02.2	10 47 27.0	dos a la dere-
	Sol ☉	D	291° 51' 12.0	318° 00' 25.1	10 50 19.5	cha
	Sol ☉	I	112° 14' 07.9	42° 41' 59.5	10 ^h 48 ^m 58.0	
	B	I	51° 03' 21.1			
	PROMEDIOS		292° 02' 18.05	42° 21' 00.12	10 ^h 44 ^m 27.37	

Figura número 6

Registro de campo de la orientación astronómica

El registro de campo de la orientación astronómica se debe acompañar de su croquis respectivo, indicando la posición del sol y el ángulo sol señal como se muestra a continuación

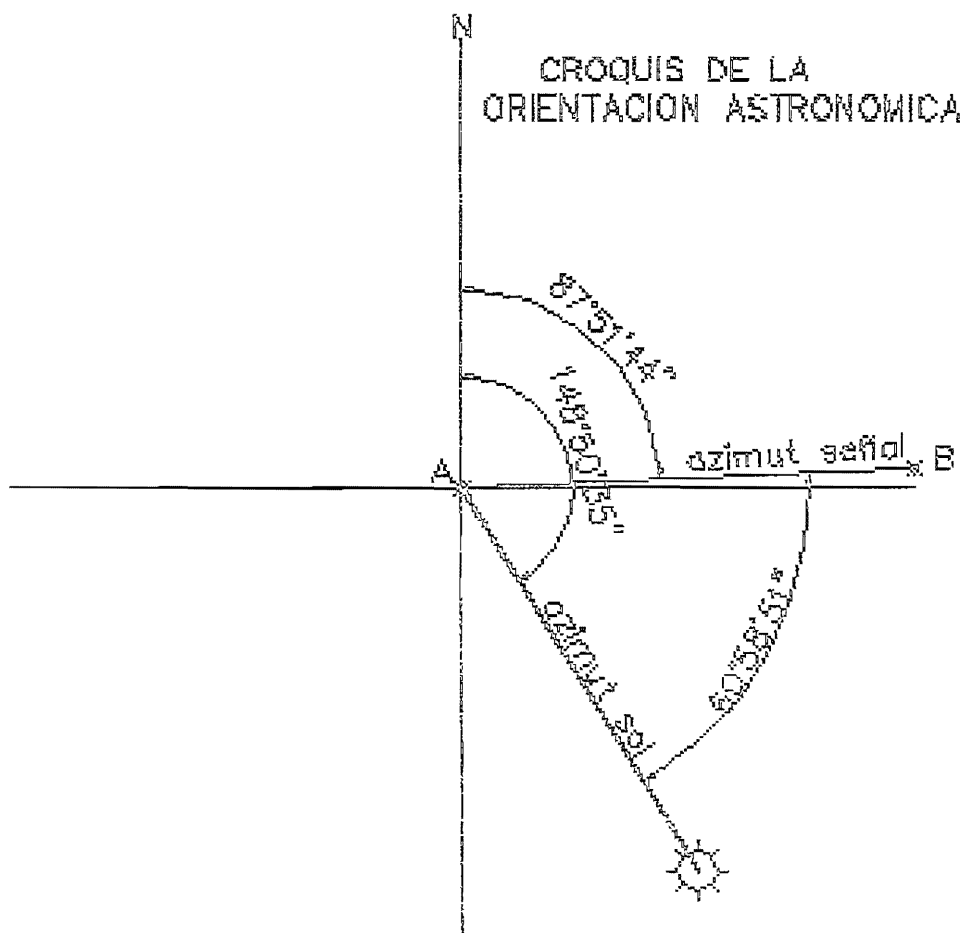


Figura número 7 Croquis adjunto a la orientación astronómica.

Como vimos anteriormente, la fórmula para obtener el azimut del astro por alturas absolutas es la siguiente:

$$\operatorname{sen} \frac{1}{2} A = \sqrt{\frac{\cos \frac{1}{2}(Z + \phi + \delta) \operatorname{sen} \frac{1}{2}(Z + \phi - \delta)}{\cos \phi \operatorname{sen} Z}}$$

Los datos que intervienen en la fórmula para determinar el azimut se obtienen como sigue:

La distancia cenital se obtiene por observación del astro con un instrumento adecuado, como el teodolito T2. La declinación del astro se obtiene del anuario astronómico publicado por el instituto de Astronomía de la UNAM o de algún otro anuario, los cuales proporcionan el valor de la declinación referida a cierto meridiano y para cierta hora, generalmente para la hora del paso del sol por el meridiano 90° al oeste de W. G. al cual viene referida, teniendo que calcularla para el lugar y la hora de la observación. La latitud del lugar de observación se obtiene de una buena carta geográfica, de alguna lista de posiciones o por observaciones directas.

En este caso, la latitud se obtuvo de una carta topográfica escala 1:250000, libertad que consideramos como razonable por las siguientes razones:

Sabemos que un ángulo de $1'$ subtendido en el centro de la tierra abarca en la superficie de la misma 1,800 m aproximadamente. De manera recíproca, la variación de un punto en 1800 m hacia el norte o hacia el sur de su posición original tendrá como consecuencia una variación de $1'$ en el valor de la latitud que define su posición

Dado que para los cálculos topográficos utilizados en el proyecto de caminos se requiere tener una aproximación de 1' en la latitud; en la carta debe localizarse el punto donde se necesite este dato con una precisión mínima de 1Km, lo cual es muy factible de obtenerse de una carta.

A continuación se presenta un ejemplo numérico del calculo del azimut astronómico por alturas absolutas al sol calculado a partir de los datos de campo de la fig 6.

◦ CÁLCULO DE LA DECLINACIÓN (δ):

Hora de paso del sol por el Meridiano 90° WG=

Promedio de las horas de observación=

Intervalo=

Declinación del Sol a la hora de su paso por el meridiano 90° WG=

Variación horaria de la declinación=

Corrección por intervalo: =

Declinación del Sol a la hora de la observación (δ)=

$11^h 44^m 25^s$
$10^h 49^m 37.37$
$10^h 49^m 37.5$
$-18^\circ 06' 46''$
-39.22
$-0^\circ 07' 04.64$
$-18^\circ 13' 50.6$

◦ CÁLCULO DE LA DISTANCIA ZENITAL (z):

Distancia zenital aparente=

Refracción media $r = 60.6''(\tan z')$

Factor Barométrico $B = \frac{p}{762}$

Factor temométrico $T = \frac{1}{1 + (0.004r)}$

$R = rBT$

Paralaje = $8.8''(\sin z')$

Corrección por refracción y paralaje=

Distancia zenital verdadera (z)=

$42^\circ 21' 00.12$
$0^\circ 00' 55.24$
0.797244094
0.924214417
$0^\circ 00' 40.93$
$0^\circ 00' 05.93$
$0^\circ 00' 35.0$
$42^\circ 21' 35.12$

Figura número 8 calculo del azimut

◦ CÁLCULO DEL AZIMUT (Az);

Fórmula:

$$\text{Sen}^2 \frac{1}{2} Az = \frac{\text{Sen} \frac{1}{2} (z + \varphi - \delta) \text{Cos} \frac{1}{2} (z + \varphi + \delta)}{\text{Cos} \varphi \text{Sen} z}$$

$z =$	$42^{\circ} 21' 35'' 12$
$\varphi =$	$18^{\circ} 28'$
$z + \varphi =$	$60^{\circ} 49' 35'' 12$
$-\delta =$	$-18^{\circ} 13' 50'' 6$
$(z + \varphi - \delta) =$	$79^{\circ} 03' 25'' 7$
$\frac{1}{2}(z + \varphi - \delta) =$	$39^{\circ} 31' 42'' 9$

$z + \varphi =$	$60^{\circ} 49' 35'' 12$
$\therefore \delta =$	$-18^{\circ} 13' 50'' 6$
$(z + \varphi + \delta) =$	$42^{\circ} 35' 44'' 5$
$\frac{1}{2}(z + \varphi + \delta) =$	$21^{\circ} 17' 52'' 3$

$\text{Sen} \frac{1}{2} (z + \varphi - \delta) =$	0.63646308
$\text{Cos} \frac{1}{2} (z + \varphi + \delta) =$	0.93170478
$\text{Sen} \frac{1}{2} (z + \varphi - \delta) \text{Cos} \frac{1}{2} (z + \varphi + \delta) =$	0.59299570
$\text{Cos} \varphi =$	0.94856509
$\text{Sen} z =$	0.67378353
$\text{Cos} \varphi \text{Sen} z =$	0.63908913
$\text{Sen}^2 \frac{1}{2} Az =$	0.92987636
$\frac{1}{2} Az =$	$74^{\circ} 25' 17'' 4$
$Az(\text{Sol}) =$	$148^{\circ} 50' 34'' 8$
Promedio ángulo horizontal al Sol =	$292^{\circ} 02' 18'' 05$
$Az 0^{\circ} =$	$216^{\circ} 48' 16'' 75$
Promedio ángulo horizontal señal =	$251^{\circ} 03' 24'' 55$
AZIMUT ASTRONÓMICO LÍNEA A-B =	$87^{\circ} 51' 44'' 25$

Figura número 9 cálculo del azimut

II.3 LEVANTAMIENTO DEL EJE

El levantamiento del eje consiste en obtener los datos necesarios en campo de los puntos obligados determinados previamente en la etapa anterior del proyecto (tema II.1), tales como son los puntos de inflexión (PI's), puntos obligados (PO's), puntos sobre tangentes (PST's). Esta parte del trabajo tiene como objetivo principal elaborar un plano topográfico, que nos mostrará los detalles y ubicación exacta de cada punto en cuestión, así como todo tipo de instalaciones existentes a los alrededores de la línea de trazo, haciendo uso de símbolos convencionales.

En la unión de los puntos obligados antes mencionados fue necesario medir las longitudes, así como ángulos internos entre los PI's, estos dos puntos serán elementos necesarios para controlar el trazo tanto angular (ver ajuste de la poligonal) como linealmente (en caso de que sea una poligonal cerrada).y que por medio del cálculo nos dara los elementos geométricos del trazo como son: cadenamientos de los PI's, PST's, PO's; Además con la deflexión entre PI's establecer radios de curvatura, grados de curvatura, subtangentes, longitudes de curva. Elementos necesarios para el trazo y elaboración de la planta general del proyecto.

El personal, equipo y materiales utilizados para el trazo del eje son los siguientes:

<u>Personal</u>	<u>Equipo</u>	<u>Materiales</u>
1 Ingeniero Topógrafo. 1 Auxiliar Topógrafo. 2 Cadeneros. 2 Peones.	1 Estación total Sokkia de 5" con trípode. 1 Bastón de aplomar. 1 Prisma reflejante. 2 Plomadas de 18 oz. 2 Cintas de acero de 30 m. 1 Tránsito marca Zuiho de 20" con trípode. 1 Termómetro. 1 Barómetro. 1 Termohigrómetro.	<ul style="list-style-type: none"> o Libretas de tránsito. o Varillas de acero de 3/8" y de 1/2". o Clavos de 5". o 4 machetes. o 2 marros. o Estacas de madera de 50 cm. o Trompos de madera. o Pintura roja de aceite, estopa, thinner, etc.

Metodología:

El trabajo de campo que se realizó y que se emplea por lo general en carreteras es el de levantar una poligonal abierta que se traza por el método de deflexiones o midiendo directamente los ángulos internos de esta conservando una pendiente menor o igual que la máxima admisible, colocando un trompo o un clavo de 5" y una estaca que indique el cadenamiento cada 20 m. Los trompos indicaran el eje del trazo y la estaca colocada a la orilla del camino el cadenamiento.

Consideraciones importantes para levantar el eje del trazo.

- Cuando exista algún detalle intermedio de importancia sobre la misma línea de trazo, también se deberá colocar estaca y clavo al mismo tiempo que la numeración se va corriendo, lo mismo sucede en las curvas circulares, ya que estas unen a dos tangentes consecutivas.
- Si las tangentes son muy largas entre dos PI's consecutivos se deberán establecer puntos sobre tangentes (PST's), igual que en las partes altas en donde la visibilidad entre dos puntos de inflexión no exista. Además este nos servirá para efectuar cambios de aparato. La manera de colocar los PST's será promediando los puntos dados por el teodolito en posición directa e inversa y con ello se eliminará el posible error de colimación en el aparato.
- Una vez conocidas las longitudes entre cada punto de inflexión consecutivo, así como la deflexión existente entre estos, se deberá calcular la curva circular que se adapte a nuestro tipo de camino y que cumpla con las normas técnicas empuadas por la Secretaria de Comunicaciones y Transportes.

(SCT) con el fin de poder determinar los elementos de inicio (PC) y término (PT) de cada curva, en los cuales se deberá colocar estaca y clavo indicando el *cadenaamiento respectivo*.

◦ Se deberán considerar las tolerancias para el levantamiento del polígono (eje de trazo), dependiendo del equipo empleado, para lo cual debemos tener en cuenta que las tolerancias son errores máximos admisibles en condiciones comunes de trabajo; los que con precaución, personal preparado y equipo bien ajustado se pueden *aminorar considerablemente*.

A continuación se mencionan algunos tipos de levantamientos, el equipo utilizado, y la tolerancia lineal y angular mínima admisible dependiendo de la finalidad del mismo.

<u>Tipos de levantamiento</u>	<u>Equipo utilizado</u>	<u>Tolerancia angular</u>	<u>Tolerancia lineal</u>
1 -Levantamientos preliminares. ◦ sirve como guía para anteproyectos. ◦ levantamientos de predios con valor del terreno bajo. ◦ ángulos medidos al minuto.	◦ Cinta de acero de 50 m. ◦ Tránsito de 1'	◦ $1'30''\sqrt{n}$ donde n= número de vértices.	◦ 1:1000
2. Levantamientos comunes. ◦ para la localización de caminos y ferrocarriles ◦ Angulos al minuto	◦ Cinta de acero de 50 m. ◦ Tránsito de 1'	◦ $1'\sqrt{n}$	◦ 1:3000
3 -Levantamientos para trabajos en poblaciones y	◦ Cinta de acero de 50	◦ $30'\sqrt{n}$	◦ 1:5000

poblaciones y linderos. <ul style="list-style-type: none"> o Alto valor del terreno. o Tres series de ángulos. o Proyectos carreteros. 	m. ó distanciómetro. o Tránsito de 30".		
4.-Levantamientos para ciudades. <ul style="list-style-type: none"> o De alta precisión. o Distancias de ida y vuelta. o Tres series de ángulos. 	<ul style="list-style-type: none"> o Cinta de acero de 50 m. o Distanciómetro electrónico. o Taquímetro electrónico de 15" a 30" 	<ul style="list-style-type: none"> o 15" a 20" \sqrt{n} 	<ul style="list-style-type: none"> o 1:10,000

Como se puede observar en la tabla anterior, de acuerdo al tipo de proyecto y al equipo empleado, la clasificación 3 es el levantamiento requerido para el presente trabajo

Trabajo de campo

El método que se utilizó para la medición angular de la poligonal fue el de medir los ángulos internos por repeticiones, dado que el taquímetro electrónico empleado permitió hacer uso de este método de medición angular por medio de una aplicación específica integrada a este. Además es conocido que el método de repeticiones permite ir acumulando pequeñas fracciones angulares que no se pueden leer con una lectura simple por ser menores que la mínima graduación del instrumento. De esta manera, estas fracciones conjuntas permiten obtener una fracción que si se puede leer.

El trabajo en campo que se desarrollo para la medición angular por repeticiones es el siguiente:

- Se centra y nivela el taquímetro electrónico en el punto de partida (PI-1) definido previamente en la localización de los vértices
- Se hace la indicación al cadenero que coloque su plomada en el centro geométrico de la varilla que nos define el PST=0+000 (punto de atrás), el ingeniero que se encuentra en el taquímetro hace coincidir el hilo vertical de la retícula con el hilo de la plomada, al mismo tiempo que coloca en ceros la graduación del instrumento, después se suelta el movimiento general del aparato y se dirige la visual hacia el PI-2 (punto de adelante) en donde otro cadenero coloca la plomada y se procede a hacer coincidir el hilo de la retícula con el de la segunda plomada, a la vez que se registra el valor del ángulo horizontal. Esta operación constituye una serie de lecturas. Posteriormente, se fija el valor del ángulo obtenido por medio de una función del instrumento de tal manera que no se pierda la última lectura, pues el paso siguiente es girar la alidada hasta hacer coincidencia con el hilo de la retícula de la plomada colocada en el punto de atrás, y se registra la lectura del ángulo horizontal obtenido. Por lo regular se realizan cinco series de observaciones por cada ángulo medido. El valor del ángulo interno es igual a la media aritmética de los valores observados
- Con este procedimiento, la aproximación del aparato se divide entre el número de repeticiones, es decir, aumenta la aproximación. Pero como al girar el instrumento varias veces en el mismo sentido por la

fricción del limbo se puede arrastrar algo la graduación, esto hace que se pierda la aproximación después de varios giros, debido a lo cual se recomienda que el número máximo de repeticiones sea de 5 ó 7.

En la siguiente tabla se muestra un ejemplo de medición angular por repeticiones:

<u>No. de observación</u>	<u>Valor angular</u>
1	50°14'24"
2	100°28'52"
3	150°43'12"
4	200°57'35"
5	251°12'02"
Promedio=	50°14'24"

Para ligar la poligonal abierta a cada línea orientada y con ello poder comprobar el cierre angular se hizo lo siguiente:

Se centró y niveló el taquímetro en el punto PI - 2 (como se observa en la fig. 11, la línea de orientación A - B cruza la poligonal abierta en el punto PI - 2), se le indicó al cadenero que colocará la plomada en el PI -1(punto de atrás) y el ingeniero operador del aparato hace coincidir el hilo vertical de la retícula con el hilo de la plomada, al mismo tiempo se hace coincidir en ceros el círculo horizontal del instrumento, se suelta el movimiento horizontal del taquímetro y se le indica al otro cadenero que coloque la plomada en el extremo de la línea de orientación opuesto a la estación (punto A). se hace coincidir el hilo vertical de la retícula con el hilo de la plomada registrando el ángulo

La figura 11 esquematiza el método para levantar el eje del camino. En cada punto de inflexión se mide directamente en campo el ángulo interno a la derecha (sentido de las manecillas del reloj) que más adelante servirá como argumento para hacer el cálculo del cierre angular (figura 14).

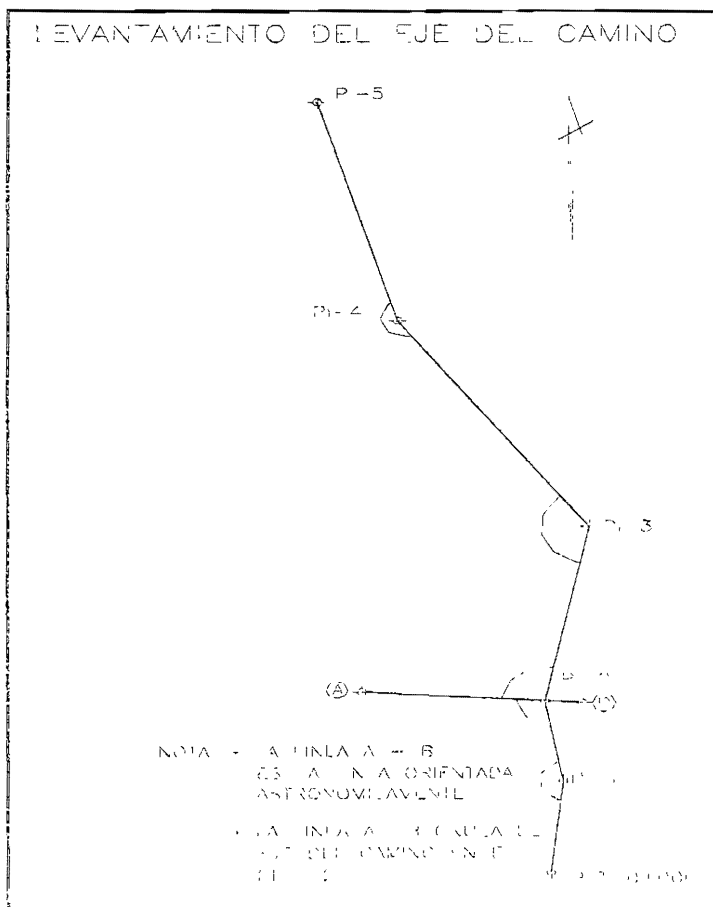


Figura 11 Levantamiento del eje del camino

Figura número 12 Registro de campo del levantamiento del eje

LEVANTAMIENTO DEL EJE			LEVANTO: CIRIO TORRES C. ANOTO: MIGUEL C. ROMERO	
FEST. 2V	ϕ	DIST(m)	OBSERVS.	EQUIPO EMPLEADO: ESTACION TOTAL SOKKIA SET 5T
(+000)	0°00'00"	156.738		
PI-1		.734		TEMPERATURA = 20°C
		.739		PRESION = 607 mm/Hg
		.741		CONSTANTE PRISMA = -30 mm.
		155.736		HORA = 11:15 A.M.
PRM =		155.738		
PI-2	175°09'58"	75.692		
	09'53"	.693		
	09'59"	.697		
	09'58"	.691		
	175°09'56"	75.699		
PRM =	175°09'57"	75.695		
PI-1	0°00'00"			
PI-2				
A	96°45'53"		NOTA: EL PTO. A	
	45'58"		EXTREMO LINEA	
	45'50"		ORIENTADA.	
	46'05"			
	96°46'02"			
PRM =	96°45'58"			

LEVANTAMIENTO DEL EJE.

EST. P.V	θ	DIST (m)	OBSERVS.
A	0° 00' 00"		
PI-2			
PI-3	94° 12' 17"	470.385	
	12' 19"	.385	
	12' 13"	.384	
	12' 20"	.383	
	94° 12' 18"	470.380	
PROM	94° 12' 17"	470.383	
PI-2	0° 00' 00"		
PI-3			
PI-4	170° 31' 59"	176.995	
	32' 00"	.996	
	31' 54"	.992	
	31' 58"	.994	
	170° 31' 53"	176.996	
PROM =	170° 31' 57"	176.996	

Figura número 13 Registro de campo del levantamiento del eje

En los registros de campo del levantamiento del eje anteriores se anotan las series de ángulos y distancias en cada estación, así como sus respectivos promedios (ver figuras 12 y 13)

A la par de la medición angular, se midieron las distancias entre cada PI (tangentes). El equipo empleado fue el distanciómetro integrado al taquímetro cuya precisión es de $3 \text{ mm} \pm 5 \text{ ppm}$.

BREVE DESCRIPCIÓN DEL PRINCIPIO DE MEDICIÓN ELECTRÓNICA DE DISTANCIAS (*EDM*)

- Todos los instrumentos *EDM* utilizan el mismo principio de medición de distancias. La señal modulada es transmitida continuamente desde un extremo de la distancia medida y es reflejada o retransmitida de regreso en el otro extremo. Una diferencia de fase entre la referencia (transmitida) y la señal modulada que retorna se mide en el instrumento transmisor.

- Los instrumentos electroópticos *EDM* que en la actualidad se usan para trabajos de topografía utilizan radiación visible y casi infrarroja para el transporte de las señales medidoras. Entre éstos, tenemos instrumentos con láseres de Helio-Neón (He-Ne) con $\lambda = 0.63 \mu\text{m}$ o con diodos de Galio-Arsénico (Ga-As) que producen radiaciones invisibles con $\lambda = 0.9 \mu\text{m}$.

- Generalmente cuanto más corta la micro-onda portadora, mayor es la precisión del *EDM*. Por lo tanto, los instrumentos a micro-onda son generalmente menos precisos que los instrumentos electro-ópticos. Por otra parte, cuanto más grande es la longitud de onda, mejor es la penetración a través de la bruma y la

niebla. O sea, que los instrumentos de micro-onda pueden utilizarse sobre largas distancias en condiciones atmosféricas desfavorables. Los instrumentos electro-ópticos son útiles solamente cuando la visibilidad es buena.

- Todos los instrumentos que se usan en levantamientos utilizan radiación modulada para mediciones de distancia. La longitud de onda de la modulación se llama "longitud de onda de medición", se la usa como unidad de medida.

- Si un número exacto m de media longitud de ondas está contenido en la distancia, la diferencia de fase es cero. En todos los otros casos la diferencia de fase se traslada a una fracción U de la medida de longitud de onda y se presenta en el instrumento en unidades de longitud.

- La distancia S entre el transmisor y el reflector es, por lo tanto, igual a:

$$S = U + \frac{m\lambda}{2}$$

- Para encontrar el número m , la medición debe repetirse con dos o más longitudes de onda diferentes.

- La longitud de onda de medición λ es una función de la frecuencia de modulación f y de la velocidad v de propagación de las ondas electromagnéticas.

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

- En el vacío, la velocidad v de propagación es constante para todas las ondas electromagnéticas y es igual a

$$c = 299,792.5 \text{ km/s}$$

- En la atmósfera, la velocidad v de propagación es siempre menor que c y puede calcularse a partir de

$$v = \frac{c}{n}$$

donde n es el índice de refracción del aire, el cual es una función de la densidad del aire y de la longitud de onda portadora. El valor de n va de $n=1$ en el vacío alrededor de $n=1.003$ en condiciones atmosféricas normales. Su valor puede ser determinado sobre la base de mediciones meteorológicas de la temperatura, presión barométrica y humedad del aire a lo largo de la línea medida. Por lo tanto el valor de λ de la señal modulada es desconocido durante las mediciones a menos que se conozca n y entonces:

$$\lambda = \frac{c}{nf}$$

puede ser calculado. La frecuencia f de modulación puede ser estabilizada. Por lo general, se conoce con un alto grado de precisión.

Por lo general para cualquier tipo de instrumento de medición EDM, la influencia de los errores en mediciones de la presión barométrica p , temperatura t , y presión de vapor de agua e se ejemplifican de la siguiente manera: para $\Delta t = 1^\circ\text{C}$ y $\Delta p = 3.5 \text{ mbar}$ $\Delta n / n$ varía entre 1.2 ppm a 1.8 ppm para variaciones de temperatura desde -30°C a $+30^\circ\text{C}$ y para p variando desde 980 mbar a 1070 mbar. En condiciones normales, un error de 1°C produce un error de 1 ppm en n y 1 mbar produce un error de 0.3 ppm. Como se dijo anteriormente, la influencia de la presión de vapor de agua puede despreciarse en mediciones electro-ópticas, si los instrumentos se calibran en condiciones típicas de humedad.

Además del error por índice de refracción existen otros errores que afectan a la medida como son error de la velocidad de propagación en el vacío,

error de la frecuencia de modulación, error de la determinación de la diferencia de fase, error de la corrección de calibración (error de cero), errores que en el presente trabajo no se mencionan por cuestiones prácticas ya que producen correcciones mínimas y que para efecto de la precisión requerida en el presente trabajo se despreciaron, haciendo solo la corrección por índice de refracción y que en resumen afecta más a las distancias. Como a continuación se menciona:

a) Una variación de 1°C en la temperatura nominal produce un error de 1 *ppm*.

b) Una variación de 1 *mbar* en presión barométrica produce un error de 0.3 *ppm*.

Debido a que la distancia con la mayor longitud que se midió no excedió de 1 km, la corrección por índice de refracción en este kilómetro será: ($3 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$) desde -2 mm a $+8 \text{ mm}$. a lo máximo, que para efectos del tipo de levantamiento supera la precisión requerida, En el momento de la medición, con el fin de aplicar la corrección por refracción a la distancia medida adjuntamente se registraron los factores meteorológicos antes mencionados y se introdujeron al taquímetro para que nos proporcione la distancia ya corregida por el índice de refracción; esto se realizó para cada una de las distancias medidas. Sin embargo, existen otros factores que pueden afectar considerablemente la medida, tales como: la verticalidad del bastón de aplomar, la colocación correcta del bastón en el centro geométrico del vértice; que se disminuyen o aminoran con la habilidad y práctica del cadencero y la colocación correcta a plomo del bastón utilizando la niveleta de la cual está provisto.

• Una vez medido el ángulo horizontal en cada PI y antes de mover el taquímetro se le indica al cadencero que coloque el bastón de aplomar con el

prisma reflejante dirigido hacia el taquímetro para que el ingeniero haga puntería en él y se obtengan las distancias horizontales entre cada punto de inflexión. Se registraron cinco series de lecturas para cada línea medida, tomando como valor más probable la media aritmética para cada distancia. Como se observa en la siguiente tabla:

<u>Est.</u>	<u>P.V.</u>	<u>Dist. (m.)</u>
PI-1	0+000	156.068
		156.062
		156.069
		156.066
		156.063
<u>Promedio</u>		156.066

COMPENSACIÓN DE LA POLIGONAL ABIERTA DEL PRIMER TRAMO.

Una vez medidos los ángulos y las distancias para el primer tramo de 5 km. se procedió a verificar que la poligonal abierta este dentro de la tolerancia angular requerida; para lo cual se realizó lo siguiente:

- Se tomó como azimut de partida el azimut astronómico observado para la línea orientada (B - A), y se fue propagando a los otros lados en base a los ángulos internos (promediados) medidos en campo hasta concluir el primer tramo. Posteriormente se procedió a comparar el azimut astronómico calculado de llegada (azimut propagado) de la segunda línea de orientación con el azimut astronómico observado de la misma. De acuerdo al tipo de levantamiento empleado en el presente trabajo, la diferencia no deberá exceder la tolerancia $t = 30'' \sqrt{n}$, donde n es igual al número de PI's para este primer tramo. Como se puede apreciar en la tabla de cálculo (fig 14), la tolerancia para este tramo es de $t = 30'' \sqrt{16} = 2'$ y la diferencia obtenida entre el azimut astronómico observado y el azimut astronómico calculado de llegada (azimut propagado) de la segunda línea orientada difieren 32'', por lo tanto, la diferencia esta dentro de la tolerancia, dando paso a realizar el ajuste de los ángulos observados.

En la planilla cálculo (Fig 14) se encuentran los datos observados en campo y los datos calculados para la compensación de la poligonal.

COMPENSACIÓN DE LA POLIGONAL ABIERTA TRAMO 0+000 - 5+000

LÍNEA BASE B - A

UBICACION = CAD 0+231. LADO PTE DEL EJE DE TRAZO (FTE. AL PANTEÓN).

AZIMUT ASTRONÓMICO OBSERV = 267°51'43"

A	B	C	D	E	F			G			H	I	J			K				
					P.V.	EST	P.V.	ANG	Az. dec.	grad			min	seg	CORREC	áng. correg.	Az. correg.	AZIMUT		
																		CORREGIDO		
(ATRAS)		(ADEL)	HOR.	(Azimut base)= áng. hor. dec.	267.86194						declin.	declin.	grad	min	seg					
0+000	PI-1	PI-2	*1750957	175 165833	355.930000	355	55	48			175.165278	355.930556	355	55	50					
PI-1	PI-2	LINEACRENTA B	*0964558	96 766111	351.095833	351	5	45			96.766111	351.095833	351	5	45					
	PI-2	PI-3	*0941217	94 204722	2 066667	2	4	0	(-) 2"		94.204167	2.066111	2	3	58					
PI-2	PI-3	PI-4	*1703157	170.532500	352.599167	352	35	57	(-) 2"		170.531944	352.598056	352	35	53					
PI-3	PI-4	PI-5	*1915106	191 851667	4 450833	4	27	3	(-) 2"		191.851111	4 449167	4	26	57					
PI-4	PI-5	PI-6	*1821237	182 210278	6.661111	6	39	40	(-) 2"		182.209722	6.658889	6	39	32					
PI-5	PI-6	PI-7	*1774044	177 678889	4 340000	4	20	24	(-) 2"		177.678333	4.337222	4	20	14					
PI-6	PI-7	PI-8	*1810209	181 035833	5.375833	5	22	33	(-) 2"		181.035278	5.372500	5	22	21					
PI-7	PI-8	PI-9	*1744544	174 762222	0.138056	0	8	17	(-) 2"		174.761667	0.134167	0	8	3					
PI-8	PI-9	PI-10	*1846932	184 992222	5.130278	5	7	49	(-) 2"		184.991667	5.125833	5	7	33					
PI-9	PI-10	PI-11	*1631427	163 240833	348.371111	348	22	16	(-) 2"		163.240278	348 366111	348	21	58					
PI-10	PI-11	PI-12	*1760600	176 100000	344.471111	344	28	16	(-) 2"		176.099444	344.465556	344	27	56					
PI-11	PI-12	PI-13	*1474727	147 790833	312.261944	312	15	43	(-) 2"		147.790278	312 255833	312	15	21					
PI-12	PI-13	PI-14	*2181238	218 210556	350.472500	350	28	21	(-) 2"		218.210000	350.465833	350	27	57					
PI-13	PI-14	PI-15	*1645304	164.884444	335.356944	335	21	25	(-) 2"		164.883889	335 349722	335	20	59					
PI-14	PI-15	PI-16	*1802637	180.443611	335 800556	335	48	2	(-) 2"		180.443056	335.792778	335	47	34					
PI-15	PI-16	PI-17	*1795351	179 897500	335.698056	335	41	53	(-) 2"		179.896944	335.689722	335	41	23					
PI-16	PI-17	LINEACRENTA C-D	*2874927	287 824167	83 522222	83	31	20	(-) 2"		287.823611	83 513333	83	30	48					

AZ AST OBSERVADO=

*0833048 83 513333 "

AZ AST CALCULADO=

*0833120 83 522222 83 20

DIFERENCIA=

-0.0088889 0 -32

No DE VERT = 16

CORRECCIÓN= -0 0005556 0 -2

NOTA

LA CORRECCIÓN SE RELIZÓ CONSIDERANDO
LOS ÁNGULOS OBSERVADOS CON EL MISMO
PESO. POR LO QUE LA CORRECCIÓN SERÁ:
 $C = \text{dif} / n$ DONDE n ES EL No DE VERTICES.

En la columna (A) y (C) se encuentran los puntos hacia los cuales se visó desde la estación (punto de atrás y de adelante respectivamente).

- En la columna (B) se localiza el punto en donde se hizo estación.
- Los ángulos horizontales observados promediados se localizan en la columna (D).
- Para efecto de trabajar en la tabla electrónica de cálculo es necesario convertir los ángulos horizontales a grados decimales y estos se localizan en la columna (E).
- En la columna (F) se calcularon los azimuts sin corregir (en decimales) para cada línea. El cálculo se realizó como sigue: al azimut inverso de la línea 0+000 - PI-1 se le suma el ángulo horizontal observado (promediado) para la estación en PI-1.
- En la columna (G) se encuentran los azimuts sin corregir en grados, minutos y segundos
- La corrección angular se muestra en la columna (H) y se obtuvo de la siguiente forma:

Suma total de los ángulos observados	
promediados=	2875°39'37"
Azimut astronómico observado de partida	
(línea B - A.)=	267°51'43"
Azimut de llegada (propagado)=	3143°31'20"
Sumar 180° por No de vértices par=	180°00'00"
	3323°31'20"
Reducción a un ángulo menor de 360°=	3240°00'00"
Azimut astronómico calculado de llegada	083°31'20"

Azimut astronómico observado(línea C-D)=	083°30'48"
Error total=	-000°00'32"
No. de vértices	16
Corrección angular para cada ángulo=	- 000°00'02"

La corrección angular deberá sumarse o restarse a cada uno de los ángulos observados de acuerdo a la siguiente consideración: si el azimut astronómico observado es mayor que el azimut astronómico propagado, entonces la corrección será positiva, si ocurre lo contrario, que el azimut astronómico propagado sea mayor que el azimut astronómico observado, la corrección será negativa.

- En la columna (I) se realizó la suma algebraica de la corrección a cada ángulo observado promediado.
- En la columna (J) se calculó el azimut corregido (en decimales) en función de los ángulos observados corregidos.
- La columna (K) muestra el azimut corregido en grados, minutos y segundos.

Una vez obtenidos los azimuts corregidos, se procedió al cálculo de las deflexiones que servirán como argumento para obtener los elementos geométricos de las curvas.

Por ejemplo para calcular la deflexión en el PI-1 se hace lo siguiente: al azimut de la tangente de adelante (PI-1 - PI-2) se le resta el azimut de la tangente de atrás (0+000 - PI-1), tomando como resultado el valor absoluto.

La siguiente tabla nos muestra el valor de la deflexión para el PI-1

<u>Línea observada</u>	<u>Azimut corregido</u>
0+000 - PI-1	355°55'52"
PI-1 - PI-2	351°05'48"
Deflexión	004°50'05"

La presente tabla muestra las deflexiones calculadas para el primer tramo:

AZIMUT CORREGIDO				DEFLEXIÓN CALCULADA		
VÉRTICE	grados °	min '	seg "	grados °	min '	seg "
0+000	355	55	52			
PI-1	351	05	47	04	50	05
PI-2	002	03	58	10	58	11
PI-3	352	35	53	09	28	05
PI-4	004	26	57	11	51	04
PI-5	006	39	32	02	13	35
PI-6	004	20	14	02	19	18
PI-7	005	22	21	01	02	07
PI-8	000	08	03	05	14	18
PI-9	005	07	33	04	59	30
PI-10	348	21	58	16	46	35
PI-11	344	27	56	03	54	02
PI-12	312	15	21	32	13	35
PI-13	350	27	57	38	13	36
PI-14	335	20	59	15	07	58
PI-15	335	47	34	00	27	35
PI-16	335	41	23	00	06	11

II.4 LEVANTAMIENTO DE DETALLES

Este levantamiento consistió en ligar a la poligonal abierta toda clase de detalles naturales o artificiales de la zona existentes a ambos lados de ésta, para obtener todos los elementos de la planimetría que pudieran inferir en el desarrollo del proyecto. Ver figura 16.

Para levantar los detalles se consideró su ubicación exacta, pues estos son un complemento indispensable para dibujar la planta y además son de gran importancia debido a que marcan la pauta para que el trazo los afecte lo menos posible; ya que el objetivo del proyecto es que resulte el más adecuado a las condiciones propias del terreno, a las necesidades económicas, sociales y políticas que pudieran afectar o retrasar de alguna forma el buen término del proyecto.

Metodología

Por lo general, cuando se realiza un levantamiento de detalles con tránsito, teodolito óptico mecánico o taquímetro electrónico como es en este caso se utiliza el método de radiaciones, en el que se miden en campo los ángulos horizontales y distancias de la estación a los elementos radiados; para después calcular en gabinete sus coordenadas. Con el auxilio de las herramientas que brinda un taquímetro electrónico (estación total), la fase del cálculo de las coordenadas es eliminada puesto que el instrumento las calcula directamente en campo, a su vez que almacena esta información en su memoria. Esta información se transmite por un cable de comunicaciones a una computadora que con el software indispensable se puede procesar en cualquier paquete de dibujo (en este caso se utilizó el AUTOCAD, tema que se tratará más

adelante en el capítulo IV-3.). Por razones de seguridad, se llevó también un registro de campo (fig. 15) donde se anotan las coordenadas X,Y calculadas por el instrumento, el número de punto y el carácter del elemento radiado. Estos elementos radiados pueden ser:

- Construcciones.
- Paramentos.
- Calles.
- Cercas de alambre o tecorral.
- Postes de luz.
- Postes de teléfono.
- Cruces de caminos con el eje del trazo.
- Banquetas, guarniciones.
- Brocales, pozos de visita.
- Puentes peatonales.
- Ductos de alto y bajo voltaje.
- Acueductos, gasoductos, oleoductos.
- Tuberías de agua potable.
- Tuberías de drenaje.
- Instalaciones de gas.
- Tomas de agua potable.
- Árboles.
- Canales o canaletas.
- Sistemas de riego.
- Bombas de agua potable y de riego

- Barrancas y cañadas.
- Ríos y arroyos.
- Obras de cruce (puentes y alcantarillas), etc

En la fig.16 se muestran algunos detalles tales como: árboles, postes de luz, postes de teléfono, brocales de drenaje, etc. levantados al inicio del primer tramo en la zona urbana del pueblo de San Juan Ixcaquixtla, Edo. de Puebla.

Figura número 15 Registro de campo de levantamiento de detalles

LEVANTAMIENTO DE DETALLES				OBSERV: MIGUEL A. CARRILLO ANOTO: CIRO TORRES O. EQUIPO: ESTACION TOTAL SOKKIA SET 5F.	
EST. P.V	X	Y	OBS.		
PET-2	19,329.718	24,619.799			
1	19,296.113	24,607.814	CORONA	LADO DER. CAMINO.	
2	19,294.832	24,663.922	CORONA	LADO IZQ. CAMINO.	
3	19,202.880	24,679.179	P.T.	(POSICION DE TELEFONO.)	
4	19,466.379	24,587.078	CORONA	LADO IZQ. CAMINO.	
5	19,468.003	24,590.849	CORONA	LADO DER. CAMINO.	
6	19,586.859	24,521.138	CORONA	ALCANTARILLA LADO DER. CAMINO.	
7	19,587.793	24,520.811	CORONA	ALCANTARILLA LADO IZQ. CAMINO.	
8	19,588.656	24,535.462	ALCANTARILLA	LADO DER. CAMINO.	
9	19,589.577	24,535.112	ALCANTARILLA	LADO DER. CAMINO.	
10	19,529.666	24,526.421	CERCA DE	ALAMORE	
11	19,671.297	24,503.986	ARBOL	LADO DER. CAMINO.	
12	19,946.941	24,572.660	CORONA	LADO DER. CAMINO.	
13	19,945.420	24,368.244	CORONA	LADO IZQ. CAMINO.	
14	19,993.309	24,344.922	CORONA	LADO DER.	VADO.
15	19,992.146	24,340.763	CORONA	LADO IZQ.	
16	20,051.199	24,324.206	CORONA	LADO DER.	
17	20,049.676	24,319.826	CORONA	LADO IZQ.	
18	20,195.026	24,264.862	ALCANTARILLA	LLA.	
19	20,194.124	24,264.393	ALCANTARILLA	LLA.	
20	20,191.375	24,260.459	ALCANTARILLA	LLA.	
21	20,192.454	24,259.911	ALCANTARILLA	LLA.	
22	20,208.722	24,217.481	ALCANTARILLA	LLA.	
23	20,209.812	24,216.900	ALCANTARILLA	LLA.	
24	20,296.474	24,213.224	ALCANTARILLA	LLA.	
25	20,297.513	24,212.648	ALCANTARILLA	LLA.	

llevarán cabo para conservar en justa medida los valores del levantamiento que sirve de base para el proyecto de la obra. Es por ello que es muy importante proteger y vigilar que los testigos del control no sean destruidos antes y durante la construcción, pues son importantes para poder utilizarlos en la ejecución y supervisión de la obra, por lo tanto es obvio decir que los testigos por su importancia deben ser del tipo permanente, o sea, construidos “contra viento y marea”.

En los levantamientos topográficos para vías terrestres, se acostumbra referenciar los puntos más importantes de la poligonal como los PI's, PC's, PT's y PST's.

Pensando en que estos se hayan medido en la misma forma que el resto del trabajo, podemos utilizar el mismo equipo empleado en el levantamiento; y de esta manera alejar las referencias del área de construcción, así como todos los puntos importantes y que por su cercanía pudieran ser destruidas durante las maniobras de la maquinaria o la construcción de bodegas u oficinas sobre ellas.

La figura 18 muestra el esquema de las referencias de dos de los puntos de inflexión; y la descripción del trabajo de campo se menciona en los siguientes renglones:

- Se centro y niveló el tránsito en el punto a referenciar.
- Se visó hacia el punto de atrás, ya sea PST o PI., en cero grados, en caso de que exista alguna referencia notable como troncos de árboles, postes o rocas firmes, giramos azimutalmente hasta encontrar con la visual dicha referencia, tomamos su ángulo horizontal y medimos la distancia desde la estación a dicho punto en

esa misma dirección se marca otro punto colocando un trompo grande cuando no se aprecien referencias notables.

- o Cuando no existió algún detalle firme donde colocar las referencias se giró el instrumento azimutalmente hasta llegar a donde las condiciones del terreno lo permitan para que en esa dirección se coloquen 2 varillas o trompos con sus respectivas estacas, registrando la distancia y el carácter de la referencia.
- o Por último con la posición del instrumento visando el mismo punto de atrás se le da vuelta de campana al telescopio y se gira azimutalmente para tener la nueva dirección en la que se deberán ubicar otros dos nuevos puntos, midiendo tanto sus ángulos como sus distancias al instrumento, para lo cual se realiza la misma operación descrita en el punto anterior. Así, en total se tendrán un total de 4 referencias como mínimo para cada punto referenciado

El registro de campo que se empleó para las referencias es el siguiente.

Figura número 17 Registro de campo de referencias

REFERENCIACIÓN PI-2

EST. P.V	ϕ	DIST. (m)	OBS.
PI-1	180°00'		
PR1	24°20'	13.00	VARILLA 3/8"
PR2	204°20'	4.11	CLAVO CONCRETO
PR3	266°00'	20.02	VARILLA 3/8"
PR4	266°00'	40.73	VARILLA 1/2"

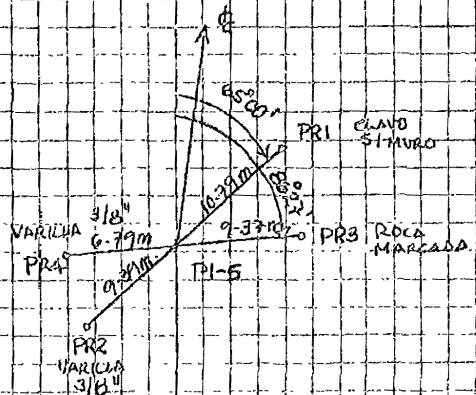
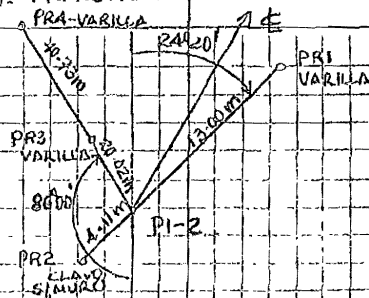
REFERENCIACIÓN PI-5

EST. P.V	ϕ	DIST. (m)	OBS.
PI-4	180°00'		
PR1	65°00'	10.76	CLAVO S. MURO
PR2	245°00'	9.39	VARILLA 3/8"
PR3	266°27'	9.37	ROCA MARCADA
PR4	266°27'	6.79	VARILLA 3/8"

LEVANTÓ: CIRO TERRES - C.

ANOTÓ: MIGUEL A. CARRILLO

EQUIPO: TRANSITO MARCA ZUHO 20"



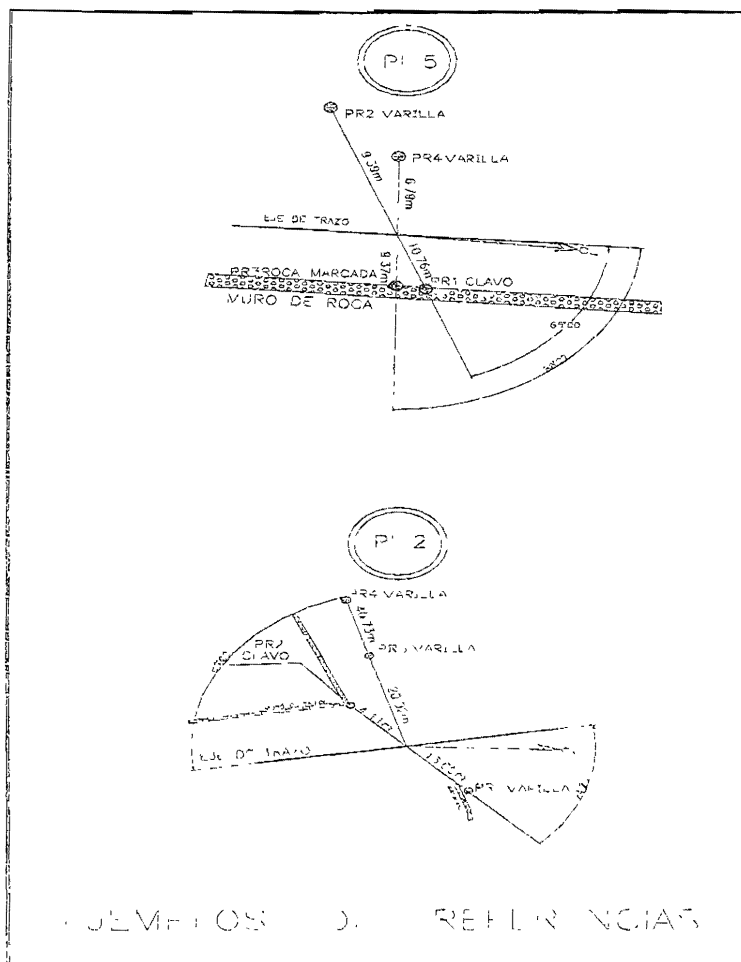


Figura número 18 Ejemplos de referencias

II.6 ESUIAJES

El drenaje en una carretera es de vital importancia, ya que de este depende la funcionalidad y duración de la obra. La función principal del proyecto de drenaje es evitar que el agua afecte al camino y se debe alejarla lo más pronto posible de este, de tal manera que evite su deterioro y se prolongue su duración.

Al construirse un camino, por lo general se corta el escurrimiento natural permitiéndose el paso de agua solo por los sitios elegidos por el proyectista, en los que se construirán obras que permitan alejar el agua del camino lo más pronto posible.

El agua llega al camino por precipitación directa; por escurrimiento del agua de los terrenos adyacentes: por avenidas de ríos o arroyos y por infiltración a través del subsuelo.

Para que un camino posea un buen drenaje, debe evitarse lo siguiente:

- Que el agua circule en cantidades excesivas por el camino destruyendo el pavimento y originando la formación de charcos o baches.
- Que el agua de las cunetas laterales remoje y reblandezca los terraplenes, originando asentamientos con el consiguiente perjuicio de revestimiento y pavimentos.
- Que los cortes de materiales falsos se saturen de agua con peligro de que se presenten derrumbes de tierra, deslizamientos de los cortes y aún deslizamientos del camino mismo
- Que el agua de arroyos y hondonadas sea remansada por los terraplenes con peligro de deslazarlos

- Que el agua subterránea reblandezca las subrasante formando también charcos y baches.

El estudio hidrográfico de un camino se ha dividido en 2 partes principales: drenaje superficial y drenaje subterráneo.

Drenaje superficial

En el drenaje superficial se estudian las dos fases que con anterioridad mencionamos: *en primer término la manera de reducir al mínimo el agua que afluye al camino, lo cual se consigue mediante obras de defensa y captación; en segundo término la manera de dar salida al agua que inevitablemente entra, lo cual se realiza por medio de las obras de cruce.* Dado que el estudio del drenaje superficial sale fuera de nuestros conocimientos, solo agregaremos que las obras de captación y defensa que se construyen en un camino y que refieren a este apartado son: cunetas, contracunetas y canales auxiliares, bombeo del camino, bordos en el camino, salidas, vertedores, lavaderos, cajones de entrada, desarenadores, cunetas entubadas, canales, etc.

Obras de cruce

Estas obras son las que tienen por objeto dar paso inmediato al agua que por no tener a donde desviarse, tenga que cruzar de un lado a otro al camino, y comprenden a los puentes y las alcantarillas.

Los puentes son estructuras grandes de más de 5 ó 10 metros de claro, que se usan para salvar un obstáculo que puede ser natural o artificial. Las alcantarillas son estructuras más o menos pequeñas, comúnmente de menos de 5 o 10 metros de claro que se utilizan para dar paso al agua de pequeños arroyos o al agua de las lluvias a través del camino. Sin embargo, la diferencia básica entre los puentes y las alcantarillas no es el tamaño pues hay

alcantarillas que pueden exceder en mucho las dimensiones antes mencionadas llegando a veces hasta 30 m. Siendo difícil señalar una diferencia precisa entre los puentes y las alcantarillas, la característica que más los distingue es que las alcantarillas llevan un colchón de tierra y los puentes no.

El estudio de los puentes es una rama muy especializada de la ingeniería por lo cual no lo abordaremos. De esta manera ahora hablaremos brevemente de las alcantarillas.

Las alcantarillas sirven para desaguar arroyos, cañadas, hondonadas, puntos bajos del perfil, etc.

Una alcantarilla esta constituida de dos partes: el cañón y los muros de cabeza. El cañón forma el canal de la alcantarilla y es parte principal de la estructura. Los muros de cabeza sirven para impedir la erosión alrededor del barril, para guiar la corriente y para evitar que el terraplén invada el canal. No obstante, los muros de cabeza se pueden omitir alargando el cañón.

Según la forma del cañón, las alcantarillas pueden ser: alcantarillas de tubo, alcantarillas de cajón y alcantarillas de bóveda

El estudio de estas estructuras lo dividiremos en 6 partes:

- Localización.
- Área hidráulica necesaria.
- Sección, pendiente y elevación del fondo.
- Longitud de la estructura
- Tipo económico
- Proyecto constructivo.

En el trabajo que llevamos a cabo sólo abordamos el primero de los puntos anteriormente citados, el resto compete al proyectista.

Localización de las alcantarillas.

Se colocan generalmente en el fondo del arroyo, canal o cauce que desagua. Al localizar una alcantarilla siempre debe procurarse:

- No forzar los cruces para hacerlos normales. Cuando la localización razonable y natural es esviada, porque la economía obtenida con cruces normales nunca compensa los gastos de conservación originados por la erosión del agua al sufrir esta una fuerte desviación.

- No debe tratarse de reducir el número de alcantarillas concentrando en una sola de ellas el agua de una cuneta larga, sino que es mejor poner todas las alcantarillas que sean necesarias para evitar complicaciones en el drenaje en general.

- Cruces normales. Cuando la corriente sea normal a la dirección del camino o el esviamiento sea menor de 5° es muy fácil hacer la estructura perpendicular al camino, siendo preferible en estos casos suprimir el esviamiento. Cuando el cauce es tortuoso e irregular, o está cubierto de malezas o de piedras, hay que canalizar un trecho más o menos largo a la entrada y a la salida de la estructura.

- Cruces esviados.- Si el ángulo de esviamiento del cauce es de consideración, es preferible alinear la alcantarilla con el fondo del arroyo aunque resulte más larga y costoso que la normal, ya que esta requeriría canalizar el cauce con codos más o menos forzados, los cuales pocas veces resisten los embates del agua.

- Cuando se salve un arroyo, la localización de la alcantarilla debe seguir el curso del arroyo, ya que es muy difícil cambiar el curso de las corrientes.

En los puntos bajos del perfil es conveniente colocar alcantarillas para dar salida inmediata al agua que de los lados escurre, recomendándose que esta agua no se arroje a las cunetas, ya que ellas no se hacen ni deben hacerse para llevar toda esa agua. No debe recogerse esa agua en canales paralelos al camino para conducirla a una alcantarilla inmediata, pues como ya dijimos antes, es muy difícil que reconozca los cauces artificiales.

En el caso de una hondonada, la alcantarilla debe localizarse por su parte más profunda, con el eje en dirección en que el agua corra, para lo cual es necesario observar personalmente dicha dirección.

Para el cruce de caminos con zanjas de riego o de drenaje artificial de campos regados, debe tenerse especial cuidado porque en dichas obras son muy estrictas las condiciones del nivel de agua, por lo que frecuentemente se necesita hacer obras especiales.

Trabajos topográficos de campo en la localización de esviajes para alcantarillas.

Al localizar el eje de una obra de drenaje, lo primero que debe hacerse es llevar a cabo una inspección del cauce recorriéndolo aguas abajo y aguas arriba respecto al cruce con el camino, marcando con estacas las huellas del nivel de aguas máximas ordinarias. Una vez que se ha reconocido el cauce, se traza el eje de la obra, si es posible, normal al trazo definitivo del camino, o con un esviajamiento que no llegue a los 45° . Lo importante es encauzar la entrada a la obra que se proyecta. Para obtener la configuración exacta del arroyo vado,

cañada, etc. se traza una poligonal abierta, referida al trazo del camino, por el fondo del arroyo con una longitud de 300 y 200 metros aguas arriba y aguas abajo respectivamente. Se sigue con la nivelación de esa poligonal y se obtiene la topografía del cauce tomando también por lo menos tres secciones transversales referidas al cadenamiento de la poligonal, la cual está ligada al trazo del camino en el centro de la línea del eje. Estas secciones son normales al cauce y se toma una aguas arriba, otra en el cruce y la tercera aguas abajo, marcándose en las tres el nivel de aguas máximas de lluvias naturales (NAM) y el nivel de aguas máximas de lluvias extraordinarias (NAME) producidas por aguaceros torrenciales en los temporales. Otro dato importante es el de los materiales que forman el lecho del arroyo, si es arena, piedra o vegetación para encontrar el coeficiente de rugosidad.

Otra operación de campo indispensable es determinar el área que se va a drenar. Para tal efecto se levanta por medio de una poligonal de apoyo o por radiaciones el terreno delimitado por el parte aguas cerrándola en el punto de partida, que siempre será un punto sobre el eje del camino.

El área de estudio se caracteriza por no tener barrancas o ríos de gran magnitud. Por el contrario, los escurrimientos existentes son intermitentes y solo tienen un caudal considerable en la época de lluvias. En el tramo comprendido del cadenamiento 0+000 al 3+000 los esviajes detectados consistieron en vados de poca profundidad y fue bastante difícil determinar con certeza el eje del escurrimiento, puesto que en la periferia de los vados solo se observaban cercas de piedra y tecoral en tierras de cultivo. Dada la situación, observamos las indicaciones de los lugareños con respecto a la posición del escurrimiento aguas arriba y debajo de los vados.

En el presente trabajo los principales cruces con el eje del camino son vados de poca profundidad y mínima afluencia de agua sólo en tiempo de lluvias y que en su mayoría son normales al eje del trazo. En este registro se vacián los datos de la sección para cada vado, además se complementa con el cadenamiento exacto de la ubicación de éste, con el nivel de aguas máximas extraordinarias, el grado de esviaje del escurrimiento y a que lado del eje drena. En el capítulo IV-2 (registros definitivos) se anexa el registro de drenaje.

II.5 CURVAS CIRCULARES

Considerando estrictamente las etapas de la elaboración de proyectos de carretera, el diseño y trazo de las curvas circulares no corresponden a la etapa de los levantamientos topográficos, sino al diseño del proyecto. Sin embargo, dada la circunstancia de que el proyecto solo pretendía mejorar el trazo de la brecha existente, nos fue otorgada la libertad de diseñar, calcular y modificar las curvas circulares del trazo.

Las curvas circulares son los arcos de círculo que nos sirven para unir dos tangentes consecutivas y pueden ser:

- Curvas circulares simples
- Curvas circulares compuestas

Las curvas circulares simples

Estas curvas nos sirven para unir dos tangentes consecutivas por un solo arco de círculo, dependiendo del sentido del cadenamiento. Las curvas simples pueden ser hacia la derecha o hacia la izquierda.

Las curvas circulares compuestas

Estas curvas están formadas por dos o más curvas simples del mismo sentido y diferente radio, o de diferente sentido y cualquier radio, pero siempre tienen un punto de tangencia en común entre dos consecutivas. Cuando son del mismo sentido se les llama directas y cuando son de sentido contrario se les llaman compuestas inversas

Existe también otro tipo de curva llamada curva de transición: este tipo de curva se utiliza para pasar de un tramo en tangente a otro de curva circular. Para lograr esto, un vehículo tiene que hacerlo en forma gradual tanto al cambio de dirección como a la sobre elevación y la ampliación necesarias, para lograr esto

cambio se usan las curvas de transición. Teniendo como característica principal que en su longitud se efectúa de manera continúa el cambio en el valor del radio de curvatura desde infinito para la tangente hasta el que corresponda para la curva circular.

De acuerdo a las normas técnicas para el proyecto geométrico de carreteras emitidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT):

- 1) Las curvas espirales de transición se utilizarán exclusivamente en carreteras tipo "A", "B", y "C", y sólo cuando la sobreelevación de las curvas circulares sea de siete por ciento (7%) o mayor".
- 2) "Para emplear una curva circular se deberá respetar que la velocidad de proyecto no rebase el grado máximo de curvatura" Ver siguiente tabla:

Velocidad de proyecto (km/h)	Grado máximo de curvatura (Gc)
100	1°30'
90	2°00'
80	2°30'
70	3°15'
60	4°30'
50	7°00'
40	11°00'

Respetando los puntos 1 y 2 antes mencionados. En el presente trabajo sólo se emplearon curvas circulares. Por ejemplo para la curva en el PI-1 el grado de curvatura empleado fue de 3° para una velocidad de 50 km/h y como se ve en la tabla de arriba el grado máximo de curvatura para esta velocidad es de 7°

Los principales conceptos que hay que considerar para proyectar una curva circular simple son los siguientes:

- Longitud entre dos tangentes consecutivas. Es la distancia total entre dos PI's consecutivos.
- Deflexión total formada entre ambas tangentes: es el ángulo que forma en un vértice de la prolongación del lado anterior con el lado siguiente.
- Grado de curvatura. Es el ángulo bajo el cual se ve la cuerda unitaria (en este caso la cuerda es de 20 m.) desde el centro de la curva.
- Tangentes libres entre dos curvas: es la distancia entre el PT de la curva de atrás y el PC de la curva de adelante. Tomando en cuenta el sentido en que se va a recorrer la deflexión puede ser derecha o izquierda.
- Paramentos existentes o algún tipo de instalación que habrá de respetarse.

En base a estos conceptos debemos consultar las normas técnicas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes analizando cual es la curva que más se adecue para cada punto de inflexión.

En la figura 19 se contemplan los principales elementos que conforman una curva circular.

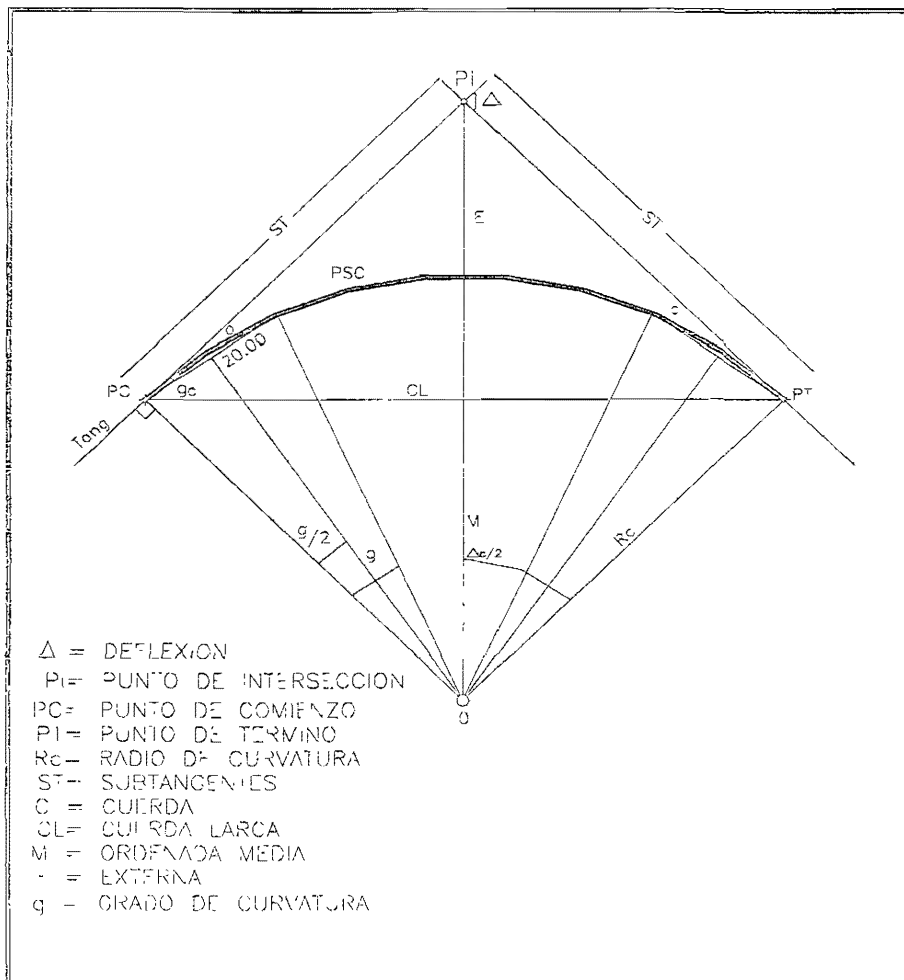


Figura número 19 curva circular

La siguiente tabla contiene las fórmulas para el cálculo de los elementos de la curva circular:

<u>Concepto</u>	<u>Fórmula</u>
◦ Radio de curvatura	$Rc = \frac{1145.92}{Gc}$
◦ Subtangente	$St = (Rc) \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right)$
◦ Longitud de la curva	$Lc = 20\left(\frac{\Delta c}{Gc}\right)$
◦ Externa	$E = Rc \left[\left(\sec \frac{\Delta c}{2} \right) - 1 \right]$
◦ Cuerda larga	$CL = (2Rc) \operatorname{sen}\left(\frac{\Delta c}{2}\right)$
◦ Deflexión para cadenamiento cerrado	$DEF = \operatorname{sen}^{-1}\left(\frac{20}{2Rc}\right)$
◦ Principia curva (PC)	$PC = PI - ST.$
◦ Termina Curva (PT)	$PT = PC + LC.$

CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO DE LAS CURVAS CIRCULARES.

Una vez que se obtuvo el plano de eje de trazo, se inicia el estudio para el cálculo de las curvas, labor en la cual existe un número variable de posibilidades, pero se selecciona la más conveniente y que en éste caso se respetará lo más posible el eje de la terracería, quedando así definidos el alineamiento horizontal y la directriz para empezar a trabajar sobre el alineamiento vertical.

En el proyecto de caminos, se considera un trazo óptimo a aquel que se adapta económicamente a la topografía del terreno. Sin embargo, la selección de una línea y su adaptabilidad al terreno dependen de los criterios adoptados, y estos a su vez dependen del tipo y volumen de tránsito previstos durante la vida útil del camino, así como de la velocidad del proyecto.

Por consiguiente, una vez clasificada la vía y fijadas las especificaciones que regirán el proyecto geométrico, se deben buscar una combinación de alineamientos que se adapten al terreno planimétricamente y altimétricamente y cumplan con los requisitos establecidos.

En muchas ocasiones, algunos factores pueden llegar a forzar una línea. Entre ellos quedan los requerimientos del derecho de vía, división de propiedades, cruce con arroyos, intersecciones con otras carreteras o ferrocarriles, previsiones para lograr un buen drenaje, naturaleza geológica del terreno donde se alojará la carretera, etc.

Muchas veces una tangente puede cambiarse de posición cuando se vea que un nuevo trazo evita curvas innecesarias, o bien si se logra disminuir la curvatura de estas. Puede ocurrir también que se adopte un nuevo trazo que consiga disminuir la pendiente sin gran aumento de longitud.

En los lugares planos con pocos obstáculos, tal como fueron las condiciones en casi todo nuestro trabajo, es posible trazar directamente sin dificultad la línea definitiva. Pero cuando la topografía es complicada es conveniente estudiar las posiciones y direcciones de las tangentes, así como las pendientes de estas en el plano de la planta.

Algunos puntos que siempre se tienen que tomar en consideración para el diseño de curvas circulares son

- Cuando se emplean curvas circulares para unir dos tangentes se deben aplicar las constantes especificadas para el tipo de camino; así por ejemplo, en los caminos influye la velocidad, la visibilidad, etc. Factores que limitan el radio de la curva a un mínimo adecuado según el caso tomándose generalmente un radio mayor de 100 metros.

- En caminos donde tengan que circular vehículos de toda clase en doble fila, el radio de la curvatura no debe ser inferior a los cincuenta metros.

- Deben evitarse en todo lo posible las curvas antes de las cuestas, ya sean ascendentes o descendentes.

- Cuando haya necesidad de trazarla, se disminuye la pendiente en la parte que esta abarque a fin de contrarrestar la resistencia que opone. Esta curva debe de ser visibles a 80 o 100 metros de distancia a fin de evitar accidentes.

- La magnitud del radio mínimo depende de la clase de vehículos que van a circular y del ancho de la carretera.

- El grado de curvatura (G_c) es el ángulo bajo el cual se ve la cuerda unitaria desde el centro de la curva (la cuerda unitaria que normalmente se emplea es de 20 m.).

Para determinar el grado de curvatura en cada curva circular es necesario analizar las normas técnicas de la S.C.T (ver fig no.20), ya que en base al tipo de camino, la deflexión en cada PI, la velocidad del proyecto y el grado de curvatura propuesto inicialmente, nos darán los elementos indispensables para saber cual es la tangente libre mínima (TL) entre cada curva que deberá admirse. Para lo cuál se realiza el cálculo del radio de curvatura que sera el argumento para el calculo de la subtangente de la curva por medio

CÁLCULO DE LAS CURVAS CIRCULARES

Enseguida se hace el cálculo de los principales elementos para las primeras dos curvas del primer tramo del proyecto.

Curva en el PI-1:

Datos de campo

$$PI-1=000+155.738$$

$$\Delta c = 04^{\circ}50'08'' \text{ IZQ:}$$

$$Gc = 3^{\circ}$$

$$\text{Velocidad} = 50 \text{ km/h.}$$

$$\text{Cuerda} = 20 \text{ m}$$

Cálculos

$$Rc = \frac{1145.92}{3^{\circ}} = 381.973m.$$

$$St = (381.973) \tan\left(\frac{04^{\circ}50'08''}{2}\right)$$

$$St = 16.128m.$$

$$Lc = 20 \left(\frac{04^{\circ}50'08''}{3^{\circ}} \right) = 32.237m.$$

$$E = 381.973 \left[\left(\text{Sec} \frac{04^{\circ}50'08''}{2} \right) - 1 \right]$$

$$E = 0.340m.$$

$$CL = 2(381.973) \text{Sen} \left(\frac{04^{\circ}50'08''}{2} \right)$$

$$CL = 32.228m.$$

$$DEF = \text{sen}^{-1} \left(\frac{20}{2(381.973)} \right)$$

$$DEF = 01^{\circ}30'$$

$$PC = 000 + 155.738 - 16.128$$

$$PC = 000 + 139.610.$$

$$PT = 000 + 139.61 + 32.327$$

$$PT = 000 + 171.85$$

Curva en el PI-2:

Datos de campo

PI-2=000+231.413

$\Delta c = 10^{\circ}58'14''$ DER.

Gc=04°30'.

Velocidad= 50 km/h

Cuerda=20 m

	Cálculos
	$Rc = \frac{1145.92}{04^{\circ}30'} = 254.649m.$
	$St = (254.649) \tan\left(\frac{10^{\circ}58'14''}{2}\right)$
	$St = 24.454m.$
	$Lc = 20\left(\frac{10^{\circ}58'14''}{04^{\circ}30'}\right) = 48.758m.$
	$E = 254.649 \left[\left(\text{Sec} \frac{10^{\circ}58'14''}{2} \right) - 1 \right]$ $E = 1.171m.$
	$CL = 2(254.649) \text{Sen} \left(\frac{10^{\circ}58'14''}{2} \right)$ $CL = 48.684m.$
	$DEF = \text{sen}^{-1} \left(\frac{20}{2(254.649)} \right)$ $DEF = 02^{\circ}15'$
	$PC = 000 + 231.413 - 24.454$ $PC = 000 + 206.959$ $PT = 000 + 206.959 + 48.758$ $PT = 000 + 255.717$

En el registro de tránsito aparecerán los datos para trazar la curva (ver registro definitivo del trazo capítulo 4.2)

A lo largo de este primer tramo del proyecto fue necesario trazar en campo las curvas circulares, calculadas previamente para los lugares donde existe un punto de inflexión, con el objetivo de verificar que no haya afectaciones

en el trazo de la curva, en especial en la zona urbana y que nos servirán más adelante para levantar las secciones transversales (ver capítulo III.2).

El trazo de las curvas en el terreno se puede realizar con el siguiente equipo:

- Con tránsito y cinta.
- Con cinta exclusivamente.
- Con dos tránsitos al mismo tiempo.

El equipo que se empleó en este trabajo para trazar una curva circular fue el tránsito y la cinta.

Trazo en campo de una curva circular simple

Una vez calculados los elementos de la curva, primero se deberán localizar: el punto donde principia la curva (PC) y el punto donde termina la curva (PT), Para localizar el PC se coloca el instrumento en el punto de inflexión (PI) y se dirige la visual hacia el PI o el PST de atrás; se fija el movimiento horizontal del instrumento y se colocan puntos auxiliares sobre esta línea midiendo la subtangente previamente calculada; en este punto se clavará una varilla. Para localizar el PT se realiza lo mismo que para el PC, pero ahora la línea a visar será dirigiendo la visual al PI o PST de adelante. Ya localizados el PC y el PT se coloca el instrumento en el PC y se dirige la visual hacia el PI que forman ambas tangentes. Se tendrá cuidado de que el limbo horizontal se encuentre en cero, se suelta el movimiento horizontal y se fija en él el ángulo calculado para la primera deflexión al mismo tiempo que dos cadeneros miden y marcan la distancia de la cuerda de 20 m. o bien la fracción que falte para llegar a un cadenamiento cerrado (este cadenamiento cerrado será el que corresponda considerando

tramos de 20 m) en donde se colocará un trompo o un clavo de 5"; esto se realiza para cada una de las cuerdas que tenga la curva circular.

Para comprobar que la curva fue bien trazada se procede de la siguiente

nera:

- Angularmente: se visa al PT con la graduación en el tránsito de $(\Delta / 2)$. Tolerancia = $\pm 01'$.
- Linealmente: La distancia entre el último punto trazado, y el PT, será la subcuerda previamente calculada. Tolerancia: $\pm 0.10m$.

Para mayor exactitud se recomienda trazar la mitad de la curva desde PC y la otra mitad desde el PT para encontrarse al centro, con objeto de disminuir errores acumulativos que pudieran arrastrarse al hacer el trazo continuo total.

III ALTIMETRÍA

La operación por medio de la cual se determina la diferencia de elevaciones entre dos puntos sobre la superficie del terreno se llama nivelación. Cuando el plano de referencia que se utiliza para ubicar los puntos y determinar sus elevaciones es el nivel medio del mar el valor numérico resultante de la nivelación recibe el nombre de altitud; cuando el sistema de referencia es arbitrario se le denomina cota.

La altimetría o control vertical consiste en obtener por medio de la nivelación los datos necesarios para el dibujo del perfil, secciones transversales y el establecimiento de bancos de nivel (puntos de control vertical)

III I NIVELACION

La nivelación tiene por objeto determinar la diferencia de alturas entre puntos del terreno.

Las alturas de los puntos se toman sobre planos de comparación como pueden ser: bancos de nivel (BN), el nivel medio del mar (N.M.M.) o algunas veces el nivel de aguas máximas extraordinarias (NAME) o el nivel máximo de aguas ordinarias (NAMO). A estas alturas referidas a algún plano de comparación se les conoce como cotas, elevaciones, alturas o en algunos casos como niveles (este término se usa generalmente en la ingeniería civil)

La nivelación puede ser:

- Nivelación barométrica.
- Nivelación trigonométrica.
- Nivelación directa o topográfica

-Esta última se ejecuta con instrumentos llamados "niveles" o alfileros cuya característica esencial consiste en que por medio de

estos se pueden dirigir visuales horizontales que forman un plano horizontal de referencia

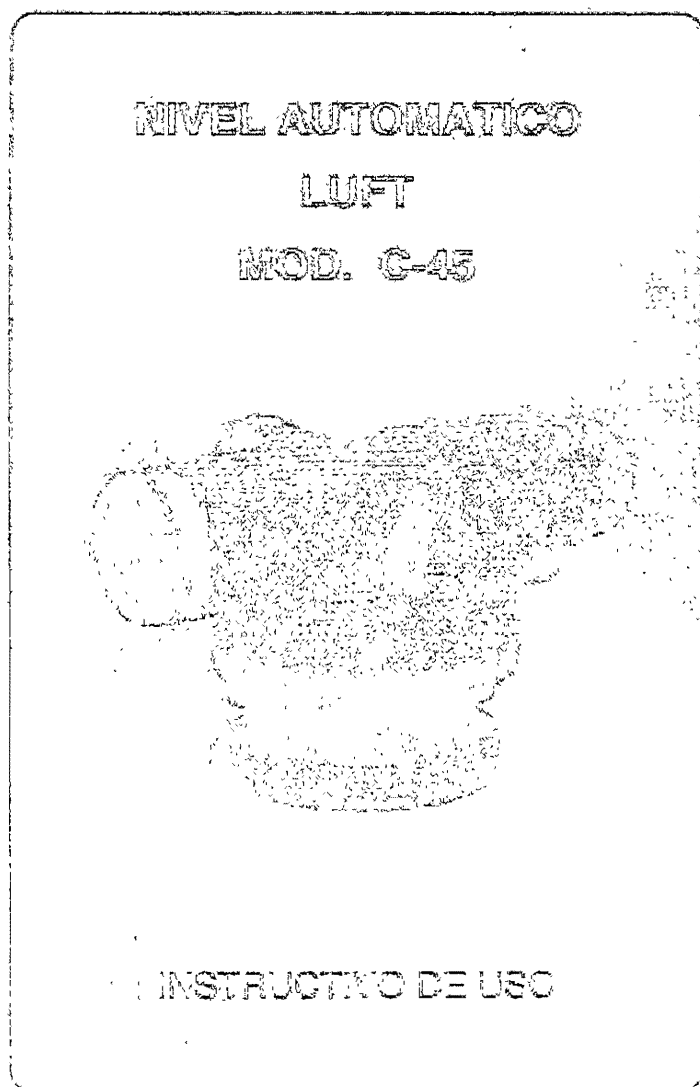


Figura número 21 nivel utilizado en la fase de nivelación

Nivelación barométrica.- este tipo de nivelación se realiza con un instrumento llamado barómetro que sirve para determinar la presión atmosférica y con esta se pueda determinar diferencias de alturas, ya que como sabemos, la presión depende de la altura del lugar y de la temperatura del aire principalmente.

Nivelación trigonométrica.- Se lleva a cabo con un tránsito o teodolito, cuya característica principal consiste en determinar el ángulo vertical y medir la distancia horizontal entre los dos puntos para determinar el desnivel; con estos dos elementos se determinará la diferencia de alturas. Este método basa sus resoluciones en las de un triángulo rectángulo situado en un plano vertical. La hipotenusa del triángulo es la línea que une los puntos entre los cuales se desea conocer el desnivel; la base es la línea que va de un punto hasta la vertical bajada desde el otro y que representa la altura del triángulo y, en este caso, el desnivel. Uno de los ángulos agudos y el lado horizontal medido en el terreno determinan, mediante funciones trigonométricas, la diferencia de nivel entre dos puntos.

Supongamos que se desea medir la altura de un árbol y disponemos de un tránsito y una cinta.(fig. no 22). Consideremos que el punto más alto coincide con el centro del diámetro del árbol bajando una línea vertical y el instrumento se coloca a una distancia $L=l+r$ Se nivelan perfectamente bien tanto las burbujas de los niveles tubulares del plato como la del telescopio, fijando el movimiento con el tornillo correspondiente y llevando la burbuja al centro con el tornillo tangencial Tendremos así una visual horizontal y, si el círculo horizontal no está incorrecto marcará $0^{\circ}00'$ A continuación se levanta el telescopio hasta que visemos la parte más alta, anotando el valor del ángulo vertical. La

Debemos considerar la altura del instrumento $-Ai-$ ya que esto define un triángulo semejante y paralelo al que forman la distancia L y la altura del árbol h .

Así por trigonometría tenemos:

$$\text{Tan } a = \frac{h}{L}$$

$$h = L \text{ Tan } a$$

$$H = h + Ai$$

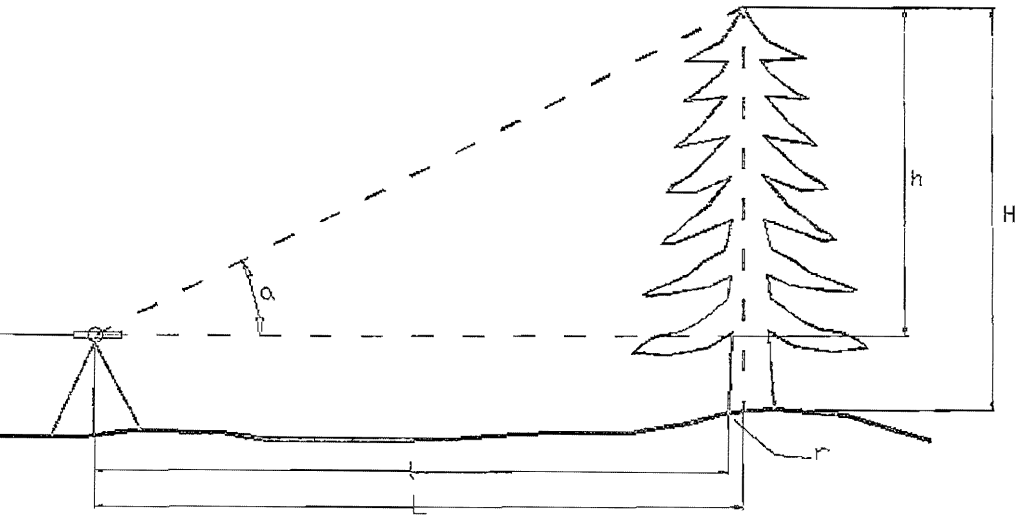


Figura número 22. Nivelación Trigonométrica

III.1.1 NIVELACION DE BANCOS DE NIVEL

Los planos horizontales de comparación que se usan por lo general en carreteras son los bancos de nivel (B.N.), que pueden ser puntos fijos notables e inamovibles. Cuando no existen estos puntos se construyen bancos de nivel que son generalmente de concreto, en forma de pequeñas mojoneras con una varilla o una saliente que delina al punto y además permite que cuando se use el

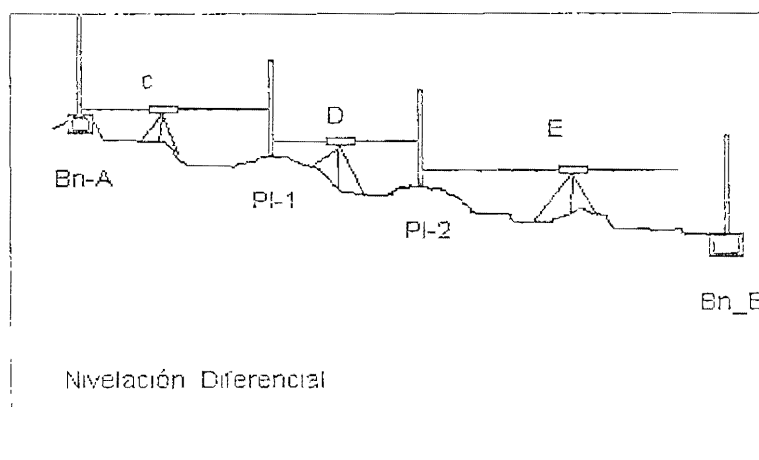
estadal para tomar lecturas que este se apoye siempre en un punto único bien definido y no en una superficie que tenga irregularidades que hagan variar la lectura en nuestro estadal.

Metodología

El método que se emplea para obtener el desnivel entre bancos de nivel (B.N.) es el de nivelación diferencial.

La nivelación diferencial consiste en determinar la diferencia de alturas o desnivel entre dos puntos, por ejemplo los bancos de nivel A y B (ver Fig. no. 22).

Debido a que la distancia y el desnivel nos impiden que con una sola estación baste, tenemos que elegir puntos intermedios llamados puntos de liga (PL) tales que colocando el instrumento en C, D, E, etc. Procurando que las distancias $BnA-C$, $C-PL1$, $PL1-D$ y $D-PL2$, etc, es decir, la distancia entre el equaltímetro y los estadales sean lo más iguales posible para eliminar el posible error de colimación en las lecturas del instrumento.



La nivelación fue revisada cada 500 metros puesto que el error no debía exceder de 5 milímetros o bien 1cm por Kilómetro, lo cual implicó la construcción de bancos de nivel cada 500 metros para terreno con lomerío suave y a cada 100 metros para terreno montañoso. Las características de estos bancos de nivel deben asegurar su permanencia en el tiempo y firmeza, por lo cual fueron construidas mojoneras de concreto de 80 centímetros de profundidad con una varilla de $\frac{1}{2}$ " pulgada ahogada en concreto. Cuando no se pudo excavar, se afianzó una varilla de 20 cm. en las grietas de peñas firmes y sanas.

La literatura recomienda utilizar los siguientes métodos para comprobar un trabajo de nivelación:

- A. Nivelación de ida y regreso: Se hace una nivelación diferencial de ida y otra de regreso por los mismos puntos de la liga o por otro camino usando otros puntos de liga. El valor que se encuentre para la cota del punto de partida no deberá exceder de $0.01(P)$ siendo P el número de kilómetros recorridos midiendo también los de regreso.
- B. Nivelación con doble punto de liga. En este tipo de nivelación se eligen dos series de puntos, de tal forma que se tenga la misma altura de aparato en ambas series de observación, pero a la vez diferentes lecturas de estadal, para visuales de 100m. La tolerancia será de $0.015(P)$.
- C. Nivelación con doble altura de aparato. Consiste en conservar los mismos puntos de liga, pero haciendo variar la altura del instrumento. En este procedimiento tenemos errores instrumentales al hacer dos estaciones independientes, por lo que la tolerancia será de $0.02(P)$.

Por lo general para carreteras se emplean los métodos A y B teniendo como valor más probable la media aritmética de los valores obtenidos y como error de cada nivelación la diferencia con el valor más probable.

Para obtener la cota del banco de llegada se hace la siguiente operación: la sumatoria de las lecturas positivas (+) menos la sumatoria de las lecturas negativas (-) es igual al nivel entre el banco de nivel de partida y el banco de nivel de llegada; y para la cota de este banco podemos sumar algebraicamente este desnivel a la cota del banco de nivel de partida (ver registros de campo).

La precisión de la nivelación esta en función de los siguientes factores:

- o Precisión del nivel o equialtímetro empleado.
- o Cuidado y experiencia del nivelador (observador).
- o Tipo de terreno.
- o Condiciones climatológicas imperantes.
- o Numero de puestas del aparato.

Nov 28, 1989

NIVELACION "IDA"

BN4-BN5

NIVELÓ: C. TORRES C.

ANOTÓ: M.A. CARRILLO R.

Desnivel/BN4-BN5

P.O	(+)	π	(-)	COTA				
BN4	1.571			975.574				
			1.597					$\sum (+) = 20.577$
	1.471							$\sum (-) = -14.929$
			1.353			IDA		$\sum (+) + \sum (-) = 5.648$
	1.634							
			0.906					
	1.262							
			1.348					
	1.873							
			1.427					
	1.703							
			1.290					
	1.920							
			1.254					
	1.873							
			1.111					
	1.826							
			1.240					
	1.819							
			1.536					
	1.863							
			1.001					
	1.762							
BN5			0.866	981.219				

Figura número 23. Registro de campo de nivelación de bancos

Nov 28, 1999

NIVELACIÓN

BN₅ - BN₄

Nivel: Miguel A Carrillo
 Anotó: Cirio Torres C.

Densivel BN₅ - BN₄

P.O.	(+)	K	(-)	COTA		
BN ₅	0.798			981219		$\Sigma (+) = 11.858$
			1.662			$\Sigma (-) = -20.499$
	0.965		1.826			
	1.461		1.860		VUELTA	$\Sigma (+) + \Sigma (-) = -5.641$
	1.253		1.808		IDA	$\Sigma (+) + \Sigma (-) = 5.648$
	1.106		1.925			Densivel promedio
	1.289		1.895			$BN_4 - BN_5 = 5.645$
	1.251		1.608			
	1.391		1.846			COTA BN ₅ = 981.219
	1.377		1.671			
	1.330		1.723			
	1.472		1.172			
	1.165		1.503	975574		
BN ₄						

Figura número 24. Registro de campo de nivelación de bancos

III.1.2. NIVELACION DEL EJE

La nivelación del eje consiste en determinar las cotas de cada cadenamiento para dibujar el perfil del terreno en un plano, en donde el eje de las abscisas es el desarrollo de la línea central y las ordenadas las cotas de cada cadenamiento.

Metodología

La metodología que se emplea para esta nivelación del perfil es usar puntos de liga (P.L.) que como es sabido son puntos fijos e invariables ya que estos ligan la posición del aparato de atrás con la posición del aparato de adelante.

El punto de partida y de llegada son los bancos de nivel (B.N.) que nos sirven para comprobar nuestra nivelación, los cuales deberán tener su cota bien definida.

Para determinar las cotas de cada cadenamiento (punto intermedio) debe colocarse el instrumento entre el BN-1 y el punto de liga 1; se observa el estado colocado en el BN-1 y después se coloca este en los puntos intermedios a, b, c, etc. (que serán nuestros cadenamientos o puntos de interés, ver figura no. 22) el último punto (e) nos sirve como punto de liga, lo que implica que este deberá tener dos lecturas, una hecha adelante y otra que liga la posición del aparato atrás. (ver fig. no. 25).

Suburban: San Juan Texcaguitla - Barrio Dobres.
 Observador: Ciro Torres C.
 Asent: Miguel A. Carrillo 13-IV-1999.

Trabajo: Nivelación de Perfil.
 Tramo: San Juan Texcaguitla - Ctra. Victoria.

P. O.	(+)	Σ	(-)	Cotas	Obs.
Bn1	0.701	500.701		500.000	
P1	2.067	501.745	1.033	499.668	
0+000			0.786	500.999	
0+020			2.056	499.679	
0+040	0.397	499.212	2.920	498.315	
0+060			1.157	498.055	
0+080			1.269	497.373	
0+100	0.469	497.147	2.534	496.678	
0+120			0.954	496.193	
0+140			1.671	495.476	
P1			2.264	494.983	0+1492
0+160	0.346	495.028	2.465	494.632	
0+180			1.784	493.844	
0+200			1.775	493.253	
P1	0.824	493.142	2.350	492.275	0+25162
0+240			0.705	492.397	
0+260			1.973	491.129	
0+280	0.028	490.352	2.778	490.124	
0+300			0.876	489.474	
0+320			1.201	488.351	
0+340	0.502	488.217	2.643	487.707	
0+360			1.916	487.201	

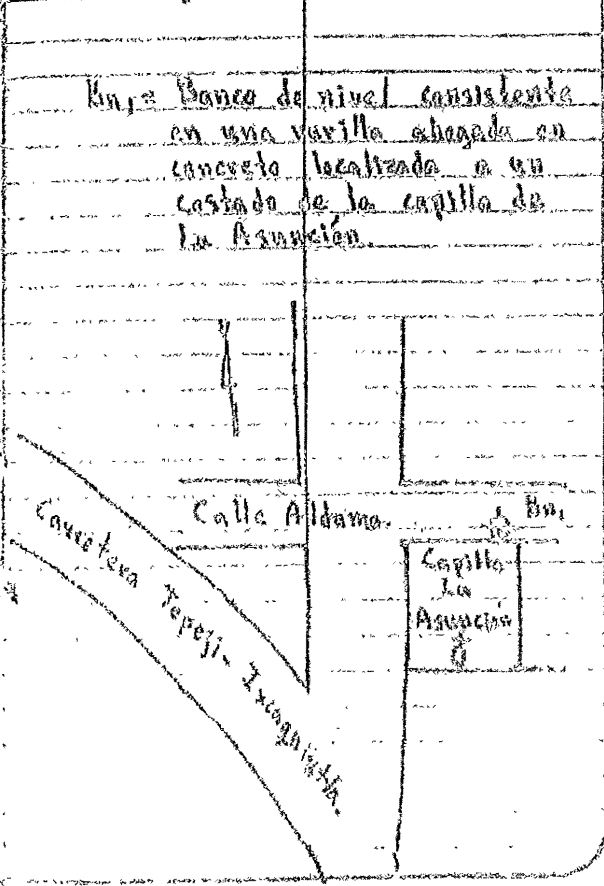


Figura número 25 Registro de nivelación del eje

Como podemos observar en el registro de nivelación en la primer columna se colocarán los nombres de los puntos donde se situará el estadal (puntos observados "p o") en la segunda columna se anotaran las lecturas (+) de los puntos de liga; y en la cuarta las lecturas (-) negativas, es decir las lecturas adelante; en la tercer columna se registran las alturas de aparato (que se obtienen sumando a la cota de este punto la lectura (+) observada). La quinta columna nos sirve para anotar las observaciones de los puntos antes citados, talles como los cadenamientos correspondientes cuando se trate de un PI, un PST, etc.

La comprobación de la nivelación se obtiene mediante la suma de las lecturas (+) de los puntos de liga y restando de esta la suma de las lecturas (-) de los mismos puntos, esta diferencia se le deberá sumar algebraicamente a la cota del banco de nivel de partida para obtener la cota del banco de nivel de llegada ; y la diferencia entre la cota obtenida previamente en la nivelación de los bancos de nivel no deberá ser mayor de 1 cm por cada kilómetro (1cm / km).

III.2 SECCIONES TRANSVERSALES

La sección transversal de un camino en un punto cualquiera de este es un corte vertical normal al alineamiento horizontal. Permite definir la disposición y dimensiones de los puntos que conforman el camino en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

Las secciones transversales se utilizan para obtener la configuración del terreno, y también serán la base para el dibujo de las secciones de construcción y con ello el cálculo de áreas y volúmenes.

Se denomina configuración del terreno o configuración topográfica a la representación de un terreno con todas sus formas y accidentes, tanto en su posición en un plano horizontal como en sus alturas, y se logra simultáneamente mediante las curvas de nivel. Estas curvas se utilizan para representar en planta y elevación al mismo tiempo la forma ó configuración del terreno. Para que sea más objetiva la representación del relieve, el espaciamiento de las curvas debe ser constante. Dependiendo del objeto del trabajo, se pueden espaciar las curvas cada metro, cada medio metro o cada 20 cm.

Para nuestros fines, la configuración topográfica fue excluida por las siguientes razones:

- ❖ La mayor parte del área de trabajo es una zona catalogada como plana.
- ❖ Como ya se ha mencionado, el levantamiento se limitó casi exclusivamente a la terracería ya existente, por lo cual un estudio de pendientes y alternativas de trazo a nivel global donde es imprescindible un plano con curvas de nivel no fue realizado

- ❖ La normatividad en la oficina de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en el Estado de Puebla, no contempla la configuración topográfica como elemento de primer orden en un plano de proyecto geométrico para la zona de Ixcaquixtla.

Las secciones transversales son normales al eje del camino, levantándolas a cada 20m. En algunos casos se necesitan secciones especiales para aquellos puntos importantes como son; ríos, arroyos, cañadas, etc. que nos sirven para cubrir vacíos que a veces quedan sin levantar, de las cuales se hablará a continuación.

SECCIONES ESPECIALES

Como ya se mencionó estas secciones especiales nos sirven para obtener la configuración exacta del arroyo o detalle que sea, trazando una poligonal abierta referida al trazo del camino, por el fondo del arroyo con una longitud aproximada de 300m aguas arriba y 200m aguas abajo, se sigue con la nivelación de esta poligonal y se saca la topografía del cauce tomado también por lo menos tres secciones transversales referidas al cadenamiento de la poligonal, la cual está ligada al trazo del camino en el centro de la línea.

Estas secciones son normales al cauce y se levanta una aguas arriba, otra aguas abajo y otra en el cauce, marcándose en las tres el nivel de aguas máximas de lluvias naturales (N.A.M.) y el nivel de aguas máximas extraordinarias (N.A.M.E.) producidas por aguas torrenciales en los temporales. Otro dato importante a considerar es el de los materiales que forman el lecho del arroyo, si es arena, piedra o vegetación para encontrar el coeficiente de rugosidad.

El personal empleado y equipo utilizado se muestran en la siguiente tabla.

<u>Personal empleado</u>	<u>Equipo y materiales utilizados</u>
<ul style="list-style-type: none"> o 1.Ing. Topógrafo. o 1. Aux. Topógrafo. o 2. Estadaleros. 2. Brecheros. 	<ul style="list-style-type: none"> o 2 Niveles de mano. o 2 cintas de lienzo. o 2.estadales de aluminio de 4 ó 5 m. o 4 machetes.

Metodología

Las secciones transversales pueden hacerse con nivel fijo cuando el ancho de la zona por configurar es demasiado amplia y el terreno es plano, sin fuerte pendiente para no tener que hacer muchos cambios de aparato que hacen más tardada la operación.

Lo más frecuente es que las secciones se obtengan con nivel de mano, especialmente cuando el terreno es accidentado, pues el aparato en este caso es el mismo observador y este puede trasladarse rápidamente de un lugar a otro

La obtención de secciones con nivel de mano para no tener errores fuertes debe limitarse a un alejamiento máximo del eje de 100 m. entonces, como máximo se podrá cubrir por este método una faja de 200 m de ancho.

Debido a que conocemos las elevaciones de cada uno de los puntos intermedios (cađenamientos) cuya cola se determinó previamente en la nivelacion del perfil estos son el punto de partida de donde se levantarán 20 m a

cada lado del eje y en forma perpendicular. La metodología empleada nos sirve para determinar la cota de cada punto donde el terreno varíe repentinamente.

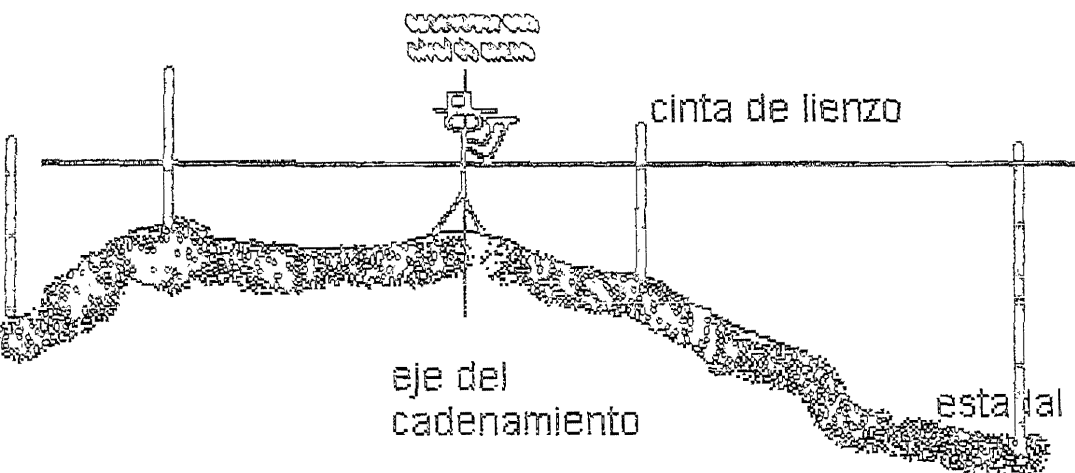
Las secciones transversales en teoría se deben levantar en cada punto intermedio (cadenamiento) pero cuando el terreno era muy plano se levantaron a cada dos o tres cadenamientos para ahorrar tiempo y trabajo, sin embargo se logró levantar una representación satisfactoriamente semejante a la del terreno.

Trabajo de campo

Para levantar una sección transversal el observador después de medir la altura a su ojo se situará con el nivel de mano y el extremo de la cinta sobre el punto de cota conocida; después ordenará al cadenero que le vaya alejando el estadal según la dirección de la sección, y que lo coloquen en los puntos en donde el terreno vaya variando; se mide la distancia comprendida entre el estadal y el observador; y se anota tanto la distancia como la lectura observada en el estadal; lo anterior se hace hasta cubrir la distancia requerida para levantar a ambos lados del eje de trazo. La figura 26 esquematiza la forma como se obtuvieron las secciones en campo

El registro que se utiliza en campo para anotar los datos de las secciones transversales se distribuye de la siguiente forma: en la parte central en forma de quebrado en la posición del numerador se anota el cadenamiento del punto que se está levantando y en el denominador se anota el valor de la cota para éste; En la parte izquierda y derecha del registro se anotan los datos obtenidos para cada lado del eje del camino (tomando en cuenta que el lado del eje nos lo dará el sentido de avance de los cadenamientos); estos datos se anotan igual en forma de quebrado la distancia medida al primer punto donde se colocó el

estadal (posición del numerador), así como la lectura observada en el mismo (denominador). Lo anterior se anota cuantas veces se coloque el estadal para cada lado de la sección.



ESQUEMA DE LEVANTAMIENTO DE SECCIONES TRANSVERSALES

Figura 26

Levantamiento de secciones transversales.

<u>1.50</u>	<u>3.31</u>	<u>3.60</u>	<u>2.49</u>	<u>0+120</u>	<u>2.23</u>	<u>2.82</u>	<u>3.46</u>	<u>5.60</u>
	1.57	1.92	1.61	995.25	1.52	1.68	1.76	1.55
<u>3.84</u>	<u>2.73</u>	<u>3.48</u>	<u>3.24</u>	<u>0+140</u>	<u>4.65</u>			
	1.55	1.75	1.62	994.55	1.49			
<u>= 1.50</u>			<u>5.05</u>					
			1.44					
<u>4.08</u>	<u>3.90</u>	<u>3.60</u>	<u>3.74</u>	<u>0+160</u>	<u>1.92</u>	<u>3.20</u>	<u>3.54</u>	<u>4.12</u>
	1.62	1.85	1.65	993.74	1.38	1.66	1.47	1.45
<u>= 1.52</u>			<u>5.80</u>					
			1.35					
<u>3.80</u>	<u>3.50</u>	<u>3.25</u>	<u>2.40</u>	<u>0+180</u>	<u>1.85</u>	<u>2.35</u>	<u>3.42</u>	
	1.60	1.82	1.51	993.510	1.49	1.65	1.85	
<u>= 1.50</u>			<u>4.30</u>					
			1.40					
<u>3.55</u>	<u>3.37</u>	<u>3.06</u>	<u>2.28</u>	<u>0+200</u>	<u>2.15</u>	<u>2.43</u>	<u>2.78</u>	<u>3.10</u>
	1.64	1.85	1.57	993.28	1.76	1.97	1.99	1.72
<u>= 1.50</u>			<u>4.72</u>		<u>3.43</u>	<u>4.31</u>	<u>5.22</u>	
			1.48		1.23	0.86	0.98	
<u>3.78</u>	<u>3.58</u>	<u>3.12</u>	<u>2.60</u>	<u>0+220</u>	<u>2.19</u>	<u>2.55</u>	<u>3.61</u>	<u>3.82</u>
	1.54	1.71	1.57	992.31	1.50	1.67	1.73	1.53
<u>= 1.48</u>					<u>4.30</u>			
					1.41			
<u>= 1.48</u>	<u>9.00</u>	<u>3.00</u>	<u>0+240</u>	<u>3.00</u>	<u>9.00</u>			
	1.48	1.45	991.86	1.484	1.31			
<u>3.50</u>	<u>3.00</u>	<u>2.18</u>	<u>0+260</u>	<u>2.90</u>	<u>3.88</u>	<u>4.10</u>	<u>5.12</u>	
	1.87	1.82	991.46	1.48	1.65	1.40	1.41	
<u>= 1.50</u>			<u>3.70</u>					
			1.55					

Levantamiento de Secciones Transversales.
 Torno: 5º. T. Juan Teagmilla - Ape. Victoria.
 Sección: Miguel A. Canillo. Anudo: Casio Torresc.
 9 de diciembre de 1949. Equipo: Nivel de mano, cintas y estadal.

Figura 27 Registro de campo de secciones transversales

IV PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DE CAMPO

IV.1 CALCULO DE COORDENADAS

A partir de los datos obtenidos en el levantamiento del eje, como son las distancias de PI a PST o de PI a PI, las deflexiones de sus lados y sus rumbos, se procede a calcular las coordenadas de cada uno de estos puntos.

Las coordenadas de todos los PST's, PI's, PC's, PT's se emplean como apoyo para obtener el control horizontal de los levantamientos y estudios topográficos.

Cuando se lleva a cabo un levantamiento topográfico en una zona determinada pueden ocurrir dos casos:

- Que la zona se ubique dentro o junto a otra donde ya se hayan establecido vértices de apoyo anteriores y deba quedar el nuevo trabajo relacionado con el anterior. En este caso basta tomar entre los puntos de apoyo, uno de los ya establecidos y con coordenadas conocidas, y a partir de él se calculan las coordenadas de los demás.

- Que no haya un sistema de referencia previamente establecido, por lo cual existe la libertad de ubicarlo como mejor convenga, procurando que todo el polígono de apoyo quede en el primer cuadrante para que todas las coordenadas sean positivas

De esta forma, es suficiente que a un punto se le asignen sus coordenadas para que queden fijados los ejes x e y , y a partir de esas coordenadas se calculan las de las demás, sumando o restando las proyecciones de los lados que ligan consecutivamente los vértices. El cálculo

puede ser manual o con el auxilio de una hoja de cálculo electrónica, siendo esta última la más recomendable ya que se ahorra tiempo en el proceso.

La hoja de cálculo (fig. 27) muestra el procedimiento para calcular las coordenadas de los principales elementos que conforman el trazo definitivo.

- En la columna (1) se anota el punto donde se hace la estación.
- Dentro de la columna (2) se registra el punto hacia donde se visa desde la estación.
- En la columna (3) se encuentra la subtangente atrás y ésta es la distancia entre el PC y PI de una curva (calculada previamente en el capítulo de curvas circulares).
- En la columna (4) se encuentra la tangente (tangente libre) que es la distancia entre el punto donde termina (PT) la curva circular anterior y el punto donde inicia la curva circular (PC) de adelante y se calcula así: a la distancia entre dos PI's consecutivos se le resta la suma de las dos subtangentes de ambas curvas.
- En la columna (5) se encuentra la subtangente adelante que es la distancia entre el PI y PT de la curva.
- En la columna (6) se encuentra la distancia entre dos PI's consecutivos y se obtiene directamente en campo.
- En las columnas (7) y (8) se encuentran las deflexiones (izquierda o derecha) en cada PI (para el cálculo de la deflexión ver planilla de compensación de la poligonal capítulo 2.3).

DEFINITIVO

CAMINO

TRAMO:

SUBTRA

1 ESTAC)	11 PX	12 COSENO	13 PY	14		16 VIERTICE
				COORDENADAS		
				X	Y	
PST -0996		0.997479802		20,021.767	19,769.834	PST -1
PST -0996	-9 905	0.997479802	139.258	20,011 862	19,909.092	PC - 1
PC -0996	-1.144	0.997479802	16.087	20,010.717	19,925.180	PI - 1
0+000996	-11.050	0.997479802	155.346	20,010 717	19,925.180	PI - 1
PI - 2232	-2 496	0.987948612	15.934	20,008 221	19,941.113	PT - 1
PT - 2232	-5 435	0.987948612	34.690	20,002.786	19,975.803	PC - 2
PC - 2232	-3 785	0.987948612	24 159	19,999 001	19,999.962	PI - 2
PI - 2232	-11 716	0.987948612	74.783	19,999.001	19,999 962	PI - 2
PI - 2472	0 882	0.999349718	24 438	19,999.883	20,024.400	PT - 2
PT - 2472	15.101	0.999349718	418.540	20,014 984	20,442.940	PC - 3
PC - 2472	0 978	0.999349718	27 099	20,015 962	20,470.039	PI - 3
PI - 2472	16 961	0.999349718	470 077	20,015.962	20,470 039	PI - 3
PI - 3674	-3 494	0.991664917	26 891	20,012 468	20,496.930	PT - 3
PT - 3674	-14.203	0.991664917	109 314	19,998 265	20,606 245	PC - 4
PC - 3674	-5 108	0.991664917	39 316	19,993 157	20,645 560	PI - 4
PI - 3674	-22 805	0.991664917	175 521	19 993 157	20,645 560	PI - 4

◦ En la columna (9) se encuentra el azimut astronómico calculado (AZ.A.C.) (para el cálculo del azimut ver planilla de compensación de la poligonal capítulo 2.3).

◦ En la columna (10) se encuentra el seno del azimut calculado; Por ejemplo para el azimut de la línea PST-1 - PI-1 cuyo valor es $355^{\circ}55'53''$, se extrae directamente la función seno: $Sen (355^{\circ}55'53'') = -0.070950996$.

◦ En la columna (11) se encuentra la proyección calculada para el eje de las X's y obtiene de la siguiente forma: la tangente (subtangente de atrás y de adelante) se multiplica por el seno del azimut.

$$PX = (139.61)(-0.070950996) = -9.905.$$

◦ En la columna (12) se encuentra el coseno del azimut calculado; Por ejemplo para el azimut de la línea PST-1 - PI-1 cuyo valor es $355^{\circ}55'53''$, se extrae directamente la función coseno: $Cos (355^{\circ}55'53'') = 0.997479802$.

◦ En la columna (13) se encuentra la proyección calculada para el eje de las Y's y obtiene de la siguiente forma: la tangente (subtangente de atrás y de adelante) se multiplica por el coseno del azimut.

$$PY = (139.61)(0.997479802) = 139.258.$$

◦ En la columna (14) se encuentra el cálculo de las coordenadas X's y se realiza así: se le suma algebraicamente la proyección del eje de las X's a la coordenada X de partida. Ejemplo:

coordenada X de partida =	20.021.767
Proyección en X =	- 9.905
coordenada X (PC - 1) =	20.011.862

Para el cálculo de las siguientes coordenadas el punto de partida será el último calculado.

- En la columna (15) se encuentra el cálculo de las coordenadas Y's y se realiza así: se le suma algebraicamente la proyección del eje de las Y's a la coordenada Y de partida. Ejemplo:

coordenada Y de partida =	19,769.834
Proyección en Y =	+ 139.258
coordenada Y (PC - 1)=	19,909.092

Para el cálculo de las siguientes coordenadas el punto de partida será el último calculado.

- En la columna (16) se encuentra el número del punto al que pertenecen cada coordenadas.

Una vez obtenidas las coordenadas, se procede elaborar el dibujo, ya sean de la manera tradicional o bien empleando los sistemas de diseño asistido por computadora (cad), los cuales serán tratados en un capítulo posterior. No obstante la diferencia de los sistemas de dibujo, la metodología es similar: primero construir una cuadrícula sobre la cual se dibujan estos puntos independientemente uno de otro, es decir que la línea trazada se va localizando sobre el espacio de dibujo por medio de las coordenadas de cada uno de sus vértices y el posible error en el dibujo de un punto, no se efectúa en los otros. De esto se concluye que el dibujo por coordenadas es el metodo mas conveniente a

utilizar en carreteras porque los errores cometidos en el dibujo se aprecian fácilmente

Si al efectuar el proyecto definitivo sobre la planta del proyecto preliminar, el primer lado del proyecto definitivo sufre modificaciones en su trazo, se debe reorientar astronómicamente dicha línea para obtener su rumbo astronómico y en base a este calcular los rumbos astronómicos calculados de los siguientes lados. Igualmente como se procedió al orientar la línea del trazo preliminar, se debe comprobar la poligonal con una nueva orientación a los 5 Km. del trazo definitivo, revisando de esta manera la poligonal. La cual debe estar dentro de la tolerancia establecida en el trazo definitivo.

Con los rumbos de todos sus lados, las distancias de ellos y las deflexiones, se calculan nuevamente las coordenadas de cada uno de los puntos del trazo definitivo, las cuales, como se mencionó antes sirven de base para dibujar el trazo definitivo sobre la planta que se entregará para su evaluación.

Estas coordenadas definitivas y las orientaciones también deben acompañar al paquete de hojas de registro, para la verificación y comprobación del dibujo

Las hojas de coordenadas definitivas se presentarán en el siguiente capítulo: registros definitivos

IV.II REGISTROS DEFINITIVOS

Los registros definitivos son un resumen concentrado de toda la información recabada en campo. La información recabada directamente en campo se anota en libretas especiales como pueden ser libretas de tránsito o libretas de nivel dependiendo del trabajo a desarrollar. Posteriormente en

gabinete se realizan los cálculos respectivos con los datos de campo para después vaciar estos datos a las hojas de registro definitivo. Los registros definitivos que por lo general se emplean para una proyecto de carretera son: registro de trazo definitivo, registro de nivel, registro de secciones transversales, registro de drenaje, además los concentrados de referencias y de bancos de nivel.

Estas hojas de registro deben acompañar al dibujo del trazo definitivo dado que son parte de él y están sujetas a revisión para la aprobación o modificación del proyecto.

En el presente trabajo, existió una supervisión técnica por parte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Algunas veces existieron discrepancias en cuanto a la forma de obtener los resultados y muy pocas en la metodología empleada, sin embargo siempre se argumentó de la precisión y exactitud de nuestro trabajo puesto que los errores en los trabajos topográficos no se pueden ocultar, sino que son evidentes por sí mismos. De esta forma, los principales obstáculos no eran más que la forma de presentar los resultados y hacer algunas modificaciones en los formatos.

A continuación se presentan los registros definitivos del trazo, los elementos del eje del trazo, el registro de drenaje para los tres primeros vados, el concentrado de registro de drenaje, las referencias del trazo, el registro de la nivelación tanto de los bancos como del eje (perfil), el concentrado de los bancos de nivel y los registros de las secciones transversales del terreno para los primeros 300 m del primer tramo



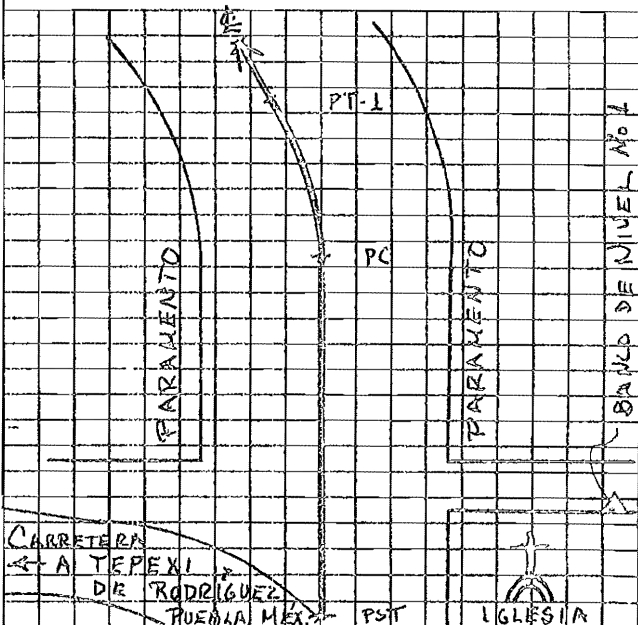
DEPENDENCIA _____

REGISTRO DE TRAZO DEFINITIVO

Hoja No. 1 de _____

OBRA VIAL SAN JUAN Ixcaquixtla - Juan N. Méndez
 TRAMO SAN JUAN Ixcaquixtla - Guadalupe Victoria DE km. 0+000 A km. 0+180
 SUB TRAMO SAN JUAN Ixcaquixtla - Barrio Dolores ORIGEN SN JUAN Ixcaquixtla, Puebla, México.

ESTACIÓN	PUNTOS DE ESTACIÓN		DATOS DE CURVA	RUMBO MAGNÉTICO OBSERVADO	AZIMUTH ASTRONÓMICO CALCULADO	OBSERVACIONES
		DEFLEXIÓN				
0+180						
0+171.896	PT-1	2°25'04"	PI=0+155.738 Δ=4°50'08" / 2A.			
0+160		1°31'45"	Gr=3°00' Rc=381.973m			
0+140		0°01'45"	St=16.128m Lc=32.237m			
0+134.609	PC-1	0°00'00"				
0+120						
0+100						
0+080						
0+060						
0+040						
0+020						
0+000	PST-1					



TANG = 138° 01' 00"

AZMO = 350° 34' 16"

AZAC = 345° 55' 53"

TRAZÓ _____
FECHA _____REVISÓ _____
FECHA _____APROBÓ _____
FECHA: _____

ELEMENTOS DEL EJE DE TRAZO DEFINITIVO

OBRA VIAL: San Juan Ixcaquixtla-Juan N. Ménde HOJA No 1 DE: 3
 RAMO: San Juan Ixcaquixtla-Guadalupe Vict DE Km: 0+000 A Km: 5+000
 SUB-TRAMO San Juan Ixcaquixtla Barrio Dolores ORIGEN: SAN JUAN IXCAQUIXTLA, PUEBLA, MÉXICO

PUNTO	KILOMETRAJE	PUNTO	KILOMETRAJE	PUNTO	KILOMETRAJE
PST 1	0+ 000	PC 3	0+ 674 529	PC 6	1+ 296.113
1	0+ 026 87	34	0+ 680	65	1+ 300
2	0+ 040	35	0+ 700	66	1+ 320
3	0+ 060	36	0+ 720	67	1+ 340
4	0+ 080	PT 3	0+ 728.640	68	1+ 360
5	0+ 100	37	0+ 740	69	1+ 380
6	0+ 120	39	0+ 780	70	1+ 400
PC 1	0+ 139.609	40	0+ 800	71	1+ 420
7	0+ 140	41	0+ 820	72	1+ 440
8	0+ 160	PC 4	0+ 838 875	73	1+ 460
PT 1	0+ 171.846	42	0+ 840	VADO	1+ 481 750
9	0+ 180	43	0+ 860	74	1+ 480
10	0+ 200	44	0+ 880	PT 6	1+ 481.864
PC 2	0+ 206.959	45	0+ 900	75	1+ 500
11	0+ 220	PT 4	0+ 917 883	76	1+ 520
12	0+ 240	46	0+ 920	VADO	1+ 522 00
PT 2	0+ 255 718	47	0+ 940	77	1+ 540
13	0+ 260	VADO	0+ 957.900	78	1+ 560
14	0+ 280	48	0+ 960	79	1+ 580
15	0+ 300	49	0+ 980	80	1+ 600
16	0+ 320	50	1+ 000	81	1+ 620
17	0+ 340	VADO	1+ 015 330	82	1+ 640
18	0+ 360	51	1+ 020	83	1+ 660
19	0+ 380	PC 5	1+ 031 563	84	1+ 680
20	0+ 400	52	1+ 040	85	1+ 700
21	0+ 420	PT 5	1+ 053 658	86	1+ 720
22	0+ 440	53	1+ 060	87	1+ 740
23	0+ 460	54	1+ 080	88	1+ 760
24	0+ 480	55	1+ 100	89	1+ 780
25	0+ 500	56	1+ 120	90	1+ 800
26	0+ 520	57	1+ 140	91	1+ 820
27	0+ 540	58	1+ 160	92	1+ 840
28	0+ 560	59	1+ 180	93	1+ 860
29	0+ 580	60	1+ 200	94	1+ 880
30	0+ 600	61	1+ 220	95	1+ 900
31	0+ 620	62	1+ 240	96	1+ 920
32	0+ 640	63	1+ 260	97	1+ 940
33	0+ 660	64	1+ 280	98	1+ 960

OBSERVACIONES DEL PST 1 = 0+000 00 AL km. 0+026 87, SIN PROYECTO POR EXISTIR
CONCRETO HIDRAULICO

REGISTRO DE DRENAJE

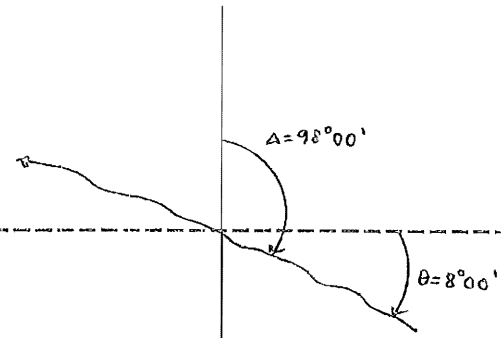
ESTACION	F		-	LECTURAS INTERMEDIAS	ELEVACIONES
2+033.5	1.45	982.10			980.64
20.50			0.01		982.09
30.50			0.01		982.09
40.50			0.18		981.92
50.50			0.63		981.47
60.50			0.94		981.16
70.50			1.30		980.80
80.50					
90.50			1.47		980.63
100.50			1.38		980.72
110.50			1.38		980.72
120.50			1.28		980.82
130.50			1.38		980.72
140.50			1.58		980.52
150.50			1.61		980.49

CAMINO J. IXCAQUITLA - JUAN N. MENDE	NIVELÓ. ING. LUIS CASTRO V
TRAMO <u>SAN JUAN - G. VICTORIA</u>	HORA <u>8:00 A.M.</u>
SUB TRAMO <u>SAN JUAN - B. DOLORES</u>	FECHA <u>NOVIEMBRE 19, 1999</u>
DE Km <u>0+000</u> A Km <u>5+000</u>	TIEMPO _____

Est. 2+653.96 Obra: ESV = 8°00' DERECHA

Cuenca _____	
Suelo _____	
Mat. de Cauce _____	
Mat. de Arrastre _____	
Coef. de esc _____	
Fatiga terreno _____	
Drena <u>IZQUIERDA</u>	

C R O Q U I S



NAME = 0.40 m

TIVO

CAMINO. SAN JUAN
 TRAMO. SAN JUAN
 SUBTRAMO: BARR

ESTACIÓN	F	PX	COSENO	PY	COORDENADAS		VÉRTICE
					X	Y	
PI - 8	P	243	0.999997315	104.851	20,120.316	22,176.001	PT - 8
PT - 8	PC	586	0.999997315	253.054	20,120.902	22,429.055	PC - 9
PC - 9	PI	033	0.999997315	14.269	20,120.935	22,443.324	PI - 10
PI - 8	PI	862	0.999997315	372.174	20,120.935	22,443.324	PI - 10
PI - 9	PT	274	0.996004781	14.212	20,122.209	22,457.536	PT - 9
PT - 9	PC	153	0.996004781	35.166	20,125.362	22,492.702	PC - 10
PC - 10	PI	512	0.996004781	28.019	20,127.874	22,520.721	PI - 10
PI - 10	PI	939	0.996004781	77.397	20,127.874	22,520.721	PI - 10
PI - 10	PT	673	0.979453213	27.553	20,122.201	22,548.274	PT - 10
PT - 10	PC	122	0.979453213	175.433	20,086.079	22,723.707	PC - 11
PC - 11	PI	148	0.979453213	15.291	20,082.931	22,738.998	PI - 12
PI - 10	PI	944	0.979453213	218.277	20,082.931	22,738.998	PI - 11
PI - 11	PT	182	0.963463131	15.042	20,078.749	22,754.039	PT - 11
PT - 11	PC	182	0.963463131	212.888	20,019.567	22,966.927	PC - 12
PC - 12	PI	113	0.963463131	57.960	20,003.454	23,024.887	PI - 12
PI - 11	PI	477	0.963463131	285.889	20,003.454	23,024.887	PI - 12

CONCENTRADO DE BANCOS DE NIVEL

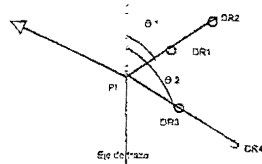
OBRA VIAL	<u>San Juan Ixcaquixtla-Juan N. Méndez</u>		HOJA No. <u>1</u> DE <u>1</u>
TRAMO	<u>San Juan Ixcaquixtla-Guadalupe Victoria</u>	DE Km: <u>0+000</u>	A Km: <u>5+000</u>
SUB-TRAMO	<u>San Juan Ixcaquixtla Barrio Dolores</u>	ORIGEN: <u>SAN JUAN IXCAQUIXTLA, PUEBLA, MÉXICO</u>	

BANCO DE NIVEL No	REFERENCIA	COTA (metros)	Km	DEL EJE DE TRAZO		DISTANCIA (metros)
				IZQUIERDA	DERECHA	
BN 1	MOJONERA DE CONCRETO CON VARILLA 1/2" (AHOGADA)	999.050	0+020.22		DERECHA	31.57 m
BN 2	MOJONERA DE CONCRETO CON VARILLA 1/2" (AHOGADA)	981.430	0+553.88		DERECHA	46.56 m
BN 3	MOJONERA DE CONCRETO CON VARILLA 1/2" (AHOGADA)	973.756	1+088.13	IZQUIERDA		31.16 m
BN 4	MOJONERA DE CONCRETO CON VARILLA 1/2" (AHOGADA)	975.574	1+657.40	IZQUIERDA		25.17 m
BN 5	MOJONERA DE CONCRETO CON VARILLA 1/2" (AHOGADA)	981.219	2+266.99		DERECHA	62.14 m
BN 6	MOJONERA DE CONCRETO CON VARILLA 1/2" (AHOGADA)	982.729	2+933.33	IZQUIERDA		43.00 m
BN 7	VARILLA DE 1/2 ANCLADA EN ROCA	991.232	3+571.02	IZQUIERDA		54.79 m
BN 8	MOJONERA DE CONCRETO CON VARILLA 1/2" (AHOGADA)	1000.712	4+096.05	IZQUIERDA		28.79 m
BN 9	VARILLA DE 3/8" ANCLADA EN ROCA	1001.812	4+0432.97		DERECHA	45.21 m
BN 10	MARCA DE PINTURA EN ROCA	994.548	5+067.52		DERECHA	24.08 m

OBSERVACIONES EL SISTEMA DE REFERENCIA PARA PROPORCIONAR COTAS A LOS BANCOS DE NIVEL;
ES UN SISTEMA ARBITRARIO LOCAL, DEBIDO A QUE EN LA LOCALIDAD NO EXISTEN
BANCOS DE NIVEL REFERIDOS AL NIVEL MEDIO DEL MAR


CARRETERA	SAN JUAN IXCAQUIXTLA-JUAN N MÉNDEZ		
TRAMO	San Juan Ixcaquixtla-Guadalupe Victoria		
DE EST	0+000	A EST	5+000
ORIGEN	San Juan Ixcaquixtla, Puebla México		

Referencias de Trazo



PUNTO REFERENCIADO		Los ángulos θ se miden a la DERECHA desde la prolongación de la tangente de atrás. Las distancias PR son totales.					
SIGLAS	ESTACIÓN	$\theta 1$	PR1	PR2 SOBRE	$\theta 2$	PR 3	PR 4 SOBRE
PST 1	0+000	19°55'	26.56 m	30.66 m varilla	169°02'	26.38 m	34.80 m varilla
PI 1	0+155.74	51°35'	5.87 m	8.05 m varilla	262°37'	6.56 m	5.15 m varilla en muro
PI 2	0+231.41	234°20'	4.11 m	13.6 m varilla	266°00'	20.02 m	68.75 m varilla en terreno
PST=0+500	0+500.00	49°50'	73.49 m	15.23 m estaca	135°37'	11.62 m	7.56 m estaca
PI 3	0+701.65	110°56'	18.24 m	20.09 m varilla	258°30'	12.67 m	16.51 m en varilla
PI 4	0+878.52	59°13'	9.24 m	15.47 m varilla	88°50'	20.42 m	14.06 m en varilla
PI 5	1+042.61	86°27'	9.37 m	6.79 m muro	245°00'	9.39 m	10.76 m clavo p/concreto
PI 6	1+388.99	45°12'	13.33 m	11.05 m varilla	292°48'	8.71 m	10.16 m clavo en poste telefono
PST =	1+800.00	56°51'	20.63 m	5.14 m estaca	148°27'	16.02 m	13.07 m estaca
PI 7	2+065.78	49°28'	11.46 m	10.5 m varilla	301°41'	15.17 m	10.8 m varilla en poste telefono
PI 8	2+309.63	80°15'	23.78 m	13.03 m varilla	318°49'	13.04 m	13.45 m varilla en terreno
PI 9	2+759.35	265°53'	7.28 m	29.1 m varilla	313°49'	9.5 m	13.37 m varilla en terreno
PI 10	2+681.66	148°33'	13.29 m	7.74 m varilla	354°28'	26.62 m	32.26 m marca sobre roca
PI 11	2+981.80	109°15'	5.45 m	9.7 m estaca	324°54'	15.94 m	14.87 m estaca
PI 12	3+278.52	5°30'	11.46 m	15.76 m varilla	80°25'	4.59 m	18.13 m varilla
PI 13	3+539.70	83°03'	23.85 m	15.23 m roca	116°30'	18.39 m	10.4 m varilla
PST =	3+900.00	34°47'	17.68 m	8.88 m estaca	200°40'	20.57 m	6.32 m varilla
PI 14	4+163.97	22°03'	15.21 m	9.59 m varilla	93°44'	7.27 m	14.71 m varilla en roca
PI 15	4+316.89	244°21'	6.79 m	9.01 m estaca	282°09'	6.38 m	6.65 m estaca
PST =	4+400.00	53°54'	15.61 m	7.14 m estaca	95°46'	14.64 m	6.80 m varilla
PST =	4+700.00	41°17'	8.42 m	10.35 m estaca	119°21'	6.71 m	22.22 m estaca
PST =	4+700.00	41°17'	8.42 m	10.35 m estaca	119°21'	6.71 m	22.22 m estaca
PST =	5+000.00	224°04'	8.40 m	5.85 m estaca	312°17'	6.65 m	4.73 m estaca

NIVELACIÓN BN 1 - BN 2

ESTACION	+		-	LECTURAS INTERMEDIAS	ELEVACIONES
BN 1	1 539	1000 589			999 050
0+020				0.589	1000.000
0+020				1 854	998.735
0-040			2.713		997.876
0+040	1 300	999 176			997 876
0+050				2 060	997.116
0+080				2.754	996 422
				3 437	995.739
C+120			3 927		995.249
0+120	1 100	996 349			995 249
0-140				1.813	994.536
0-160				2 608	993 741
0-180			3 451		992.898
C 180	1 000	993 898			992.898
0+200				1.588	992.310
C-220				2 043	991 855
0-240			2.435		991 462

CAMINO: J. IXCALIXTLA-JUAN N. MÉNDEZTRAMO: SAN JUAN-B. DOLORESSUB-TRAMO: SAN JUAN-B. DOLORESDE km: 0+000 A km. 5+000NIVELÓ: ING. M. ÁNGEL CARRILLO R.HORA: 8 00 HORASFECHA: NOVIEMBRE 29, 1999

TIEMPO:

COTA DEL BN 1 = 999 050 m

BN 1 :

MOJONERA DE CONCRETO CON VARILLA

DE 1/2" AHOGADA

ESTÁ A LA DERECHA DEL EJE

A 31.57 m DEL Km = 0+020.220

CONCENTRADO DE REGISTRO DE DRENAJE

OBRA VIAL	San Juan Ixcaquixtla-Juan N. Méndez		HOJA No <u>1</u> DE <u>1</u>
TIRAMO	San Juan Ixcaquixtla-Guadalupe Victoria	DE Km <u>0+000</u>	A Km. <u>5+000</u>
SUB-TRAMO	San Juan Ixcaquixtla Barrio Dolores	ORIGEN: <u>SAN JUAN IXCAQUIXTLA, PUEBLA, MEXICO</u>	

ESTACION CL	OBRA (Esviaje)	DRENA		NAME
		IZQUIERDA	DERECHA	
0-957 90	CRUCE NORMAL	IZQUIERDA		NAME = 1.1 m
1 015 33	CRUCE NORMAL	IZQUIERDA		NAME = 0.8 m
1-461 75	CRUCE NORMAL	IZQUIERDA		NAME = 1.0 m
1-522 00	CRUCE NORMAL	IZQUIERDA		NAME = 0.5 m
2-235 61	CRUCE NORMAL	IZQUIERDA		NAME = 0.4 m
2-653 85	CRUCE NORMAL	IZQUIERDA		NAME = 0.4 m
2-701 70	ESVIAJE 45°00' Der.	IZQUIERDA		NAME = 0.5 m
3 271 80	CRUCE NORMAL	IZQUIERDA		NAME = 0.4 m
3+413 48	ESVIAJE 17°00' Izq	IZQUIERDA		NAME = 1.1 m

OBSERVACIONES EL ESCURRIMIENTO DE LA ESTACIÓN 3+413 48 PUEDE CONSIDERARSE DE CRUCE NORMA
ACORDE A LAS CONDICIONES FÍSICAS DEL LUGAR

LADO IZQUIERDO					CADEN / ELEV			LADO DERECHO				
					Km	m	cm					
Dist	<u>9.00</u>	<u>6.00</u>	<u>1.60</u>	0	000	00	<u>4.20</u>	<u>4.20</u>	<u>5.90</u>			
Desn	-0.54	-0.61	0.11				-0.44	-0.23	-0.23			
Dist	<u>5.70</u>	<u>4.88</u>	<u>0.82</u>	0	020	00	<u>4.20</u>	<u>4.20</u>	<u>5.90</u>			
Desn		0.16	0.04				-0.44	-0.23	-0.23			
Dist	<u>5.70</u>	<u>4.88</u>	<u>0.82</u>	0	026	87	<u>4.20</u>	<u>4.20</u>	<u>5.90</u>			
Desn		0.00	-0.07				-0.09	0.12	0.12			
Dist	<u>6.30</u>	<u>4.16</u>	<u>2.93</u>	0	040	00	<u>2.50</u>	<u>3.10</u>	<u>6.90</u>			
Desn	-0.13	-0.38	-0.13				-0.04	-0.18	0.18			
Dist	<u>5.45</u>	<u>3.88</u>	<u>2.70</u>	0	060	00	<u>6.530</u>					
Desn	0.00	-0.36	-0.11				-0.16					
Dist	<u>5.34</u>	<u>3.55</u>	<u>2.70</u>	0	080	00	<u>6.10</u>					
Desn	-0.01	-0.18	0.00				0.15					
Dist		<u>5.37</u>	<u>2.52</u>	0	100	00	<u>3.10</u>	<u>6.18</u>				
Desn		0.16	-0.08				-0.02	0.10				
Dist	<u>5.62</u>	<u>3.60</u>	<u>2.43</u>	0	120	00	<u>2.27</u>	<u>2.03</u>	<u>3.43</u>	<u>5.60</u>		
Desn		-0.25	-0.46	-0.11			-0.06	-0.18	-0.26	-0.05		
Dist	<u>6.05</u>	<u>3.86</u>	<u>3.73</u>	<u>3.48</u>	<u>3.24</u>	0	<u>139</u>	<u>61</u>	<u>4.65</u>			
Desn	0.06	-0.05	-0.25	-0.25	-0.13				0.00			
Dist	<u>6.05</u>	<u>3.86</u>	<u>3.73</u>	<u>3.48</u>	<u>3.24</u>	0	140	00	<u>4.65</u>			
Desn	0.06	-0.05	-0.25	-0.25	-0.13				0.01			
Dist	<u>5.62</u>	<u>3.90</u>	<u>3.72</u>	<u>3.42</u>	<u>2.96</u>	0	160	00	<u>2.16</u>	<u>3.39</u>	<u>3.73</u>	<u>4.31</u>
Desn	0.17	-0.11	0.33	-0.33	-0.10				0.19	-0.14	0.04	-0.03
Dist	<u>5.82</u>	<u>4.10</u>	<u>3.85</u>	<u>3.58</u>	<u>3.15</u>	0	171	85	<u>1.95</u>	<u>3.18</u>	<u>3.55</u>	<u>4.15</u>
Desn	0.16	-0.11	-0.34	-0.34	-0.11				0.19	-0.15	0.04	-0.03
Dist	<u>4.70</u>	<u>3.80</u>	<u>3.50</u>	<u>3.25</u>	<u>2.40</u>	0	180	00	<u>1.85</u>	<u>2.75</u>	<u>3.47</u>	
Desn	0.09	-0.11	-0.33	-0.32	-0.01				0.00	-0.16	0.04	

VI. DIBUJO DE LA PLANTA Y DEL PERFIL

El dibujo nace de una necesidad de comunicación más exacta, más completa o más representativa. El dibujo es una representación gráfica de alguna idea, es muy útil para la comprensión de un asunto o para mejorar la comunicación; siendo indispensable para el ingeniero en sus tareas de diseño, organización y planeación.

En la ingeniería topográfica el dibujo es la manera trascendental en la que el topógrafo informa del resultado de un trabajo o de las características de un proyecto y contiene toda la información necesaria para su correcta interpretación.

En el proyecto de carreteras el dibujo es la parte medular, pues en él se refleja el resultado del trabajo de campo y gabinete realizado, y es por ello que su calidad, fidelidad y presentación influyen en la buena presentación e interpretación de un trabajo.

En el dibujo del proyecto San Juan Ixcaquixtla-Juan N. Méndez, utilizamos el paquete AUTOCAD, dado que comparado con el dibujo tradicional, las ventajas que favorecen al primero son numerosas

En la actualidad vemos que todas las disciplinas de la ingeniería, han cambiado el dibujo tradicional por el dibujo asistido por computadora y su importancia va en aumento. Es por ello que hablaremos un poco sobre los orígenes de estos sistemas de dibujo, sus ventajas sobre las técnicas tradicionales y sus aplicaciones específicas en cuanto a la topografía y proyecto de caminos se refiere

El hombre, en su intensa búsqueda por superarse se ha desarrollado cada día en sus actividades y el dibujo no ha sido la excepción. Con el avance

tecnológico y la comercialización de las computadoras que hemos tenido en las últimas décadas (70's, 80's y 90's) ha permitido que muchos profesionistas en la actualidad estén dibujando por computadora. El dibujo tradicional se está substituyendo por el dibujo por computadora (CAD) de una forma radical y su manipulación se ha convertido en una necesidad.

Transición de dibujo tradicional a CAD

El cambio del dibujo tradicional al dibujo asistido por computadora implica un cambio de técnica en la elaboración de dibujos. Antes existían los ejercicios de líneas a mano alzada o utilizando escuadras para dar soltura a las manos y volverlas más diestras, también se trabajaba con la precisión y la velocidad de los dibujantes haciéndolos practicar mucho. Cuando se entintaba el plano, el peligro latente era el uso inadecuado de los instrumentos de tinta o de la equivocación, obteniendo como consecuencias desde el borrado de una línea mal elaborada hasta tener que repetir todo el trabajo en el peor de los casos.

El trazado de líneas precisas y la presentación del dibujo final es posible con CAD. ; es más sencillo, rápido y poderoso, aunque la desventaja es aprender la nueva técnica para dibujar. Para lograr un mejor dominio de dicha técnica se necesita de lo siguiente:

- Tener conocimientos básicos sobre la computadora, sus periféricos y el sistema operativo.
- Ser planeador (tener un plan de trabajo para su dibujo), ser ordenado y lógico
- Tener nociones del idioma inglés; CAD se comunica con el usuario en este idioma, por lo tanto, entre mejor se domine este lenguaje. se manejara mas apropiadamente el paquete

Por último, el paquete es un reflejo de nuestro trabajo, si le damos instrucciones o datos correctos, la elaboración del dibujo será la adecuada, en caso contrario, el dibujo tendrá deficiencias

Otro cambio importante con la transición del dibujo a instrumentos al dibujo asistido por computadora es el argumento de la interactividad. La interactividad consiste en un tipo de comunicación que el usuario establece con la computadora usando como canal de comunicación al monitor; es decir el hombre antes plasmaba ideas sobre un papel en un escritorio usando como herramientas básicas escuadras, escalímetro, compas, lapicero e instrumentos para entintar. El desarrollo de la tarea de dibujo dependía tan solo de la actividad del profesionalista.

Ahora el profesionalista va a plasmar sus ideas sobre una computadora y para realizarlas debe seguir un ciclo de 3 pasos (entrada, proceso y salida), empleando al monitor como intermediario para comunicarse con el cerebro de la computadora (el CPU).

ENTRADA. A través del teclado o mouse se proporcionan las ordenes y los datos de entrada necesarios para el funcionamiento de la computadora.

PROCESO. La pantalla es el dispositivo que le permitirá verificar la entrada de la información, esta se enviará al CPU para que lleve a cabo un procedimiento

SALIDA. Acto seguido, el CPU retornará una respuesta en función de la entrada de los datos. Esta salida de datos también es observada en el monitor y el ciclo se repetirá nuevamente.

Como se podrá ver, esta situación es diferente a la clásica posición de actividad solo de la parte humana, es decir la computadora enviara una respuesta o preguntará de acuerdo a lo que requiera el proceso. Entonces la

interactividad es una especie de diálogo inteligente que entabla el usuario con la computadora,

Inicios del CAD

Las computadoras fueron desarrolladas en los años cuarentas y adquieren sus características más plenas con la aparición de la programación a fines de esta década; con esto se empieza a formar el contexto en el que se ha de estudiar el Diseño Asistido por Computadora

Autocad desde sus inicios se convirtió en el líder mundial de los sistemas CAD y en torno a él se desarrollaron todos los estándares de graficación, así como una gran variedad de productos de aplicación en diversas áreas, convirtiéndose hasta la fecha en el más popular de todos ellos.

Ventajas

Aparte de las mencionadas anteriormente, existen otras ventajas sobresalientes del CAD sobre el dibujo tradicional:

Velocidad. La producción de dibujos es más rápida, así como la corrección de errores o la modificación de un plano. La generación de elementos repetitivos es más sencilla, pues partiendo de uno, se generarán los otros.

Base de datos. Toda la información gráfica (entidades o elementos que constituyen al dibujo), forman parte de una base de datos matemática a la cual se puede acceder, es decir, la base de datos almacena todas las entidades que forman un dibujo y su posición por medio de coordenadas cartesianas

Presentación. La limpieza en el dibujo final es mejorada notablemente. En este caso no depende de la forma de trabajar de cada persona, sino que esta actividad queda a cargo de los trazadores del gráfico. En cuanto a la calidad del dibujo, estará en función directa del tipo de periféricos que se empleen para su

impresión o ploteo, teniendo la opción de manejar una amplia gamma de colores, tipos de línea, de letras, tipos de papel, así como manipular la escala de presentación.

Todas las anteriores características positivas de CAD implican una mejora productiva y económica, logrando con esto una mejor competitividad nivel empresarial.

Dibujo de la planta

En el caso del presente trabajo, el plano planta se elaboró haciendo uso del AUTOCAD. Para la elaboración del plano de planta en general se siguieron estos puntos:

- Se capturaron las coordenadas de los Pí's, las que se unieron con líneas rectas que nos definen las tangentes.
- Se capturaron las coordenadas de los PC's y PT's que nos limitarán el inicio y término de una curva.
- Se introducen las coordenadas de los detalles como son: cruces de carreteras, construcciones, vados con sus respectivos esvajes, líneas de energía eléctrica, postes de teléfonos, postes de telégrafos, pasos a desnivel, alcantarillas, puentes, paramentos, brocales, etc.
- Una vez dibujado el eje de trazo se tiene que cadenear a cada 100 m. con líneas un poco más grandes que las empleadas para cada 20 m.
- Se dibuja la cuadrícula de coordenadas (caneva), a cada 200 m
- Se trazan las curvas horizontales en función del radio de curvatura y de las dos tangentes y se coloca el texto con todos sus datos.

- Se colocan los textos de nombres de ríos, arroyos, calles, etc. Así como los textos del cuadro de construcción y de los datos generales del plano.
- Los planos de dos tramos consecutivos se deberán traslapar 200 m. con fines de hacer la liga entre ellos.
- La calidad de línea (ancho de línea) se define a la hora de la impresión del plano y esta en función del color empleado para cada elemento del dibujo.
- El color de los elementos descritos es negro y el eje del trazo está delimitando por el derecho de vía (20 m. a cada lado del eje). Y por último
- Se imprime en papel plástico o albanene a escala 1:2000.

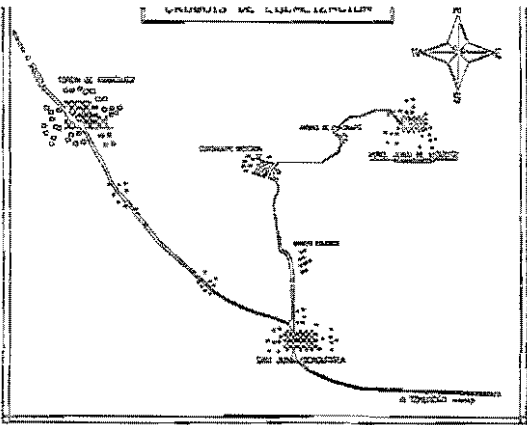
Dibujo del perfil

En todos los levantamientos de caminos, carreteras, vías férreas y otros de carácter lineal, además de realizar el plano de planta se deberá graficar el perfil del eje que seguirá desarrollo del camino, dado que éste es la proyección vertical de la línea de intersección de un plano vertical con la superficie del terreno. Este perfil se toma generalmente en las líneas centrales de caminos y carreteras (eje de trazo).

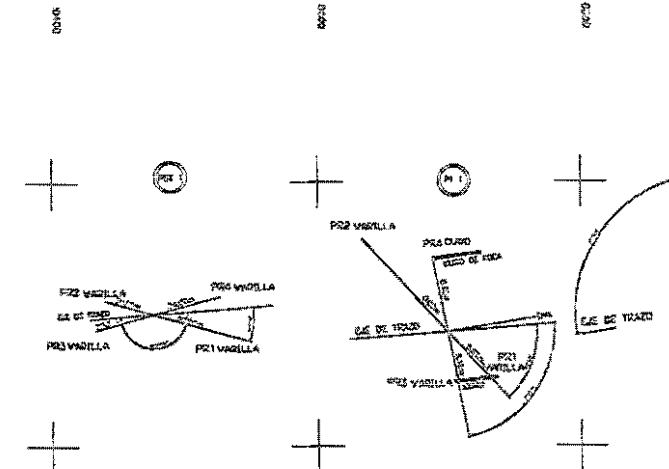
Al graficar el perfil se acostumbra usar una escala vertical exagerada con el fin de mostrar claramente los cambios de elevación. Como los datos para calcular espesores (diferencia de cotas entre un punto entre el terreno y la subrasante) y volúmenes, se obtienen gráficamente de este dibujo, para poder tener mayor aproximación en éstas medidas, se exageran los desniveles dibujando en la escala vertical de cotas a una escala que sea cinco ó diez veces menor que la horizontal. Por ejemplo

1:2000 escala horizontal	1:500 escala horizontal
1:200 escala vertical	1:100 escala vertical

En el presente trabajo los planos se elaboraron con las escalas 1:2000 y 1:200 para los planos de planta y del perfil respectivamente. Correspondientes al primer tramo del proyecto, el cual esta comprendido entre los cadenamientos 0+000 al 5+000.



CUADRO DE CONSTRUCCION					
LABES	DISTANCIAS (m/linea)	NUMEROS AGROALOCACIONES	COORDENADAS		VERTICE
			X	Y	
P511-P11	158.730	358 30 05	20,091.707	19,788.034	P511
P11-P2	78.029	331 09 45	20,310.112	19,823.160	P11
P2-P3	476.333	2 03 30	19,208.001	19,899.333	P2
P3-P6	175.250	332 30 50	20,016.532	20,470.040	P3
P6-P8	164.375	4 25 54	19,983.157	20,643.341	P6
P8-P3	346.333	8 29 30	20,666.296	20,620.440	P8
P3-P7	076.010	4 20 11	20,646.640	21,153.430	P3
P7-P2	243.254	3 22 16	20,097.243	21,063.352	P7
P8-P9	372.175	0 07 53	20,120.071	22,071.140	P8
P9-P10	77.707	5 07 24	20,120.633	22,443.330	P9
P10-P11	222.255	348 21 58	20,127.674	22,502.717	P10
P11-P12	203.731	344 27 51	20,032.900	22,755.954	P11
P12-P13	204.304	312 13 12	20,003.451	23,024.233	P12
P13-P14	023.232	350 27 40	19,627.776	23,202.654	P13
P14-P15	153.333	335 20 40	19,763.520	23,022.750	P14
P15-P22	633.100	330 44 28	19,633.031	23,033.142	P15
			19,330.044	24,004.950	P22



SECRETARÍA DE COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES
S.C.T. PUEBLA, MÉXICO.

P L A N T A

CARRETERA: SAN JUAN IXCACUITLA - JUAN N. MENDEZ
 TRAMO: SAN JUAN IXCACUITLA - GUADALUPE V
 SUB-TRAMO: SAN JUAN IXCACUITLA - BARRIO DOLORES
 DE ESTACION: 0+000 AL 5+000
 ORIGEN: SAN JUAN IXCACUITLA PUEBLA MÉXICO.

DEPARTAMENTO DE PROYECTO GEOMÉTRICO

ING. JESÚS RAMIRO DÍAZ
DIRECTOR TÉCNICO

ING. JUAN MANUEL RAMÍREZ SÁNCHEZ
JEFE DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

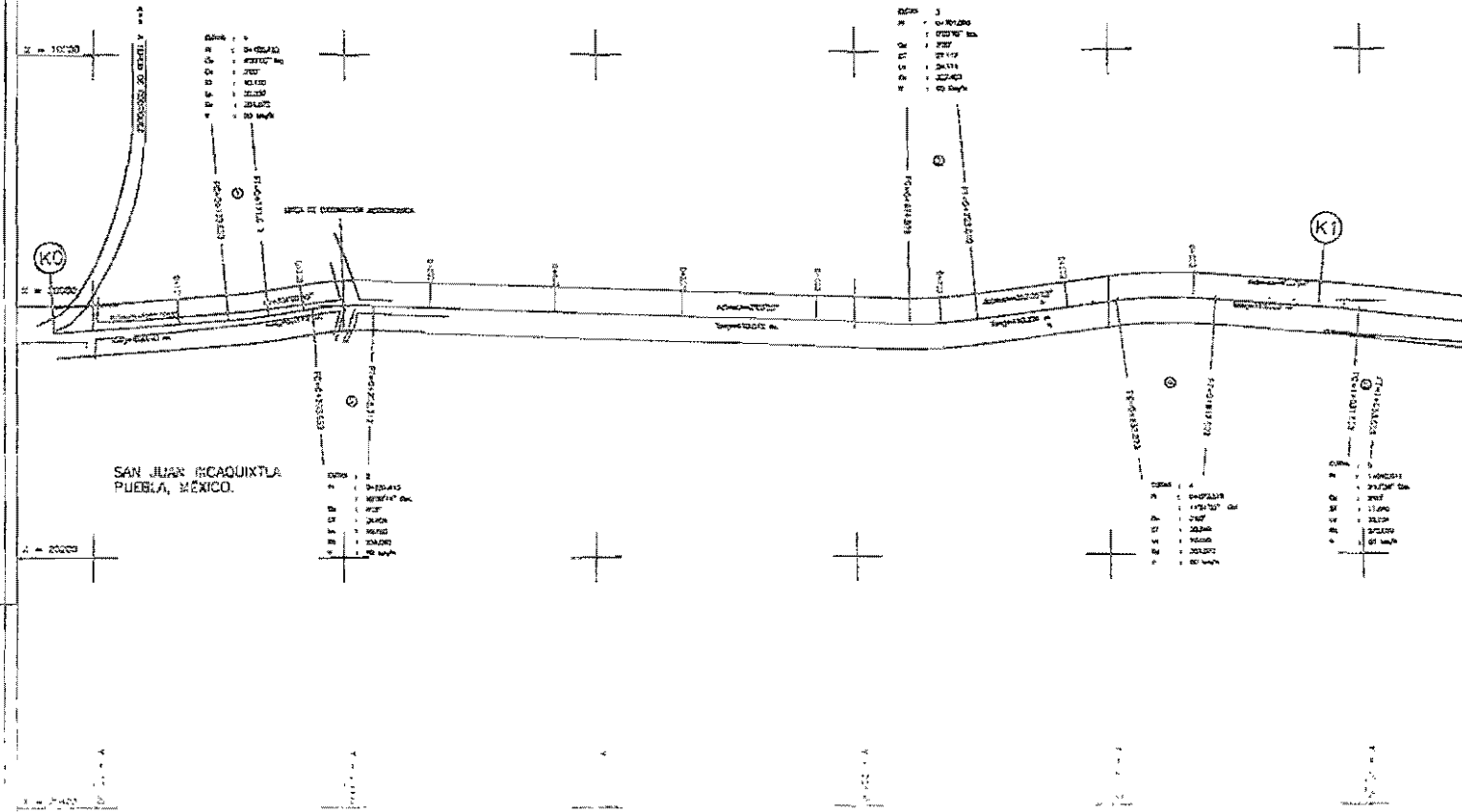
ING. J. HUMBERTO CORTÉS L.
JEFE DEL DEPTO DE CONSTRUCCION

PUEBLA, MÉXICO DICIEMBRE DE 1999

PLANO 1/4 DEL Km 0+000 AL Km 5+000

ESCALA NUMÉRICA 1:2000

ESCALA GRÁFICA 1:2000



CONCLUSIONES

En la presente tesis se han descrito los trabajos de carácter topográfico empleados en el proyecto la carretera San Juan Ixcaquixtla-Juan N. Méndez, tanto en su aspecto teórico como práctico; de lo cual se concluye que las etapas que conforman los levantamientos topográficos deben ser actividades secuenciales y sistemáticas para llevarlas a cabo de una forma ordenada, lógica y exitosa

De esta manera hemos visto como la fase inicial está constituida por el reconocimiento, en la cual se vislumbran las condiciones del terreno, los obstáculos y dificultades con el fin de planear las actividades siguientes; el establecimiento de los puntos de referencia como los PI's y los bancos de nivel, la metodología en campo de las observaciones astronómicas y su cálculo, los métodos de levantamiento tanto del eje como los detalles, el equipo utilizado y los resultados obtenidos; la descripción de las nivelaciones de bancos, de perfil y las secciones transversales así como procedimientos de campo e instrumentos empleados

El objetivo inmediato del presente trabajo se llevó a cabo exitosamente puesto que el resultado final está constituido tanto por los planos de la planta y del perfil y los registros definitivos fueron presentados para su revisión y aprobación en los tiempos y circunstancias acordadas desde su inicio

En el mes de Agosto del año 2000, el proyecto fue sometido a la revisión técnica necesaria para su aprobación, la cual es realizada por las autoridades de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Estado de Puebla. Después de algunas aclaraciones y correcciones en cuanto al formato y presentación de

los planos, el proyecto fue aprobado y actualmente se encuentra en la fase de la licitación para su posterior ejecución.

Como es sabido, un proyecto geométrico de carretera necesita de la colaboración de profesionales de distintas ramas de la Ingeniería; tales como ingenieros topógrafos, civiles y geólogos con tal de que la geometría de proyecto, los sistemas de drenaje y las especificaciones constructivas cumplan con las

Es por ello que el ingeniero topógrafo relacionado con el proyecto debe tener algún conocimiento básico de las disciplinas antes mencionadas para poder interpretar de forma adecuada los requerimientos así como información proporcionada por dichos especialistas

El uso de taquímetros electrónicos y el auxilio de las computadoras y sus programas de cálculo y dibujo hacen más óptimo las fases del levantamiento, cálculo y dibujo de un trabajo topográfico, entendiéndose este concepto como la vía más fácil, rápida y económica de llevar a cabo un objetivo, siendo así mismo estas características las premisas fundamentales de las actividades ingenieriles

La parte que la topografía tiene en cada uno de los puntos que constituyen la localización y proyección de un camino es de tanta importancia que se pueden considerar estos trabajos como topográficos en más del 60 %. La aplicación de la topografía es indispensable.

Si efectuáramos una encuesta entre las personas que utilizan los servicios de la topografía, esta nos demostraría que la mayoría le restan importancia y solo se dan cuenta de ella cuando aparecen los grandes errores y provocan conflictos que por lo general terminan en grandes erogaciones de dinero y desperdicio profesional.

La práctica de la topografía exige una buena preparación y sacrificio, no es fácil el trabajo de campo, a través del cual debemos de levantar datos para proyectos futuros o plasmar estos en el terreno mediante el trazo, tarea que debe llevarse a cabo sin importar si hace calor, frío, llueve o el terreno es inaccesible.

Esta situación provoca que aquellos que más se preparan, son los que menos desean ir al campo y ceden el lugar a los que aceptan y cumplen estas labores sin tener en ocasiones la adecuada preparación, lo que nos obliga a ser organizados y muy cuidadosos en el personal.

El topógrafo capacitado y responsable es aquel que antes de iniciar un trabajo de campo verifica la totalidad de su equipo e instrumentos, pues un tripié mal ajustado, flojo, o un instrumento desajustado nos producirá un levantamiento de datos muy deficiente, aún cuando hayamos empleado el cuidado más refinado; es importante también vigilar el buen desempeño del personal que nos acompañará en estas tareas; pues deberá tener un entrenamiento y experiencia adecuado.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- HIGASHIDA Miyabara Sabro .- Topografía General. Ed. El Autor, México:1971
- ALCANTARA, Garcia Dante Topografía. 2ª. Edición. Edit. Mc. Graw-Hill .México: 1990.
- JOHNSON, Nelson. AUTOCAD: Manual de Referencia. 4ª Edición. Edit. Mc. Graw-Hill. México: 1998.
- MANUAL DE PROYECTO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS. 4ª reimpresión. Secretaria de Comunicaciones y Transportes. México: 1998.
- NORMAS DE SERVICIOS TECNICOS. 2ª reimpresión. Secretaria de Comunicaciones y Transportes. México: 1984.
- RICO Barrera Jerónimo. Compendio para el proyecto geométrico de carreteras. Tesis licenciatura (Ingeniero Civil) UNAM, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón. México: el Autor, 1991.