



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

4  
2 EJ

FACULTAD DE INGENIERIA

" LEVANTAMIENTO GEODESICO TOPOGRAFICO  
DEL EJIDO POPOTLAN EDO. DE MORELOS, A  
TRAVES DEL PROCEDE ( INEGI ) UTILIZANDO  
ESTACION TOTAL "

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA**

**P R E S E N T A I**

**MARIO LARA LOPEZ**



MEXICO, D. F.

1995

FALLA DE ORIGEN

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



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  
60-1-178/93

Señor  
**MARIO LARA LOPEZ**  
Presente.

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

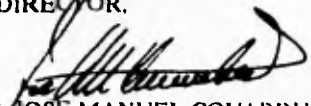
**"LEVANTAMIENTO GEODESICO TOPOGRAFICO DEL EJIDO POPOTLANEDO DE MORELOS, A TRAVES DEL PROCEDE (INEGI) UTILIZANDO ESTACION TOTAL"**

- I . INTRODUCCION
- II . DESCRIPCION Y MANEJO DEL EQUIPO TOPOGRAFICO
- III. PROCEDIMIENTO OPERATIVO PARA EL LEVANTAMIENTO GEODESICO TOPOGRAFICO DEL EJIDO
- IV. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION DE CAMPO A TRAVES DEL PAQUETE SDR/MAP
- V . RESULTADOS Y CONCLUSIONES

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

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

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, a 15 de noviembre de 1993.  
EL DIRECTOR.

  
ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS  
JMCS/RCR\*111

A LA MEMORIA DE MI PADRE :

**MALQUIAS LARA SOLIS**

A MI MADRE :

**ROSA LÓPEZ VDA. DE LARA**

A MI ESPOSA E HIJOS :

*Rosa Ayala Orejel*

*Alberto Lara Ayala*

*Karina Lara Ayala*

*Nadia Lara Ayala*

A MIS HERMANOS Y FAMILIARES

**A todos ellos les dedico este trabajo con  
mucho cariño.**

A :

*Ing. Ubertino González González*

Por su valiosa ayuda en la dirección de esta tesis.

A :

Todos mis profesores  
por los conocimientos adquiridos durante mi  
formación profesional.

A :

mis compañeros y amigos  
con estimación y agradecimiento  
En especial al Ing *García Nicolás Jaime*, al Ing  
*Enrique Hernández Hdz.* y al Ing *Miguel Darío  
Sánchez Martínez* por su ayuda en la consecución  
de esta tesis.

**INDICE GENERAL**

	Pag.
Introducción	
1.1. La Nueva Ley Agraria . . . . .	1
1.2. Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos (PROCEDE) . . . . .	2
1.3. Ubicación del Ejido Popotlán . . . . .	6
Descripción y Manejo del Equipo Topográfico, Estación Total (SOKKIA MOD SET 2B II)	
2.1. Características Generales . . . . .	10
2.2. Funciones del Teclado . . . . .	13
2.3. Comprobaciones y Ajustes para el manejo de la Estación Total (E.T.) . . . . .	16
2.3.1. Nivel Tubular . . . . .	17
2.3.2. Nivel Esferico . . . . .	18
2.3.3. Ajustes del Retículo . . . . .	18
2.3.4. Coincidencia del eje de medición de distancias con el retículo . . . . .	21
2.3.5. Plomada Optica . . . . .	22
2.4. Uso y Manejo de la Libreta Electronica . . . . .	22
2.5. Funciones del Teclado . . . . .	25
2.6. Teclas Programables . . . . .	28
Procedimiento Operativo para el Levantamiento Geodesico Topográfico del Ejido	
3.1. Reconocimiento . . . . .	30
3.2. Marcaje de Tierras Ejidales . . . . .	32
3.2.1. Elaboración de Croquis . . . . .	34
3.3. Aplicación de Cédulas de Información . . . . .	36
3.3.1. Criterios de Aplicación . . . . .	41
3.4. Métodos de Levantamiento . . . . .	44
3.4.1. Precisión de los Levantamientos . . . . .	45
3.4.2. Procedimientos de Medición del Ejido Popotlán . . . . .	45
3.4.2.1. Poligonación y Alternativas de medición . . . . .	48

---

<b>Procesamiento de la Información de Campo a través del Paquete SDR-MAP</b>	
4.1. Introducción . . . . .	55
4.2. Instalación del Paquete . . . . .	56
4.3. Creación de Trabajos . . . . .	58
4.4. Recepción de Datos . . . . .	61
4.5. Unión de Puntos en la Base de Datos . . . . .	64
4.6. Ajuste de Poligonales . . . . .	68
<b>Resultados y Conclusiones</b>	
5.1. Características Generales de los Productos Cartográficos Impresos . . . . .	79
5.2. Escala de los Planos . . . . .	83
5.3. Contenido de los Planos . . . . .	83
5.4. Integración del Expediente final . . . . .	87
Conclusiones . . . . .	89
Apendice . . . . .	91
Bibliografía . . . . .	108

---

## CAPITULO 1

### INTRODUCCION

#### 1.1. La Nueva Ley Agraria.

Antecedentes. El 7 de febrero de 1992. La apertura del período extraordinario de sesiones del Congreso de la Unión contempló como una de sus primeras tareas la revisión de la propuesta sobre una nueva Ley Agraria.

En relación a dicho período extraordinario, el Presidente recibió en la residencia oficial de los Pinos a una Comisión de diputados y senadores, quienes le comunicaron el inició formal de los trabajos de esta etapa. Sobre la iniciativa de la Ley Agraria, el Jefe del Ejecutivo precisó a los legisladores que se buscaba responder al reclamo hecho por los campesinos, de contar con un marco legal sencillo y accesible.

El 20 de febrero de 1992. La Cámara de Diputados aprobó en el plano general la Ley Agraria, reglamentaria del artículo 27 constitucional con 388 votos a favor (PRI, PAN, PARM y PFCRN) y 45 votos en contra (PRD, PPS).

Ese mismo día se discutió la propuesta en lo particular, presentándose, en conjunto, alrededor de 250 propuestas de modificación al dictamen elaborado por las comisiones de Agricultura y Reforma Agraria.

El día 23 de febrero de 1992 se firmó en la ciudad de México, el decreto de la Ley Agraria por parte de la mesa directiva del Congreso.

Asimismo, suscribieron el decreto, de acuerdo a las disposiciones constitucionales, el Presidente de la República y el Secretario de Gobernación.

Posteriormente, el día 26 de febrero de ese mismo año, se publicó en el Diario Oficial de la



Federación el Decreto de la Ley Agraria, reglamentaria del artículo 27 constitucional en materia agraria y de observancia general en toda la república, de acuerdo a su primer artículo. Un día después de su publicación entró en vigor la Ley Agraria, reglamentaria del artículo 27 constitucional, con la que se derogaron: la Ley Federal de Reforma Agraria; la Ley General de Crédito Rural; la Ley de Terrenos Baldíos Nacionales y Demasías, y la Ley del Seguro Agropecuario y de Vida Campesino, así como todas las disposiciones que se opongan a las previstas a la nueva ley.

En términos generales, la Ley Agraria estableció las pautas normativas que regirán:

1. La propiedad de las tierras dedicadas a las actividades agrícolas, pecuarias y forestales de nuestro país.
2. La vida al interior de los núcleos de población ejidales y comunales.
3. Las formas de relación y de asociación de los productores rurales.
4. Las instituciones gubernamentales que tendrán relación con el agro y la manera de impartir justicia agraria.

La nueva Ley Agraria está conformada por 200 artículos, los cuales se encuentran distribuidos en diez títulos. Los títulos, tercero y décimo, se dividen a su vez en capítulos.

El título tercero, además de dividirse en capítulos presenta otra subdivisión en secciones.

Finalmente, se presentan ocho artículos transitorios que vienen a complementar la nueva ley.

Para ver con mayor claridad lo antes mencionado se presenta el siguiente diagrama. Fig. 1.1A.

## **1.2. Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos (PROCEDE).**

De las nuevas disposiciones al artículo 27 de nuestra constitución destacan, el reconocimiento constitucional del ejido y la comunidad agraria, así como la libertad de decisión que ahora tienen los ejidatarios sobre el futuro de sus tierras.

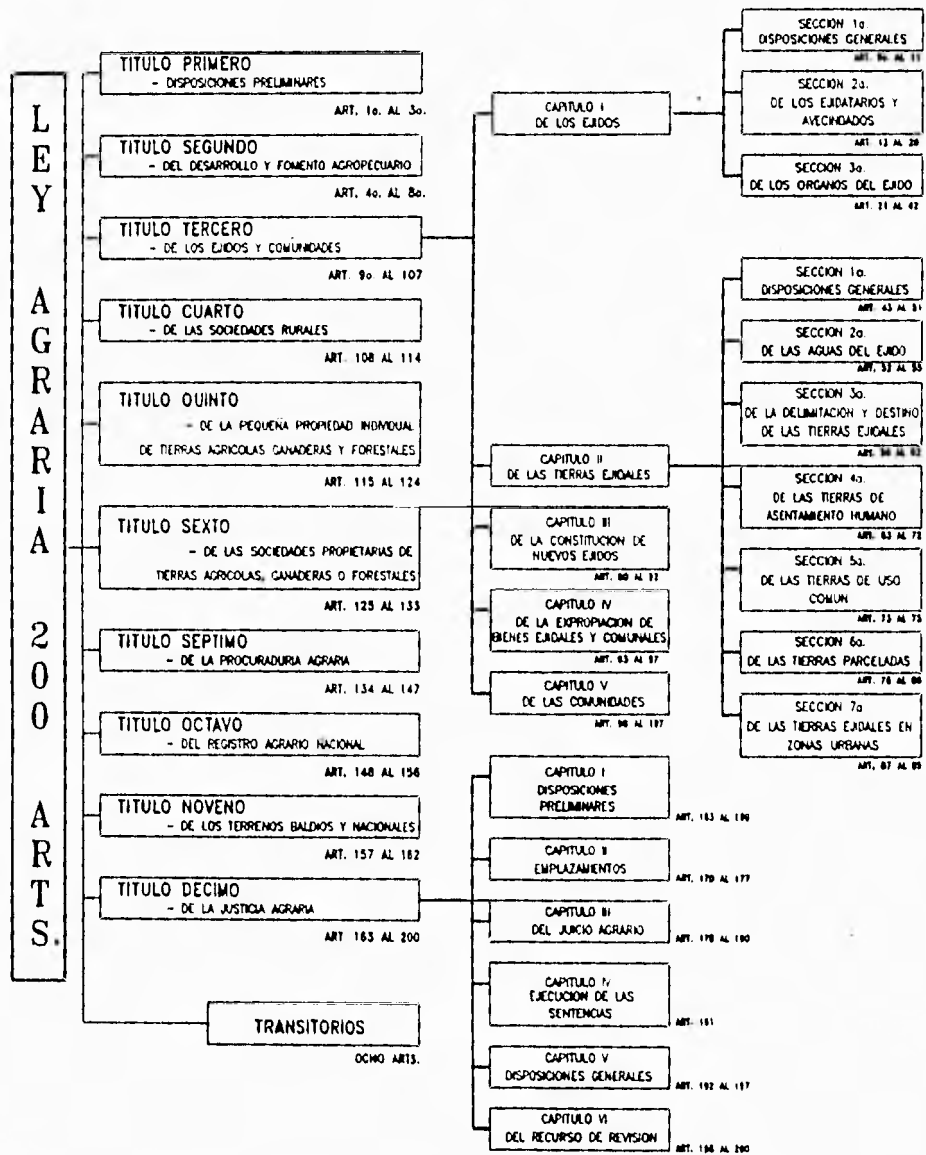


Fig. 1.1A. La Nueva Ley Agraria.

El nuevo marco legal agrario hace necesario un amplio conjunto de actividades para dar operatividad a las disposiciones que contiene. Algunas de estas actividades se enmarcan dentro del Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos, cuyo objetivo es la entrega de los certificados parcelarios y/o los certificados de los derechos sobre las tierras de uso común, según sea el caso, así como los títulos de propiedad de los solares, en favor de todos y cada uno de los individuos que integran los ejidos del país que así lo soliciten.

La realización del Programa de Certificación de Derechos Ejidales y titulación de Solares Urbanos demanda la conjunción de los esfuerzos de varias dependencias e instituciones públicas, en unos casos por mandato de ley, y en otros, por necesidades técnicas.

En el país existen más de 29 mil ejidos y comunidades agrarias que a su vez agrupan a 3.5 millones de ejidatarios y comuneros, los cuales cuentan con aproximadamente 4.6 millones de parcelas y 4.3 millones de solares urbanos.

La superficie de los ejidos representa el 50 por ciento del territorio nacional, y la población que los habita constituye poco más del 25 por ciento del total de habitantes del país.

La participación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) se circunscribe a los trabajos técnico operativos conducentes a la identificación, ubicación geográfica precisa y medición de los linderos y superficies de las tierras ejidales; además del apoyo en el diseño y la instrumentación de la campaña de comunicación sobre el Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos.

Para llevar a cabo las tareas técnico operativas del Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos de la que el INEGI es responsable, se ha diseñado una estrategia que permita el control y asegure la aplicación de una metodología adecuada a la calidad requerida, misma que consta de dos etapas: Trabajos de campo y automatización.

Por lo que toca a los trabajos de campo, estos parten de la obtención de una serie de insumos básicos y actividades preparatorias conducentes a una planeación a detalle y que deben realizarse en cada una de las Direcciones Regionales y Coordinaciones Estatales del Instituto.

Una vez realizado lo anterior, es posible iniciar los trabajos de campo que básicamente consiste en:

1. Establecer puntos de control geodésico en cada uno de los ejidos del país.

2. Identificar y ubicar geográficamente la medición de las tierras al interior del ejido.
3. Aplicar cédulas de información básica por cada uno de los ejidos, grandes áreas, parcelas y solares.

Conforme vayan concluyendo los trabajos de levantamiento en cada ejido, la información será entregada a los Centros de Automatización, con base en la conceptualización del Sistema de Información de Cartografía Ejidal (SICE).

Así los objetivos básicos del SICE son:

- La transferencia de información proveniente del campo a un medio ambiente de utilización de resultados, por métodos computacionales.
- Obtener por métodos automatizados la superficie de las tierras ejidales.
- Agilizar el manejo y asociación de grandes archivos de información estadística y geográfica.
- Generar en forma automatizada la cartografía y los reportes específicos que permitan caracterizar a los ejidos, parcelas, asentamientos humanos, tierras de uso común y otros, a nivel nacional.
- Sentar las bases de un acervo en medios magnéticos con la información geográfica y estadística de los levantamientos ejidales.
- Generar archivos magnéticos en formatos estandares con información geográfica y estadística, susceptible de ser aprovechados por otros sistemas.

Para llevar a cabo las tareas de identificación, ubicación y medición el INEGI ha integrado una estructura de organización que garantiza que las actividades se realicen con eficiencia, oportunidad y calidad.

*Nivel central.*

Para hacer frente al Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos, al interior de la estructura central del INEGI fué creada la Dirección General de Cartografía Catastral, cuya función principal es la coordinación, planeación, instrumentación y evaluación de las actividades técnico - operativas comprendidas dentro del PROCEDE.

*Nivel regional y estatal.*

Con base en la estructura descentralizada, ya existente en el INEGI, serán los Directores Regionales con sus respectivos Coordinadores Estatales los responsables de conducir la ejecución de las tareas que corresponden al Instituto dentro del Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos.

Los principales resultados del Programa a nivel nacional consisten en la generación de los siguientes productos:

- 67,000 Planos Internos (Ejidales). En lo que se represente cartográficamente la distribución de las tierras de uso común, parceladas y de asentamiento humano.
- 29,800 Planos de Areas de Asentamientos Humanos. A fin de representar en forma integrada la distribución de las manzanas y solares de cada poblado ejidal.
- 4.6 Millones de Planos de Parcelas Individuales, son el testimonio con que cada titular reconocerá su (s) porción (es) de tierra (s).
- 4.3 Millones de Planos de Solares Urbanos Individuales. A efecto de que cada titular cuente con el plan correspondiente al terreno en donde vive.

Se estima que el estado de Morelos cubrirá aproximadamente 42000 planos parcelarios y unos 34000 planos de solares urbanos, de los 206 ejidos que se encuentran en el mismo, siendo el "ejido Popotlán" uno de estos.

### 1.3. Ubicación del "ejido Popotlán".

El Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática creó diez Direcciones Regionales ubicadas estratégicamente en el territorio nacional, con la función de atender la oferta y la demanda de información estadística y geográfica de los estados de su jurisdicción.

Las Direcciones Regionales están facultadas para representar al Instituto ante las autoridades estatales y municipales. Dentro de este esquema, correspondiente a las Direcciones Regionales llevara la práctica las acciones necesarias para obtener los resultados planeados, siguiendo los lineamientos establecidos en las direcciones generales.

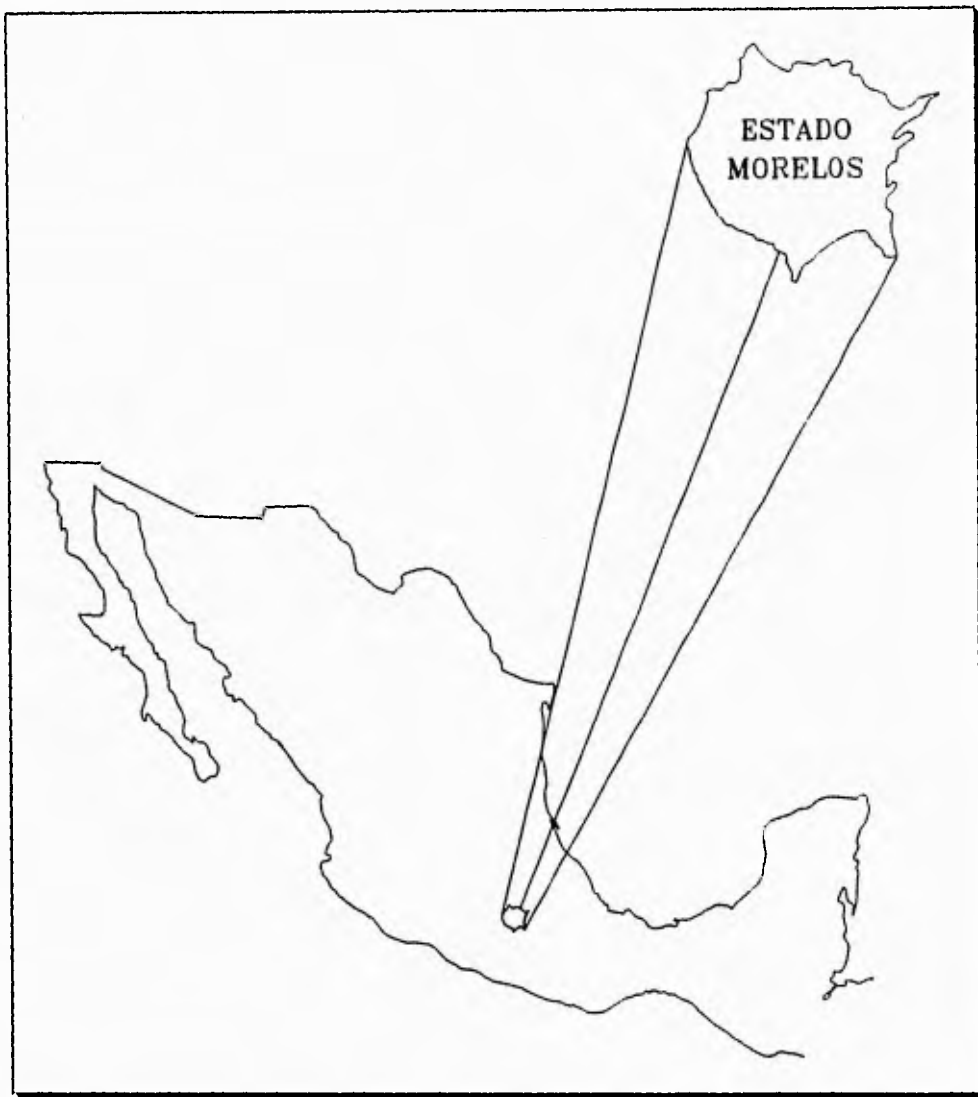
Las Direcciones Regionales y sus Coordinaciones Estatales son:

NOROESTE	Sonora, Baja California Norte, Baja California Sur y Sinaloa.
NORTE	Durango, Chihuahua y Zacatecas.
NORESTE	Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas.
OCCIDENTE	Jalisco, Colima, Michoacán y Nayarit.
NORTE-CENTRO	San Luis Potosí, Aguascalientes, Querétaro y Guanajuato.
ORIENTE	Puebla, Hidalgo, Tlaxcala y Veracruz.
CENTRO	Distrito Federal.
CENTRO SUR	Estado de México, Guerrero y Morelos.
SUR	Oaxaca, Chiapas y Tabasco.
SURESTE	Yucatán, Campeche y Quintana Roo.

Como puede observarse el Estado de Morelos queda comprendido en la región Centro Sur. Ver Fig. 1.3B.

A su vez el Estado de Morelos fue dividido en 10 zonas de trabajo que cubren los 33 municipios existentes que a su vez comprenden los 206 ejidos que lo integran. Estas zonas son las siguientes:

ZONA No.	MUNICIPIO
1	Temixco
2	Axochiapan
3	Puente de Ixtla
4	Tepalcingo
5	Ciudad Ayala
6	Tlaquiltenango
7	Temoac
8	Yautepec
9	Ocuiltepec
10	Tetecala



**Fig. 1.3B. Localización General. Región Centro Sur (Morelos).**

Dentro de esta división el "ejido de Popotlán" forma parte del municipio de Temoac, que a su vez pertenece a la zona No. 7 (véase croquis 1.3C.)

---

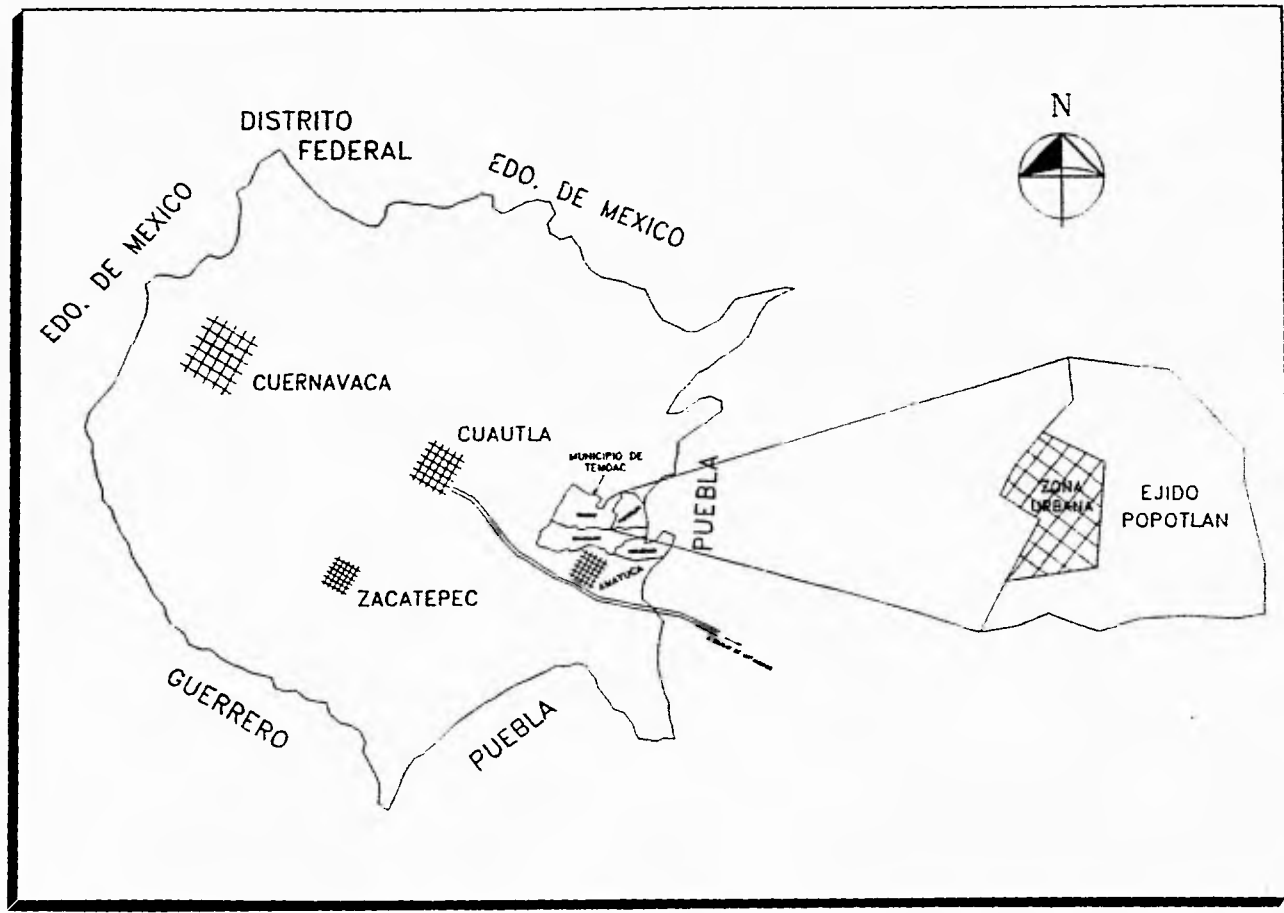


Fig. 1.3c. Localización Regional. Ubicación del Ejido Popotlán.

67715

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO TOPOGRAFICO DEL EJIDO POPOTLAN.



CAPITULO 2

**DESCRIPCION Y MANEJO DEL EQUIPO TOPOGRAFICO  
ESTACION TOTAL (SOKKIA MOD SET 2.BII)**

**2.1. Características Generales.**

La estación total (E.T.) es un instrumento topográfico de medición que funciona en forma electrónica. Está compuesta por un teodolito de dos segundos de aproximación y un distanciómetro. El instrumento está facultado para medir ángulos y distancias electrónicamente, observandolos en una pantalla principal situada en las dos caras del instrumento.

En estas pantallas con 48 caracteres alfanuméricos y 3 líneas, se visualizan simultáneamente datos de distancias y ángulos medidos o almacenados, coordenadas Y, X y Z, así como avisos y mensajes. La pantalla auxiliar de 12 caracteres y 3 líneas en cada cara del instrumento muestra la corrección atmosférica, el valor de la constante de prisma y el modo del instrumento véase componentes de la E.T. Fig. 2.1A y 2.1B.

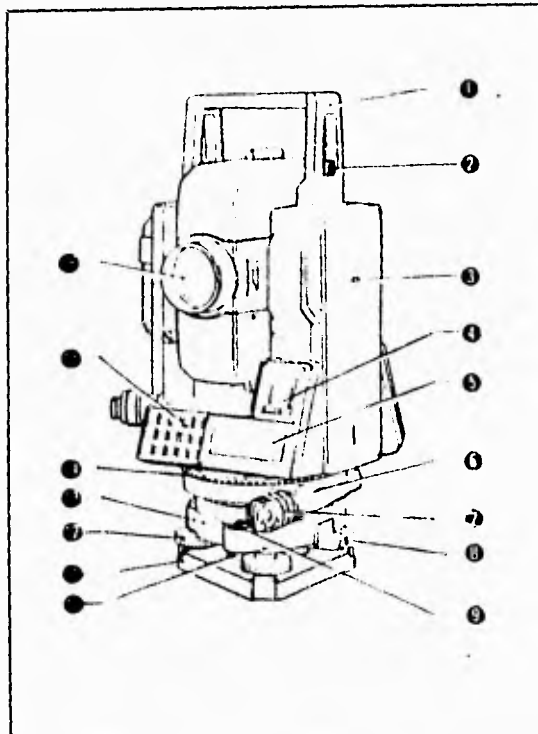
Las avanzadas funciones del software incluyen el cálculo de coordenadas tridimensionales, el cálculo automático y colocación del acimut partiendo de las coordenadas introducidas de estación y referencia, desnivel, y replanteo por ángulo y distancia.

Las lecturas en la medida de distancia pueden ser sencillas o repetidas con la posibilidad de elegir los modos de medida fina, rápida o tracking.

El instrumento calcula los valores de partes por millón (PPM) para la corrección atmosférica, después de introducir los valores de temperatura y presión.

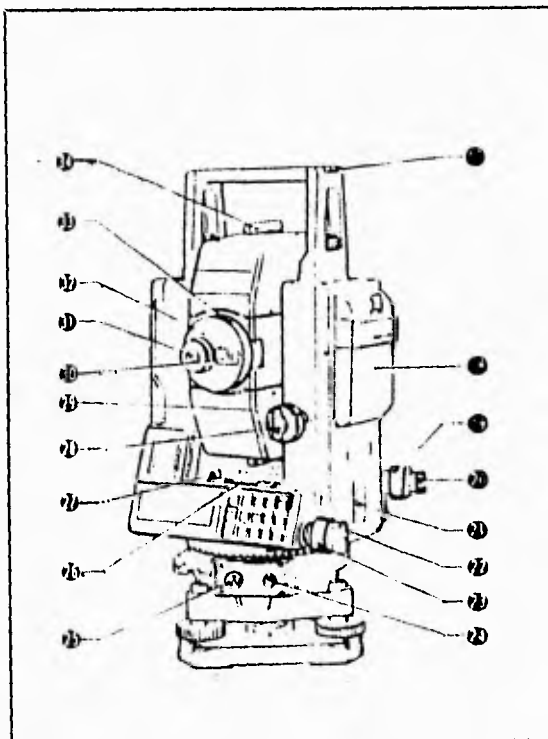
Un microordenador comprueba constantemente la operación del instrumento, visualizando un mensaje ó código al detectar cualquier error.

Tanto el círculo vertical como el horizontal están provistos de puntos de inicialización (cero).



- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| 1 Asa                             | 10 Tornillos de ajuste del nivel esférico    |
| 2 Tornillo de seguridad del asa   | 11 Placa de la base                          |
| 3 Señal de altura del instrumento | 12 Tornillos nivelantes                      |
| 4 Subpantalla                     | 13 Base nivelante                            |
| 5 Pantalla                        | 14 Anillo de posición del círculo horizontal |
| 6 Abrazadera inferior             | 15 Teclado                                   |
| 7 Tapa de la abrazadera inferior  | 16 Lente del objetivo                        |
| 8 Abrazadera de la base nivelante |  |
| 9 Nivel esférico                  |  |

**Fig. 2.1A. Componentes de la Estación Total.**



- |    |  |    |   |
|----|--|----|---|
| 17 | Ranura de la declinatoria                  | 27 | Tornillo de ajuste del nivel tubular    |
| 18 | Batería BDC18                              | 28 | Tornillo de presión vertical            |
| 19 | Anillo de enfoque de la plomada óptica     | 29 | Tornillo de movimiento fino vertical    |
| 20 | Ocular de la plomada óptica                | 30 | Regulador de inversión del anteojo      |
| 21 | Interruptor de corriente                   | 31 | Ocular del anteojo                      |
| 22 | Tornillo de presión horizontal             | 32 | Tapa de ajuste del retículo del anteojo |
| 23 | Tornillo del movimiento fino horizontal    | 33 | Anillo de enfoque del anteojo           |
| 24 | Conector de salida de datos                | 34 | Mirilla de puntería                     |
| 25 | Conector de la fuente de corriente externa |    |   |
| 26 | Nivel tubular                              |    |   |

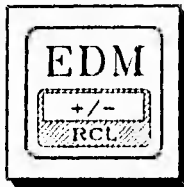
Fig. 2.1B. Componentes de la Estación Total.

Un sensor interno de doble eje mide los ángulos de inclinación del eje vertical. Estos ángulos de inclinación se visualizan para nivelar el instrumento con precisión.

Los instrumentos Sokkia tienen tornillos de movimiento fino vertical y horizontal de dos velocidades para rápida y precisa observación del prisma.

El conector de salida de datos, permite la comunicación en dos sentidos, con salida de datos para grabación en un dispositivo externo.

## 2.2. Funciones del teclado.



a) E.D.M. (Medida de distancias electrónicas), se activa únicamente al oprimir la tecla "Shift", aparecerá en la pantalla el menú funciones del modo de medida:

- 1) fina
- 2) rápida
- 3) tracking

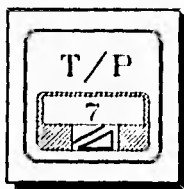
Al seleccionar cualquiera, aparece una pantalla que dice:

- 1) simple
- 2) repetida

b) Al oprimir directamente esta tecla activa los signos (+) (-) estando en cualquier menú.

c) Permite el reclamo de datos de su memoria.

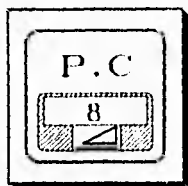
d) Estando en opción de parámetros va a la opción anterior (▲).



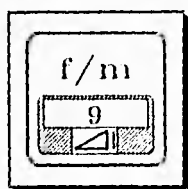
a) Oprimiendo Shift y la tecla 7, permite introducir el valor de la temperatura y la presión. Al introducir estos valores, la E.T. (Estación Total) calculará de manera automática las partes por millón (PPM) para la corrección atmosférica.

b) Permite ingresar el valor de este número

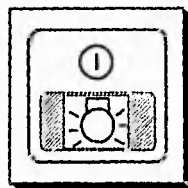
c) En el modo simple, calcula la distancia inclinada.



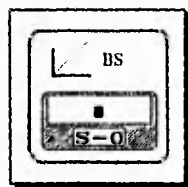
- a) Al teclear Shift y la tecla 8, tenemos opción de introducir el valor de la constante del prisma según especificaciones del fabricante.
- b) Introduce el valor numérico 8
- c) Simple visado al prisma se obtiene la distancia horizontal.



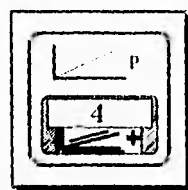
- a) Oprimiendo Shift y la tecla 9 podemos cambiar el valor de metros a pies. Se mantiene esta conversión cinco segundos.
- b) Se puede ingresar el valor de 9
- c) Visando el prisma y oprimiendo esta tecla obtenemos el desnivel.



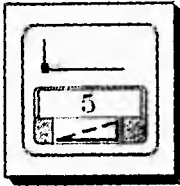
- a) Oprimiendo Shift e iluminación nos indica si la visual al prisma es correcta, emitiendo una señal (sonido).
- b) Sin oprimir Shift ilumina la pantalla principal de la E.T.



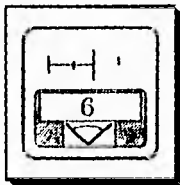
- a) Presionando Shift y esta tecla punto nos permite ingresar las coordenadas del punto atrás.
- b) En un menú se puede introducir el punto decimal.
- c) Estando en opción de parámetros nos cambia a la opción siguiente.



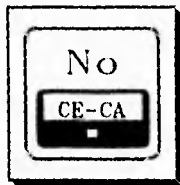
- a) Si se oprime la tecla Shift y esta tecla la E.T. nos da la opción de introducir coordenadas del punto a replantear.
- b) En cualquier menú tenemos la opción de ingresar el número 4.
- c) En el modo simple la E.T. nos da la posibilidad de obtener coordenadas tridimensionales del punto adelante siempre y cuando se hayan ingresado las coordenadas del punto atrás y estación.



- a) Oprimiendo Shift y la tecla 5 permite ingresar las coordenadas de la estación
- b) Sin oprimir el Shift se puede ingresar en algún menú el valor número cinco.
- c) En el modo simple permite obtener la elevación remota.



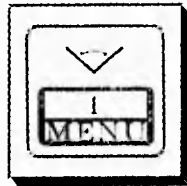
- a) Oprimiendo Shift y la tecla 6 permite el replanteo de distancias
- b) En un menú permite ingresar el valor 6
- c) En el modo simple calcula la distancia horizontal entre dos puntos y su desnivel.



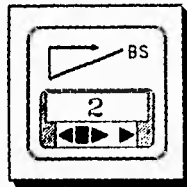
- a) Borra datos introducidos
- b) Interrumpe la medida y transfiere el modo básico
- c) Introduce "NO".



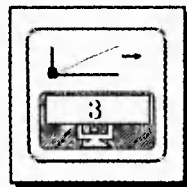
- a) Pone el ángulo horizontal en cero. En la medida de distancia y desnivel entre puntos cambia el punto de comienzo a los valores del último punto medido.
- b) En un menú ingresa el valor de cero
- c) En el modo simple permite la salida de datos a un dispositivo externo.



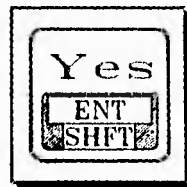
- a) Oprimiendo "Shft" y esta tecla se pueden introducir ángulos horizontales.
- b) En algún menú se introduce el valor de uno (1).
- c) En el modo simple nos manda al menú de la estación para configurar la misma.



- a) Oprimiendo "Shft" y esta tecla pone el valor de acimut de la estación al punto de referencia.
- b) En un menú permite ingresar el valor de dos (2)
- c) Selecciona el ángulo horizontal derecho, izquierdo o de repetición.



- a) Muestra las coordenadas de la estación y el acimut, usando los datos de la estación anterior.
- b) Introduce el valor numérico tres (3)
- c) Visualizar los ángulos horizontal y vertical que se tienen en ese momento. Presionando dos veces muestra la pantalla para nivelación electrónica.



- a) Ingresa "Si".
- b) Introduce datos en la memoria
- c) Shft libera la entrada de funciones en la parte superior de las teclas.

### 2.3 Comprobaciones y Ajustes para el manejo de la Estación Total (E.T.).

La Estación total es un instrumento susceptible a sufrir desajustes dependiendo del manejo que se le de, esto se apreciará notablemente en los resultados de las mediciones durante un levantamiento

---

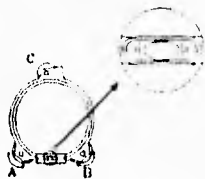
topográfico ó simplemente en la dificultad para nivelar y centrar el instrumento.

Por lo tanto es necesario realizar una serie de comprobaciones y ajustes a la Estación total antes de iniciar un trabajo, se recomienda hacerlo en el siguiente orden:

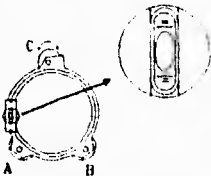
1. Nivel tubular
2. Nivel esférico
3. Ajustes del retículo
  - a) Perpendicularidad del retículo con respecto al eje horizontal
  - b) Posiciones de las líneas del retículo vertical y horizontal.
4. Coincidencia del eje medición de distancias con el retículo.
5. Plomada óptica

### 2.3.1. Nivel Tubular

El nivel tubular nos sirve para asegurar que realmente el aparato este paralelo al horizonte y se puedan realizar las mediciones con confiabilidad, es por esto que se tiene que verificar de la manera siguiente:



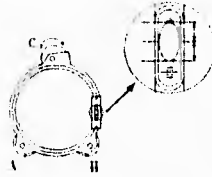
- a). Se afloja el tornillo de presión horizontal, girando el aparato SET 2B (Estación Total) hasta que el nivel tubular este paralelo a dos tornillos nivelantes A y B, enseguida se centra la burbuja utilizando los dos tornillos nivelantes.



- b). Una vez centrada la burbuja del nivel tubular girando nuevamente la estación 90°, hasta que el nivel tubular este perpendicular a la línea entre los tornillos niveladores A y B, luego se centra la burbuja girando el tornillo nivelante C.

- c). Haciendo girar la alidada 180° a partir de la posición anterior, se corregirá la desviación de la burbuja, si hay desviación, se corrige la mitad del desplazamiento de la burbuja mediante el tornillo nivelador C. La otra mitad se deberá corregir con los tornillos de ajuste del nivel tubular.





Las operaciones anteriores deberán repetirse hasta que la burbuja quede centrada para cualquier posición.

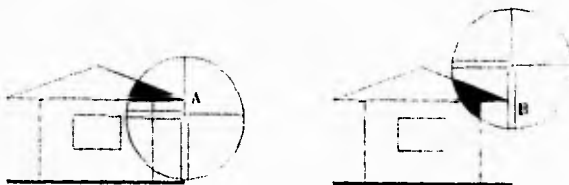
### 2.3.2 Nivel Esférico.

Observando la dirección de la burbuja, después de ajustar el nivel tubular. Se afloja el tornillo de ajuste más alejado de esta dirección y se aprietan los otros tornillos de ajuste hasta que la burbuja quede centrada.

### 2.3.3 Ajustes del Retículo.

#### a) Perpendicularidad del retículo con respecto al eje horizontal.

1. Se selecciona un punto claro y definido, observando en la parte superior A de la línea del retículo vertical.
2. Haciendo girar el anteojo lentamente hacia arriba, mediante el tornillo de movimiento fino vertical para que se deslice a la parte inferior B. Si el punto queda centrado entre las líneas verticales, no se necesita ajuste.



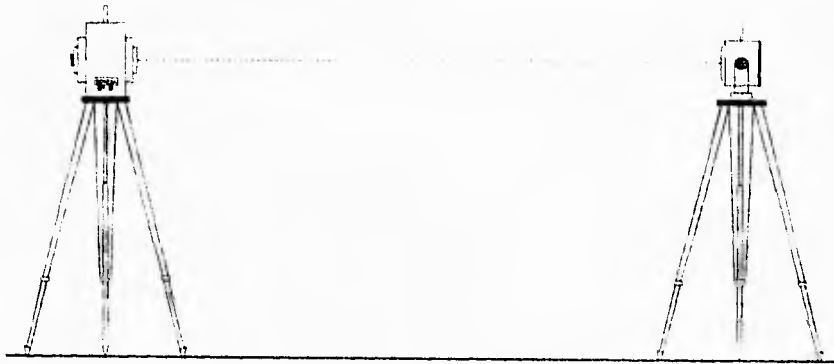
En caso contrario se procederá de la manera siguiente:

---

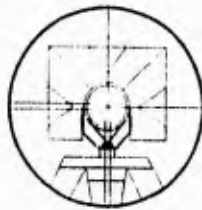
3. Retirar la tapa del retículo
4. Aflojar ligeramente un tornillo de ajuste vertical y un tornillo de ajuste horizontal.
5. Poner como amortiguador un pequeño trozo de plástico ó madera contra un lado del tornillo de ajuste superior.
6. Mirar por el ocular y golpear ligeramente sobre el plástico ó madera para rotar el retículo ligeramente.
7. Volver a apretar los dos tornillos de ajuste. Comprobar la perpendicularidad nuevamente y reajustar en caso de ser necesario. Volver a colocar la tapa del retículo.

*b) Posiciones de la línea de colimación vertical y horizontal*

1. Después de hacer el ajuste anterior, estando centrado y nivelado el instrumento, se coloca una mira a una distancia horizontal de 100 m.



2. Habiendo inicializado tanto el círculo horizontal como el vertical, observar la mira y tomar la lectura del ángulo horizontal  $h_{a_1}$  en la cara V-1 de la estación total, así como la lectura del ángulo vertical  $h_{v_1}$ .



3. Luego observando la mira en la cara V-2 de la E.T, nuevamente se toman los ángulos horizontal y vertical,  $ha_2$  y  $hv_2$ , respectivamente.

4. Enseguida se calcula

$$ha_2 - ha_1 \text{ y } hv_2 + hv_1$$

$$ha_2 - ha_1 = 198^\circ 34' 10'' - 18^\circ 34' 00'' = 180^\circ 00' 10''$$

$$hv_2 + hv_1 = 269^\circ 30' 00'' + 90^\circ 30' 10'' = 360^\circ 00' 10''$$

5. Si el retículo está en posición normal sus resultados deberán indicar que  $(ha_2 - ha_1)$  está a  $\pm 20''$  de  $180^\circ$  y  $(hv_2 + hv_1)$  está entre  $\pm 20''$  de  $360^\circ$ .

Si la diferencia de  $(ha_2 - ha_1)$  desde  $180^\circ$  ó  $(hv_2 + hv_1)$  desde  $360^\circ$  es mayor a  $\pm 20''$  después de ejecutar varias comprobaciones se debe ajustar de la siguiente manera.

5.a. Estando en la posición V - 2, utilizar los tornillos de movimiento fino vertical y horizontal para ajustar la visualización has (corregido) y la visualización superior hvc (corregido) para leer.

$$ha_c = (ha_2 + ha_1)/2 + 90^\circ$$

$$hv_c = (hv_2 - hv_1)/2 + 180^\circ$$

**Ejemplo:**

Si

$$ha_1 = 18^\circ 34' 00'' \quad ha_2 = 198^\circ 34' 10''$$

$$hv_1 = 90^\circ 30' 10'' \quad hv_2 = 269^\circ 30' 00''$$

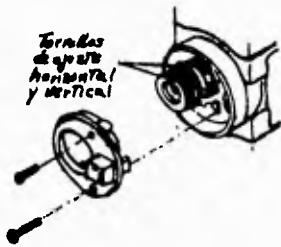
$$ha_c = (ha_2 + ha_1)/2 + 90^\circ = (198^\circ 34' 10'' + 18^\circ 34' 00'')/2 + 90^\circ = 198^\circ 34' 15''$$

$$hv_c = (hv_2 - hv_1)/2 + 180^\circ = (269^\circ 30' 00'' - 90^\circ 30' 10'')/2 + 180^\circ = 269^\circ 29' 55''$$

- 5.b. Mirando através del anteojo, una vez ajustada la visual a los valores antes mencionados, se tiene que la mira esta desplazada con respecto a las líneas del retículo vertical y horizontal.



- 5.c. Se quita la tapa de ajuste del retículo y se procede a ajustarlo lateralmente hasta que la mira esté centrada entre las líneas verticales, y arriba ó abajo hasta que quede centrada entre las líneas horizontales. Este procedimiento se realiza con los tornillos de ajuste; por ejemplo, para mover el retículo vertical a la derecha se afloja ligeramente el tornillo de ajuste izquierdo y se ajusta el derecho en la misma proporción. Esto se repite hasta que el retículo se situó justo al centro de la mira.



De igual forma para mover la línea del retículo horizontal hacia arriba o abajo, se realiza como el procedimiento anterior, aflojando y apretando los tornillos de ajuste vertical hacia donde requiera el ajuste.

- 5.d. Finalmente se vuelve a colocar la tapa de ajuste del retículo y se repite el procedimiento anterior.

#### 2.3.4. Coincidencia del Eje de Medición de Distancias con el Retículo.

- a) Centrada y nivelada la Estación total, se coloca un prisma de reflexión a una distancia de 100 m.



- b) Observar el centro del prisma de reflexión, enseguida leer los valores del ángulo vertical y horizontal (Z y H respectivamente).
- c) En el modo básico, se pulsa la tecla enter/shift + la tecla de encendido y apagado del E.D.M., asegurándose de que el mensaje "SEÑAL\*" aparezca en pantalla.
- d) Girar el tornillo del movimiento fino vertical despacio hacia arriba hasta que el sonido de la señal deje de escucharse y se anota la lectura Za.
- e) Girar el tornillo del movimiento fino vertical despacio hacia abajo hasta que el sonido de la señal deje de escucharse y se anota la lectura Zb.
- f) Siguiendo un procedimiento similar pero ahora para el círculo horizontal tendremos.

Lectura izquierda a la señal: LHi

Lectura derecha a la señal : LHd

- g) Con las cuatro lecturas observadas comprobar:

$$\begin{array}{lcl} \text{Hi} - \text{H} & ; & \text{Hd} - \text{H} \\ \text{Za} - \text{Z} & ; & \text{Zb} - \text{Z} \end{array}$$

Si las cuatro diferencias logradas son menores a 2.5" la coincidencia es normal. En caso contrario se recomienda consultar al agente SOKKIA.

### 2.3.5. Plomada Óptica.

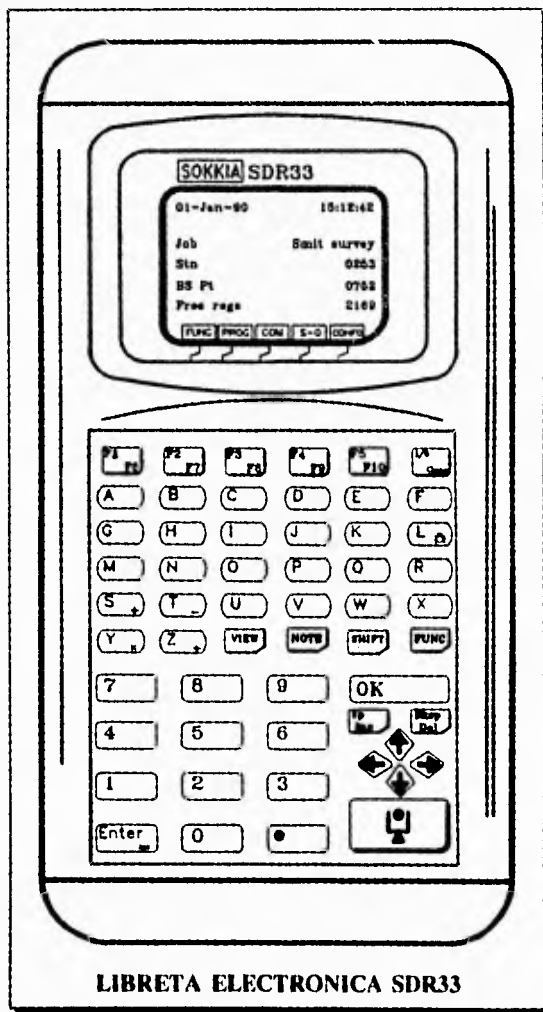
Comprobación nivelada la Estación Total (E.T.). Centrar un punto de observación en el retículo de la plomada óptica. Se hace girar la estación 180°. Si el punto de observación está todavía centrado, no se necesita ajustarlo.

Si el punto de observación está descentrado, corrija la desviación por medio de los cuatro tornillos de ajuste que se encuentran alrededor de la lente de la plomada óptica.

## 2.4. Uso y manejo de la Libreta Electrónica.

### *Características Generales.*

La libreta electrónica es una computadora de mano con 56 teclas y una pantalla de cristal líquido de 8 líneas y 20 caracteres, contiene un microprocesador de 256 ó 640 Kb de memoria y sistema operativo DR-DOS. Esta libreta da la posibilidad de usar eficientemente la estación total para replanteos ó levantamientos topográficos.

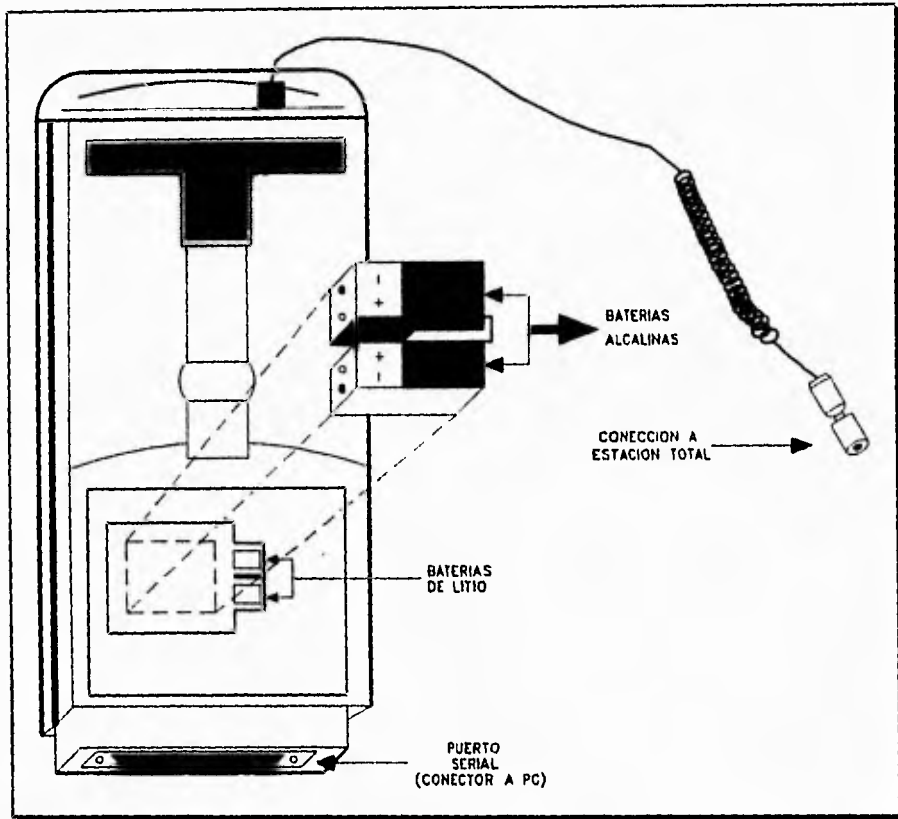


La caja de la libreta está construida con especificaciones militares, lo cual le protege de golpes, polvo y de la lluvia. Por otra parte tiene 3 conectores externos, dos de ellos son puertos RS-32, los que pueden ser conectados a la Estación Total, impresora ó computadora. El otro puerto normalmente no se usa. La fuente de poder de la libreta electrónica son dos baterías de litio y dos alcalinas de 9 voltios.

### *Baterías*

Las baterías alcalinas tienen una duración por lo general de 50 horas ó más cuando la libreta electrónica detecta un voltaje bajo de la batería, se enciende y apaga un mensaje de "batería baja". También emite un sonido distintivo cada minuto. Aún con las baterías bajas alcalinas, se puede seguir trabajando, ya que automáticamente entran en función las baterías de litio, las cuales tienen una duración de 400 hrs.

Las baterías de litio contienen energía suficiente para respaldar la memoria cuando las baterías alcalinas están descargadas ó van a ser reemplazadas.



**Advertencia**

Cuando las baterías de litio estén completamente descargadas ó estén instaladas incorrectamente aparece en la pantalla el mensaje "litios bajos". Es importante descargar todos los datos que contenga hacia una "PC" (computadora personal) lo más rápido posible ya que estos pueden perderse si las baterías principales están completamente descargadas ó son removidas mientras las baterías de litio están descargadas.

Es muy importante la correcta instalación de las baterías alcalinas debido a que la incorrecta posición de las cargas (+) y (-) provoca que estas no entren en operación y se trabaje con las baterías de litio

sin percatarse.

## 2.5. Funciones del teclado.

### *Encendido y Apagado*

Para el encendido de la libreta electrónica presionamos la tecla (clear), la pantalla inicial muestra fecha, hora y el nombre del trabajo que se tiene, estación instrumental actual, punto de visual atrás y número de registros libres. Si se presiona nuevamente (clear), la pantalla SOKKIA mostrará el número de versión y el mensaje de derechos del autor.

Si no enciende la libreta electrónica, revisar si las baterías están bien colocadas; si a pesar de ello no enciende, se procede a inicializarla en frío, considerando que al hacerlo se perderán todos los datos contenidos en la memoria. Para inicializar en frío, se deben mantener presionadas las teclas (F1), (F2) y (read) con el cable de la terminal desconectados, y por último presionar la tecla (clear), enseguida soltar las otras teclas.

Para inicializar en caliente se presionan simultáneamente las teclas (FUNC) y (L), y mientras se sostienen, presionar y soltar la tecla (clear), finalmente soltar las dos primeras. La inicialización en caliente no borra los datos topográficos contenidos en la libreta electrónica.

Cuando se utiliza la SDR33 por primera vez ó si ha estado guardada por algún tiempo considerable es necesario inicializarla. Para su apagado se presiona la tecla (FUNC) y posteriormente la tecla (clear).

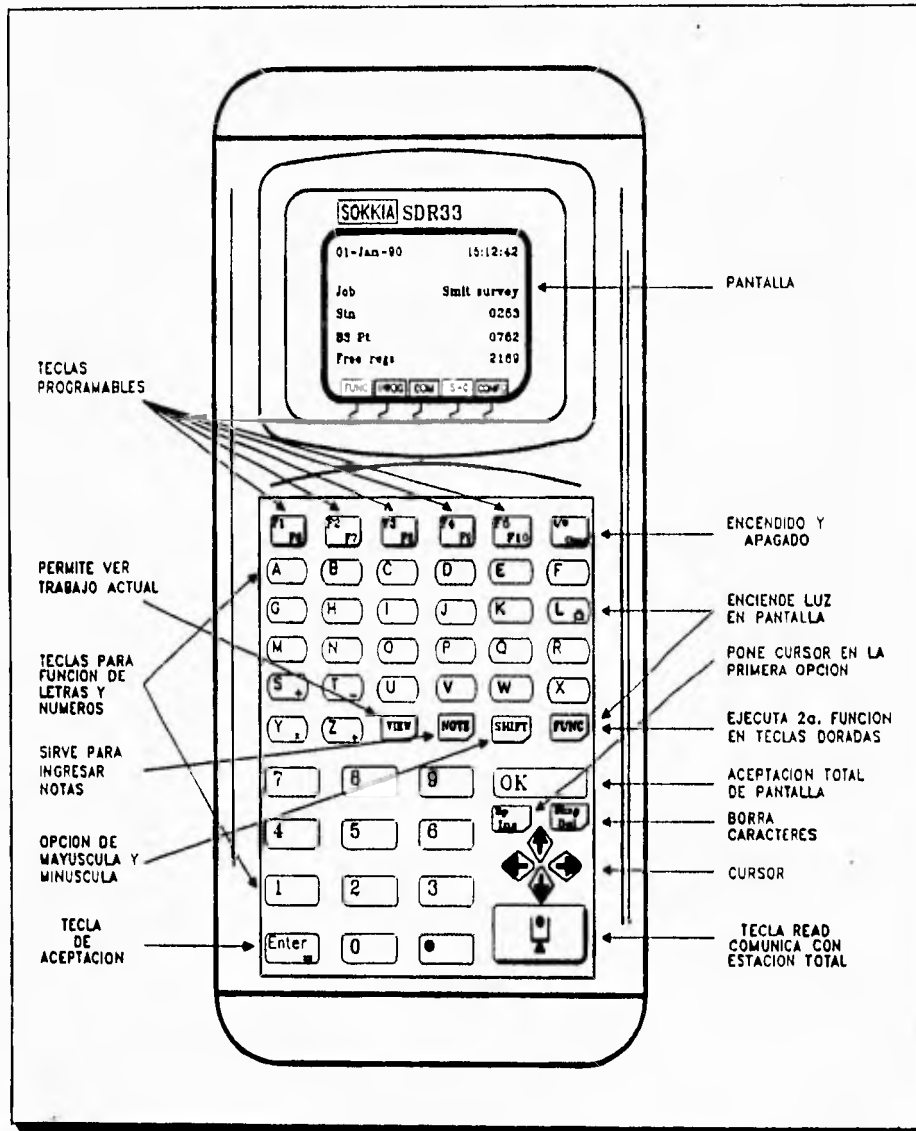
### *Teclas de funciones*

Las diferentes combinaciones con esta tecla son:

<b>FUNC, CLEAR</b>	Para apagar la libreta
<b>FUNC, L</b>	Enciende y apaga la luz de la pantalla
<b>FUNC, CURSOR</b>	→ Aumenta el contraste en la pantalla
<b>FUNC, CURSOR</b>	← Disminuye el contraste en la pantalla
<b>FUNC SP INS</b>	Conecta y desconecta la modalidad de sobreescritura
<b>FUNC BISP DEL</b>	Borra el carácter debajo del cursor.
<b>FUNC, CURSOR</b>	↑ Pasa a la parte superior de la lista, forma ó menú
	↓ Pasa a la parte inferior de la lista. forma ó menú



FUNC ENTER Genera un símbolo =



FUNCIONES DEL TECLADO.

Los símbolos disponibles con la tecla (FUNC) para el uso de notas pueden incluir.

FUNC, 0	Genera	&
FUNC, .	Genera	*
FUNC, 1	Genera	!
FUNC, 2	Genera	@
FUNC, 3	Genera	#
FUNC, 4	Genera	%
FUNC, 5	Genera	<
FUNC, 6	Genera	>
FUNC, 7	Genera	?
FUNC, 8	Genera	(
FUNC, 9	Genera	)
FUNC, S	Genera	+
FUNC, T	Genera	-
FUNC, Y	Genera	*
FUNC, X	Genera	/

*Teclas de Operaciones.*



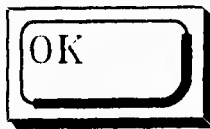
Esta tecla ubicada en el ángulo inferior derecho del teclado de la libreta electrónica, permite la comunicación, ingresando y almacenando los datos de lectura de la Estación Total. Una vez centrada y nivelada la Estación Total se visa el prisma obteniendo la distancia inclinada, los ángulos vertical y horizontal de manera automática con solo presionar la tecla READ. Presionando nuevamente esta tecla también salva los datos.



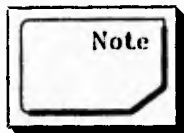
Sirve para activar la opción de mayúsculas y minúsculas en cualquier momento dentro de un trabajo.



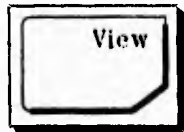
Acepta y almacena datos de la línea en la que está el cursor y mueve el cursor hacia la próxima línea.



Es usada para aceptar y almacenar datos en todos los campos mostrados en una forma de pantalla. (Una forma es un grupo de datos mostrados juntos en la pantalla).



La tecla (Note) sirve para ingresar notas descriptivas en la base de datos en cualquier momento. Una nota puede consistir en 3 líneas de 20 caracteres cada una. El registro de nota es almacenado, impreso y transmitido como una cadena continua.

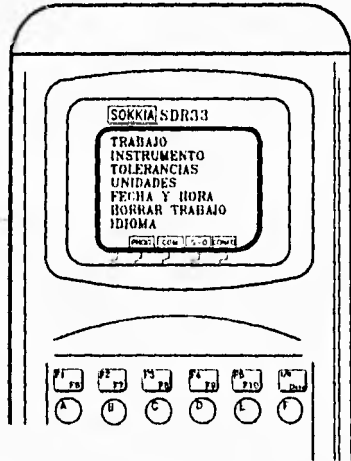


Esta tecla permite ver el trabajo actual, muestra los datos almacenados en la memoria de la libreta en cualquier momento.

## 2.6. Teclas Programables.

La línea inferior de la pantalla de la libreta electrónica muestra cinco teclas programables, (F1), (F2), (F3), (F4) y (F5). Estas teclas programables de Software muestran un menú de opciones que permiten configurar un trabajo en la libreta electrónica, a partir de los parámetros que la normatividad especifique.

Usando las teclas (F1) a (F5) de la parte superior del teclado podemos seleccionar el menú "FUNCIONES" con (F1), el menú "PROGRAMA" con (F2), el menú "COMUNICACIONES" con (F3) el menú "REPLANTEO" con (F4), y el menú "CONFIGURACION" con (F5).

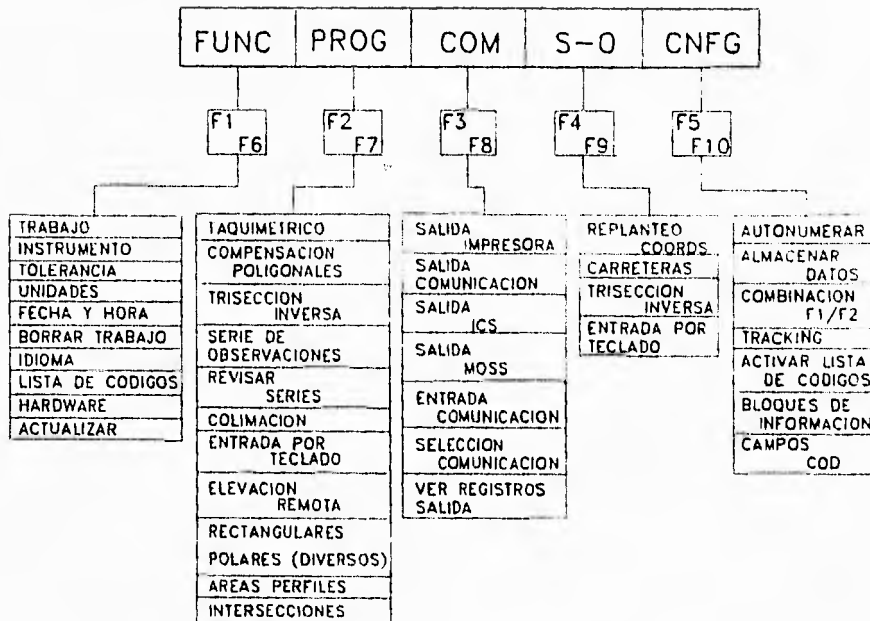


Un menú es una lista de acciones alternativas. Por ejemplo al encender la libreta electrónica con la tecla (clear), muestra la pantalla de SOKKIA; si presionamos (F1) mostrará el menú funciones.

Con las teclas flecha arriba y flecha abajo se permite cambiar de opción en el menú funciones, cada opción de un menú es un archivo del Software de la libreta, estos archivos pueden ser desplegados si se pone el cursor en el que elijamos y después le damos un Enter.

Este proceso de entrar y salir de un menú ó de cualquiera de sus opciones con las teclas correctas, es una tarea relativamente simple y que en esencia es la misma para todos los demás teclas programables.

En el siguiente diagrama se pueden observar los archivos de cada tecla programable.



**CAPITULO 3**

**PROCEDIMIENTO OPERATIVO PARA EL LEVANTAMIENTO  
GEODESICO TOPOGRAFICO DEL EJIDO**

**3.1. Reconocimiento**

Previamente a los trabajos de medición, se visitará la localidad del ejido para entrevistarse con las autoridades ejidales y exponer de manera general el motivo de la visita. En caso necesario se le solicitará al Comisariado citar a asamblea a los ejidatarios para exponer el plan de trabajo; y atender las observaciones que estos hagan.

Se les señalará la necesidad de que los ejidatarios, junto con los colindantes, acudan a identificar los límites de sus parcelas y solares; además se solicitarán apoyos:



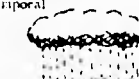

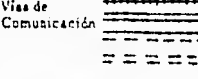
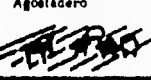


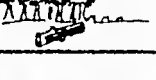
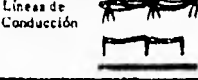
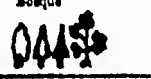


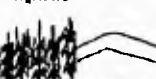
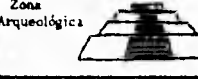


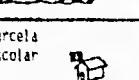
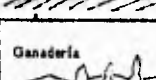
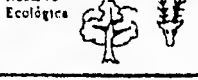
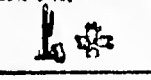


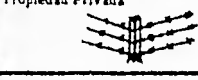
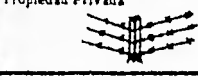



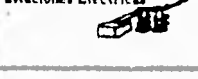




- ▶ Disponibilidad de tiempo completo por parte de una Comisión Auxiliar.
- ▶ Alojamiento ó lugar donde la brigada de medición pueda acampar.
- ▶ Lugar para guardar el equipo y material de trabajo.
- ▶ Gufas.
- ▶ Transporte especial donde se requiera para traslado de la brigada y equipo.
- ▶ Estacas y Trompos para el marcaje.
- ▶ De ser posible se monumenten o amojonen los vértices perimetrales del ejido.

Posteriormente se hará un recorrido a los polígonos y áreas que integran al ejido: parcelada, uso común, asentamiento humano, especiales y de explotación colectiva.

Este reconocimiento servirá para:

- a) Identificación y marcaje de vértices.
- b) Definición del control geodésico ejidal.
- c) Diseño de la red de poligonales de apoyo.
- d) Verificación de los croquis ejidales.

Nuevamente se hace otro recorrido a los polígonos y áreas que integran el ejido, con la intención de localizar y asignar la nomenclatura correspondiente a las estacas.

Uso Común	Asentamiento Humano	Parcelada	Colectiva	Áreas Especiales
Monte 	Solar 	Temporal 	Forestal 	Vías de Comunicación 
Agostadero 	Escuela 	Riego 	Agrícola 	Líneas de Conducción 
Boque 	Industria o Taller 	Parcela escolar 	Ganadería 	Zona Arqueológica 
Selva 	Iglesia 	U.A.I.M. 	Turística 	Reserva Ecológica 
Zona árida 	Parque 	Parcela escolar 	Estaciones Eléctricas 	Propiedad Privada 
Reserva ecológica 	Salón Ejidal 	Parcela escolar 	Estaciones de Microondas 	
Bordo de almacenamiento 	Presidencia municipal 	Parcela escolar 	BALNEARIO EJIDAL EL TERPE 	

En la figura se ilustran las diferentes áreas que se pueden presentar en un ejido.

Por otra parte debe planearse la ubicación de las estaciones a ocupar por las poligonales de apoyo, para el levantamiento del ejido; de tal forma que se facilite la medición del mayor número de vértices y no existan obstáculos que interfieran el funcionamiento del equipo de medición.

Los vértices de la poligonal de apoyo, deberán quedar en terreno firme, tratando de asegurar su permanencia hasta el término de los trabajos de medición en el ejido; estos vértices se identificarán con un código numérico que comprenderá del 9000 a 10.000, evitándose utilizar cifras alfanuméricas.

Una vez que se ha llevado a cabo el recorrido tanto del perímetro ejidal, así como de sus áreas se procederá a dar inicio al marcaje de las mismas.

### 3.2. Marcaje de Tierras Ejidales.

La identificación y marcaje de vértices debe realizarse de manera obligatoria en compañía y con la aprobación de las autoridades ejidales. Comisión Auxiliar, representantes de la Procuraduría Agraria, ejidatarios y colindantes, según los vértices de que se trate; por lo que la brigada conjuntamente con ellos deberá hacer un calendario de trabajo para realizar el marcaje; cuya finalidad es generar un Croquis general del ejido por polígono.

En primer lugar, se deben identificar y marcar los vértices perimetrales del (los) polígono(s) del Ejido y de cada una de sus áreas.

Concluida ésta actividad se continuará con los vértices de las parcelas y solares, todos se marcarán con estaca-testigo y trompo, según sea el caso.

Para el caso de las áreas especiales, entendiéndose como tales, a las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del ejido cuya propiedad originalmente ó por acciones posteriores son de control federal, estatal, municipal y por lo tanto estarán fuera del control de los ejidos.

Estas áreas se tendrán que definir respetando las restricciones ya establecidas ó las recomendaciones de otras dependencias.

Los casos más representativos son:

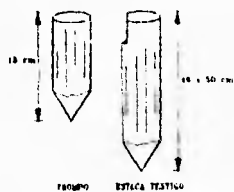
- \* Caminos
- \* Puentes
- \* Carreteras
- \* Vías de Ferrocarril
- \* Ríos
- \* Lagos
- \* Lagunas
- \* Esteros
- \* Playas
- \* Presas
- \* Canales y Sistemas de Riego
- \* Líneas Eléctricas
- \* Estaciones de Microondas

**LEVANTAMIENTO GEODESICO TOPOGRAFICO DEL EJIDO POPOTLAS**

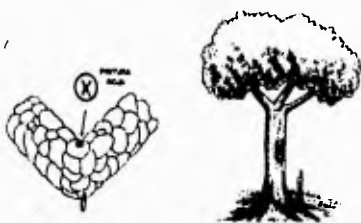
- \* Estaciones Eléctricas
- \* Oleoductos y Ductos
- \* Zonas Arqueológicas

Durante el marcaje se utilizarán dos estacas para marcar cada punto, una que se llamará estaca-trompo y que será de 15 cm. de largo aproximadamente y otra que será la estaca-testigo de 40 cm a 50 cm de largo, el grosor de ambas puede ser aproximadamente de 5 a 7 cm.

La parte superior de la estaca-trompo deberá ser plana y a la estaca-testigo se le hará un corte por un costado para colocarle su identificación. Ver la figura siguiente.



Definida la posición donde quedarán los puntos, se procederá a marcarlos, enterrando la estaca-trompo a ras de suelo y a un lado de este a 20 ó 30 cm. se enterrará la estaca-testigo, procurando colocarla en un lugar donde sea fácilmente visible. Para una mejor identificación de la estaca-trompo se tendrá que limpiar a su alrededor.



En los casos donde los límites de las parcelas, son tecorrates, postes de cerca, árboles, etc., se marcará el punto con pintura roja, formando una X y se enterrará a un lado la estaca-testigo.

A la par con el marcaje de parcelas la Comisión Auxiliar llenará en campo la hoja de "Información Parcelaria", la cual contiene la siguiente información:

**HOJA DE INFORMACION PARCELARIA**

1. ESTADO: \_\_\_\_\_ ELABORADO POR: \_\_\_\_\_  
 2. MUNICIPIO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_  
 3. EJIDO: \_\_\_\_\_  
 4. CAMPO: \_\_\_\_\_

NÚMERO PARCELA	NOMBRE (O) APELLIDO	SEXO	EDAD	NOMBRE DEL CULTIVO ACTUAL	USO DEL SUELO				TERMINAL	AGOSTADERO O CALIDAD	AGOSTADERO ABIDO
					AGRICOLA	PASADIZO	PORCITAL	OTRO			



### 3.2.1. Elaboración de croquis

Los croquis del ejido son un ítem básico para los trabajos de medición, en ellos se llevará el control de cobertura así como la numeración de vértices, de igual manera se utilizarán para llevar un control del procesamiento de la información.

En el ejido se elaborarán 2 tipos de croquis:

#### *Croquis general del ejido*

Este deberá contener el dibujo de las dotaciones y ampliaciones que le corresponden al ejido, así como la ubicación general de las áreas. Se dibujará con línea continua, el contorno de la dotación y ampliaciones del ejido, especificando la ubicación de las mojoneras y anotando el nombre con que son conocidas.

Se dibujarán los límites de las propiedades colindantes, prolongando las líneas de los mismos, 1 cm. fuera de la línea del perímetro del ejido. También se dibujarán las áreas parceladas, asentamientos humanos y de uso común, identificándolas con la siguiente nomenclatura:

UC.....Uso Común  
AP.....Área Parcelada  
AH.....Asentamientos Humanos  
EC.....Explotación Colectiva  
AE.....Área Especial

#### Croquis parcelario

En este croquis se dibujarán solamente las parcelas, las cuales se irán dibujando conforme se vaya avanzando en cada campo, hasta terminar cada uno de ellos y poder unir parcela a parcela hasta integrar toda el área parcelada. Se deberá tener cuidado de representar en el croquis todos los vértices que fueron marcados en campo, ya que es muy común la omisión de algún (os) punto (s) de parcelas.

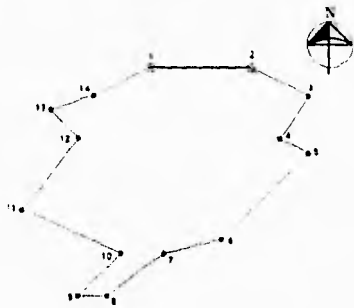
Por otra parte se deberá conservar la proporción que se tenga de una parcela a otra según su superficie. A cada una de las parcelas se le anotará el nombre del adjudicatario para que al final se genere un listado de comparación para el llenado de cédulas de información.

Es importante señalar que para representar gráficamente la información que deberán contener los croquis, se utilizará la simbología oficial plasmada en las cartas topográficas elaboradas por INEGI, y en el caso de que ésta no represente algún rasgo físico, se utilizará una simbología propia.

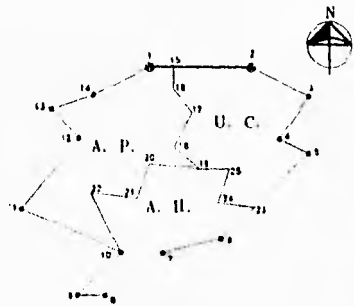
Finalmente con la elaboración del croquis de todos los campos del área parcelada, se firman y sellan junto con la "hoja de información parcelaria", por el Comisariado Ejidal, Comisión Auxiliar y la Procuraduría Agraria, de tal suerte que posterior a este no habrá cambios y será lo estacado lo que se mida.

Atendiendo hasta lo antes descrito fué como se obtuvo el croquis general del "Ejido POPOTLAN"

Finalmente para complementar dicho croquis se genera la siguiente numeración:



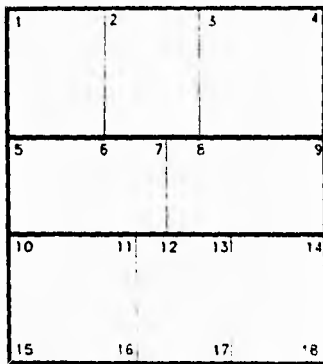
► Para los polígonos ejidales, se identificarán los vértices perimetrales numerándolos progresivamente de 1 a "n" en el sentido de las manecillas del reloj, a partir del vértice que se localice más al Noroeste.



► Grandes Areas. La numeración de vértices se hará comenzando por la que se localice más al Noroeste del polígono ejidal, de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha. Se numerarán a partir del último número utilizado en la numeración de los vértices perimetrales.



► Parcelas. La numeración de vértices de las parcelas se iniciará en el vértice que se localiza más al Noroeste del área parcelada, de 1 a "n" de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha.



► Solares. La numeración se hará en cada manzana del 1 a "n", comenzando por el vértice que se ubica en la esquina superior izquierda, de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha.

MZ. - 10

### 3.3 Aplicación de cédulas de información.

Durante el desarrollo del programa de certificación de derechos ejidales (PROCEDE) se aplicarán trece Cédulas de Información ocho de ellas denominadas "Básicas", que contienen información sobre la ubicación geográfica del polígono, área, parcela ó solar de que se trata, además de la clase de tierra, uso del suelo, datos del poseionario, croquis y colindancias.

En las cinco restantes, llamadas "Complementarias" se identifican a los ejidatarios ó poseionarios con

derechos sobre tierras de un área específica, sustentados por un acta de asamblea, lo cual permitirá reconocer tales derechos por medio de la expedición de Certificados ó Títulos de Propiedad.

Las Cédulas de información que se llenarán para cualquier ejido serán las que se describen a continuación.

CLAVE	TIPO DE CEDULA	NOMBRE
C .1. 0	Básica	Información de vértices geodésicos-ptos GPS.
C .1. 1	Complementaria	Registro de observaciones.
C .2. 0	Básica	Información general al interior del ejido,
C .3. 0	Básica	Información de tierras de uso común.
C. 3. 1	Complementaria	Ejidaterios con derecho sobre tierras de uso común.
C. 4. 0	Básica	Información de tierras parceladas.
C. 4. 1	Complementaria	Relación de parcelas y ejidatarios.
C. 5. 0	Básica	Información parcelaria.
C. 6. 0	Básica	Información del área de asentamientos humanos.
C. 6. 1	Complementaria	Relación de solares de servicios públicos.
C. 7. 0	Básica	Información de solares urbanos.
C. 8. 0	Básica	Información de tierras de explotación colectiva.
C. 8. 1	Complementaria	Ejidatarios con derechos sobre tierras de explotación colectiva.

**Veanse las siguientes figuras.**

LEVANTAMIENTO GEODESICO TOPOGRAFICO DEL EJIDO POPOTLAN.

The image shows three overlapping survey forms from the 'Procede' project. The forms are titled 'INFORMACION DE TIERRAS DE USO COMUN' (C.3.0), 'INFORMACION DE TIERRAS PARCELADAS' (C.4.0), and 'INFORMACION DE TIERRAS PARCELADAS' (C.3.1). Each form includes the 'Procede' logo and the text 'SECCION GEOGRAFICA'. The forms contain various fields for data entry, including:

- 1. Estado
- 2. Municipio
- 3. Ejido o RPT
- 4. Poligono Ejidal Nombre
- 5. Tipo de Parcela
- 6. Zona
- 7. Clave de Carta Topografica 1:50,000
- 8. Fecha de Emision/Revisión
- 9. Clasificación de Tierra y Uso General
- 10. Tipo y Cantidad de parcela
- 11. Tipo de parcela
- 12. Servidumbre de Bienes Ejidales
- 13. Servidumbre de Derechos de Ejido
- 14. Infraestructura y Otros
- 15. Tipo de parcela
- 16. Tipo de parcela
- 17. Tipo de parcela
- 18. Tipo de parcela
- 19. Tipo de parcela
- 20. Tipo de parcela
- 21. Tipo de parcela
- 22. Tipo de parcela
- 23. Tipo de parcela
- 24. Tipo de parcela
- 25. Tipo de parcela
- 26. Tipo de parcela
- 27. Tipo de parcela
- 28. Tipo de parcela
- 29. Tipo de parcela
- 30. Tipo de parcela
- 31. Tipo de parcela
- 32. Tipo de parcela
- 33. Tipo de parcela
- 34. Tipo de parcela
- 35. Tipo de parcela
- 36. Tipo de parcela
- 37. Tipo de parcela
- 38. Tipo de parcela
- 39. Tipo de parcela
- 40. Tipo de parcela
- 41. Tipo de parcela
- 42. Tipo de parcela
- 43. Tipo de parcela
- 44. Tipo de parcela
- 45. Tipo de parcela
- 46. Tipo de parcela
- 47. Tipo de parcela
- 48. Tipo de parcela
- 49. Tipo de parcela
- 50. Tipo de parcela
- 51. Tipo de parcela
- 52. Tipo de parcela
- 53. Tipo de parcela
- 54. Tipo de parcela
- 55. Tipo de parcela
- 56. Tipo de parcela
- 57. Tipo de parcela
- 58. Tipo de parcela
- 59. Tipo de parcela
- 60. Tipo de parcela
- 61. Tipo de parcela
- 62. Tipo de parcela
- 63. Tipo de parcela
- 64. Tipo de parcela
- 65. Tipo de parcela
- 66. Tipo de parcela
- 67. Tipo de parcela
- 68. Tipo de parcela
- 69. Tipo de parcela
- 70. Tipo de parcela
- 71. Tipo de parcela
- 72. Tipo de parcela
- 73. Tipo de parcela
- 74. Tipo de parcela
- 75. Tipo de parcela
- 76. Tipo de parcela
- 77. Tipo de parcela
- 78. Tipo de parcela
- 79. Tipo de parcela
- 80. Tipo de parcela
- 81. Tipo de parcela
- 82. Tipo de parcela
- 83. Tipo de parcela
- 84. Tipo de parcela
- 85. Tipo de parcela
- 86. Tipo de parcela
- 87. Tipo de parcela
- 88. Tipo de parcela
- 89. Tipo de parcela
- 90. Tipo de parcela
- 91. Tipo de parcela
- 92. Tipo de parcela
- 93. Tipo de parcela
- 94. Tipo de parcela
- 95. Tipo de parcela
- 96. Tipo de parcela
- 97. Tipo de parcela
- 98. Tipo de parcela
- 99. Tipo de parcela
- 100. Tipo de parcela

**Procede**  
UBICACION GEOGRAFICA

**C.4.1**  
RELACION DE PARCELAS Y EJIDATARIOS

1. LISTADO:  
2. UBICACION:  
3. Ejido o RPT:  
4. Partiquo Ejidal Numero:  
5. Tipo de Predio:  
6. Zona:

REFERENCIA CARTOGRAFICA  
7. Clave de Carta Topografica 1:50,000  
8. Tipo:  
9. Fecha de ...

**Procede**  
UBICACION GEOGRAFICA

**C.5.0**  
INFORMACION PARCELARIA

1. LISTADO:  
2. UBICACION:  
3. Ejido o RPT:  
4. Partiquo Ejidal Numero:  
5. Tipo de Predio:  
6. Zona:

REFERENCIA CARTOGRAFICA  
7. Clave de Carta Topografica 1:50,000  
8. Tipo:  
9. Fecha de ...

**Procede**  
UBICACION GEOGRAFICA

**C.6.0**  
INFORMACION DEL AREA DE ASENTAMIENTO HUMANO

1. LISTADO:  
2. UBICACION:  
3. Ejido o RPT:  
4. Partiquo Ejidal Numero:  
5. Tipo de Predio:  
6. Localidad:

REFERENCIA CARTOGRAFICA  
7. Clave de Carta Topografica 1:50,000  
8. Fecha de levantamiento:

COMPOSICION URBANA

1. Zona	2. No. de solares	3. No. total de solares urbanos	4. No. de solares de Servicio Publico
10. Zona 1			
11. Zona 2			
12. Zona 3			
13. Zona 4			
14. Zona 5			
15. Total			

16. Observaciones:  
A. No. Partiquo Segun Escrituras Provenientes  
del ... Ejido ...  
B. ...  
C. ...



### 3.3.1 Criterios de aplicación

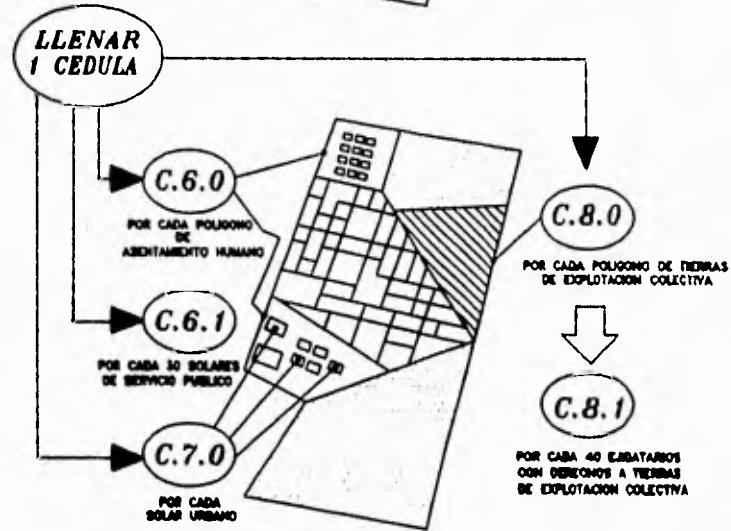
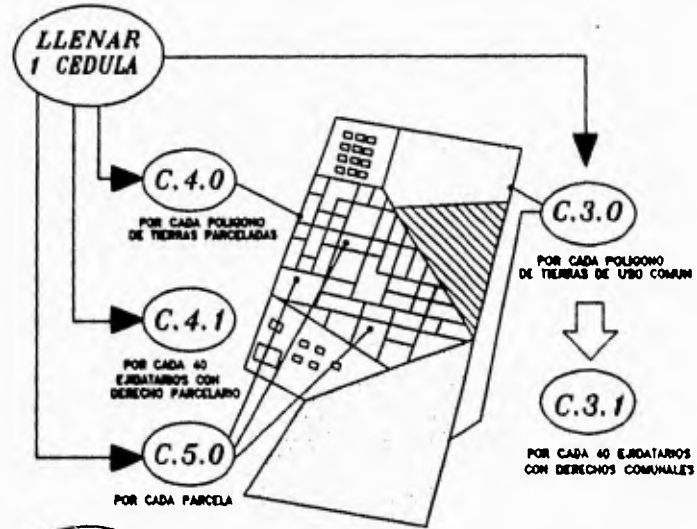
Las cédulas C.1.0 y C.1.1. las llenarán la brigada de "Geodésia" durante la monumentación y establecimiento de los puntos G.P.S de control acimutal (ver ejemplo fig.); la cédula C.1.1. sellenará además cada vez que se posicione el equipo G.P.S. en un vértice dado. El resto de las cédulas las aplicará la Brigada de Medición en los trabajos de marcaje o durante la medición al interior del ejido. (Veanse las siguientes figuras).



El resto de las cédulas las aplicara la brigada de medición en los trabajos de marcaje o durante la medición al interior del ejido.



Las siguientes figuras dan una idea clara de la aplicación de las cédulas antes citadas.



Los siguientes conceptos son básicos para entender la aplicación de las cédulas antes citadas.

*Polligono ejidal*

Se entiende como polígono ejidal a los linderos y la superficie correspondiente a cada acción agraria, mediante la cual se asignaron tierras al ejido, entendiéndose como acciones agrarias la dotación, las ampliaciones fusiones, permutas, etc.

*Tierras de riego*

Se consideran como tierras de riego, aquellas que en virtud de obras artificiales dispongan de agua suficiente para sostener de modo permanente los cultivos propios de cada región, con independencia de la precipitación pluvial.

*Tierras de humedad*

Son aquellas que por las condiciones del suelo y meteorológicas de la región, suministren a los cultivos humedad suficiente para su desarrollo.

*Tierras de temporal*

Son aquellas en las que el agua necesaria para que los cultivos completen su ciclo vegetativo, proviene exclusivamente de la precipitación pluvial.

*Tierras de agostadero*

Se consideran como terrenos de agostadero, aquellos que por su precipitación pluvial, topografía y calidad, produzcan en forma natural o cultivada, pastos y forrajes que sirvan para alimento del ganado.

*Tierras de monte*

Son aquellas que se encuentran pobladas de vegetación silvestre, ya sea arbustiva ó arbórea, cuya reproducción y desarrollo se efectúa de modo natural ó con la intervención del hombre cuando persigue fines de reforestación, saneamiento ó fijación del suelo.

*Infraestructura y otros*

Son las instalaciones ó construcciones fijas que se utilizan para:

- Albergar, explotar ó reproducir animales (naves, corrales, etc.)
- Apoyar la reproducción agrícola, incluso el beneficio de productos agrícolas.
- Aprovechar recursos forestales.
- Conservar productos agrícolas, ganaderas o forestales (bodegas, silos, etc.)
- También se incluyen aquí las viviendas, caminos y las superficies cubiertas por agua.

### **3.4. Metodos de levantamiento**

Indistintamente del ejido a medir, con el objeto de establecer un marco geodésico uniforme de referencia, todos los levantamientos que se realicen para la delimitación de las tierras ejidales, estarán ligadas a la RED GEODESICA NACIONAL, para lo cual se podrán utilizar dos métodos de levantamiento.

Directo - geodésico y topográfico

Indirecto - fotogramétrico

#### **a) Metodo directo**

Consiste en el levantamiento Geodésico y/o Topográfico, cuyo propósito final es determinar las coordenadas geográficas ó geodésicas de puntos situados sobre la superficie terrestre.

Esta actividad implica la medición con apoyo de satélites, mediante el sistema de posicionamiento global (G.P.S.) y procedimientos tradicionales de medición tales como: Poligonación, Triangulación, Trilateración, utilizando equipos de medición de alta precisión.

#### **b) Metodo indirecto**

Consiste en los levantamientos realizados a partir de materiales fotográficos o fotogramétricos, que permiten la fotoidentificación en campo de los vértices de las tierras parceladas, de uso común y de asentamiento humano para, posteriormente digitalizar ésta información en equipos de computo electrónico.

El material fotográfico a utilizar deberá ser de calidad tal que refleje nitidamente las condiciones actuales de los predios a medir.

En las fotografías aéreas u ortofotos donde se efectue la fotoidentificación, se deberán picar los vértices de parcelas en la emulsión del material utilizado con una aguja muy delgada en el punto preciso.

Dependiendo del tamaño de las parcelas se podrán utilizar los productos derivados siguientes:

- 1) Cuando el promedio de las parcelas sea de 30 Has. o mayor se utilizarán productos derivados a escala 1:20,000.

- 2) Cuando el promedio de las parcelas sea de 10 Has. ó mayor se utilizarán productos derivados a escala 1:10,000.
- 3) Cuando el promedio de las parcelas sea de 2 Has. ó mayor se utilizarán productos derivados a escala 1: 5000.
- 4) Cuando el promedio de las parcelas sea menor de 2 Has. así como para el levantamiento de los solares en las áreas del asentamiento humano se utilizarán productos derivados a escala 1: 1000

#### **3.4.1. Precisión de los levantamientos**

El establecimiento de las estaciones satelitales (Puntos G.P.S.) vinculados a la red Geodésica Nacional, deberán garantizar una precisión relativa de 1: 50 000, para lo cual se utilizarán equipos de dos bandas, observando simultáneamente un mínimo de cuatro satélites durante una hora, o bien equipos de una banda en las mismas condiciones, pero en distancias no mayores a 20 km.

En la propagación de las coordenadas de las estaciones establecidas por el sistema de posicionamiento global (G.P.S.) mediante los procedimientos tradicionales (Poligonación, Triangulación, Trilateración, etc.), se deberá garantizar una precisión de 1:20,000. Cuando se levanten las tierras parceladas, de uso común y del asentamiento humano, mediante el método directo, debe garantizarse una precisión de 1: 10,000 mínima y cuando se realicen por el método indirecto, la precisión de la fotoidentificación deberá ser 0.2 mm.

Cabe señalar que las normas técnicas antes descritas fueron emitidas por el Registro Agrario Nacional (R.A.N.)

#### **3.4.2. Procedimientos de medición del "Ejido POPOTLAN"**

Es importante mencionar que el método de medición adoptado para la medición del estado de Morelos, fue el de Poligonación, con alternativas de medición en las radiaciones, por lo tanto, una vez descritos los trabajos llevados a cabo en este ejido se tendrá una idea general de la calidad de los mismos.

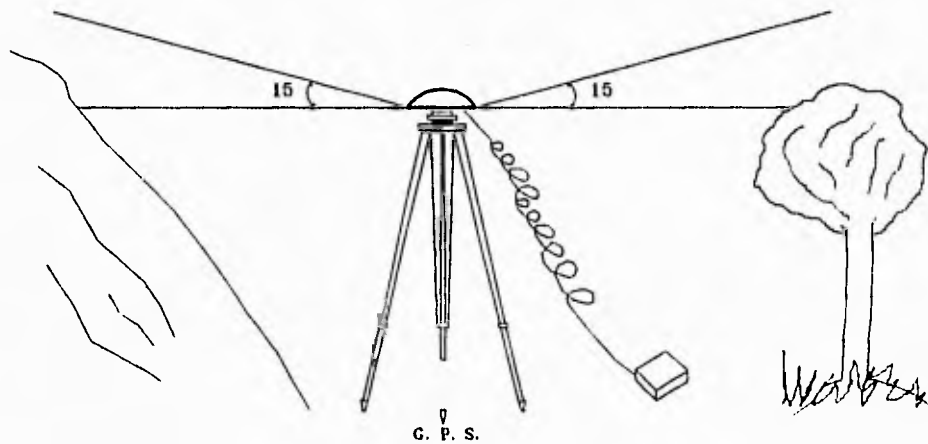
Una vez que se ha obtenido el croquis general del ejido, estando el mismo en manos de la brigada de medición, se hizo un reconocimiento de campo, con el objeto de identificar las condiciones físicas del terreno, lo que permite definir específicamente donde se establecerá los puntos G.P.S. de control (Línea de Control Acimutal), misma que servirá para propagar coordenadas a todos los vértices de

poligonal que se tengan en el ejido.

Concluido éste trabajo, todos los vértices de los diferentes polígonos contarán con coordenadas de longitud, latitud y altitud, que permitirán ligar el levantamiento del interior del ejido a la Red Geodésica Nacional Activa.

Para poder medir la línea de control acimutal con equipo G.P.S. se verifica que existan las condiciones adecuadas para la recepción de las señales: (Vease la siguiente fig.).

#### VISIBILIDAD SOBRE EL HORIZONTE

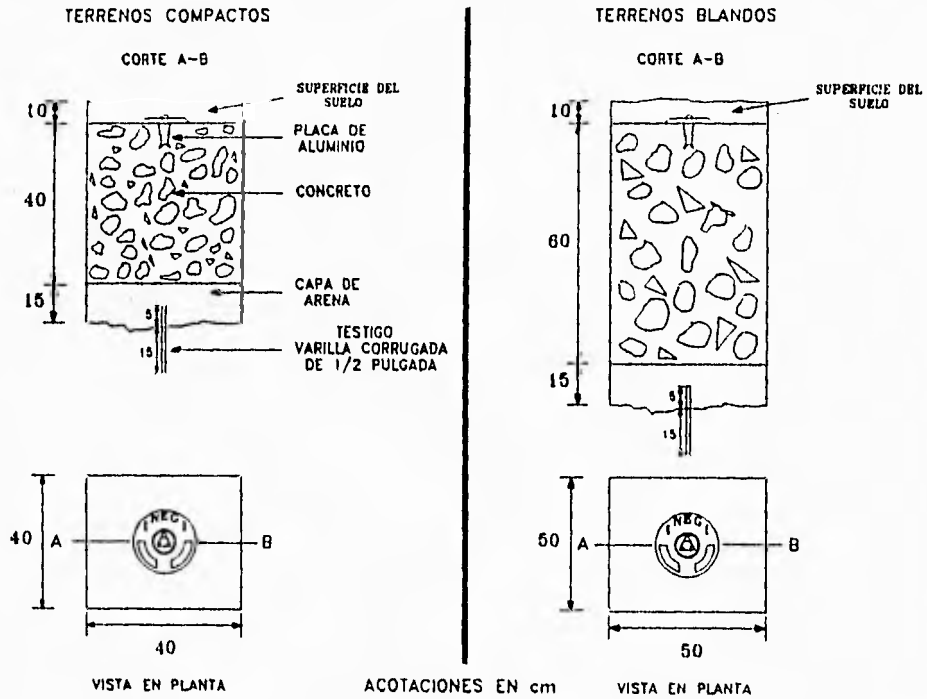


- ▶ Visibilidad sobre el horizonte de 15 grados como mínimo para garantizar la recepción de la señal de los satélites.
- ▶ Que no existan elementos que interfieran el buen funcionamiento de los instrumentos de medición como torres de alta tensión, antenas de telecomunicaciones y obstáculos.
- ▶ Que el terreno sea firme y permita la colocación del monumento y/o el equipo.

Una vez determinado el sitio donde se establecerán los puntos G.P.S. se procede a construir los respectivos monumentos, aceptándose como tales:

**LEVANTAMIENTO GEODESICO TOPOGRAFICO DEL EJIDO POPOTLAN.**

a) Los hechos de concreto que contengan un testigo subterráneo alineado verticalmente con la placa metálica. Vease la siguiente fig.



b) Los hechos en roca sana con la placa metálica empotrada con cemento: Ver figura.



Concluida la monumentación de la línea de control, la brigada de "Geodésia" calendarizará la fecha

de posicionamiento (con equipo G.P.S.) de la línea de control; por lo que se define que dicho posicionamiento puede ser anterior, posterior ó durante los trabajos de medición en el ejido.

**3.4.2.1. Poligonación y alternativas de medición**

Como se ha mencionado anteriormente, éste es el método por el cual se mediran los ejidos a nivel estatal en Morelos.

La poligonación es un método de levantamiento geodésico y/o topográfico que consiste básicamente en medir todos los ángulos y distancias de los lados de un polígono, obteniendo las coordenadas de todos los vértices que lo componen, en el entendido que al término de las mediciones, se verificarán siempre los cierres angular y lineal.

Las normas técnicas que se considerarán para el método de poligonación fueron las siguientes:

- ▶ El método se utilizará principalmente en la medición del perímetro del polígono ejidal y poligonales de apoyo.
- ▶ La tolerancia por estación para el ángulo horizontal y vertical sera de 4 "
- ▶ La tolerancia al cierre angular del polígono será calculado por la fórmula  $8'' \sqrt{N}$
- ▶ Al término de la medición de la poligonal se debe conocer la precisión obtenida.
- ▶ La precisión mínima requerida para propagación del control geodésico es de 1:20,000
- ▶ La poligonación se realizará con el programa "serie de observaciones" de la libreta electrónica.
- ▶ Se debe tomar 2 series de observaciones en cada estación.
- ▶ Se deberá usar invariablemente el tripié para colocar el prisma en las mediciones de cada vértice de poligonal.
- ▶ La medición de las poligonales de apoyo se iniciará y terminará en puntos G.P.S.

**Procedimientos de medición**

Centrada y nivelada la Estación Total (E.T) se procede enseguida a leer las direcciones de los lados

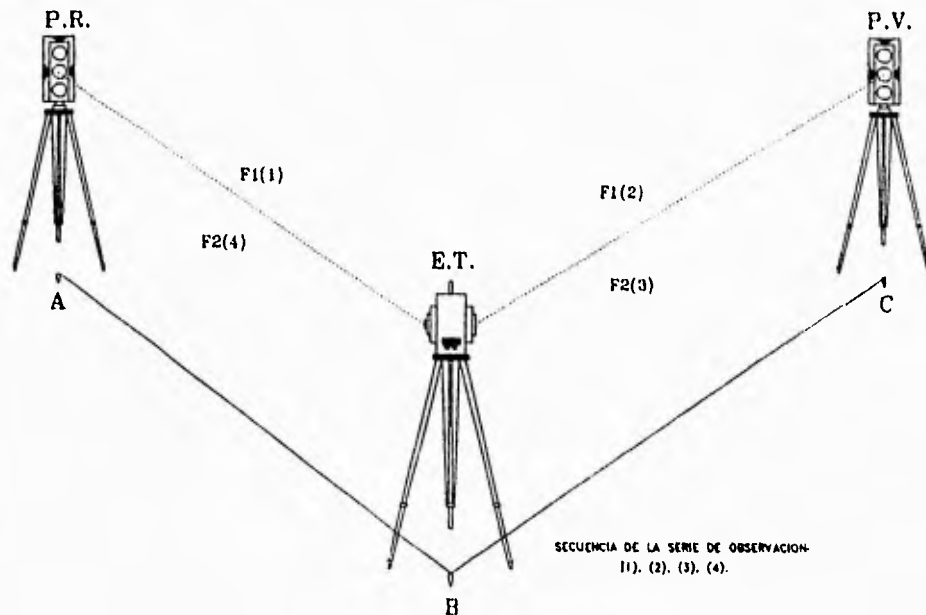
**LEVANTAMIENTO GEODESICO TOPOGRAFICO DEL EJIDO POPOTLAN.**

---

que concurren al vértice del que parten dichas observaciones, para ello se verifica que el anteojo éste correctamente apuntado a las respectivas señales; es decir que no exista error de paralaje. Se verifica moviendo rápidamente la cara sin separar el ojo del ocular, si se presentan movimientos, hay que enfocar y ajustar la puntería con mayor cuidado.

No hay que olvidar que deben completarse dos series de observaciones, a continuación se ilustra dicho procedimiento y la forma en que se llevan a cabo los registros.

Sea B el punto de estación del instrumento de coordenadas conocidas, A el punto atrás (referencia de coordenadas conocidas) y C el punto adelante visado, observese figura.



Se entiende como una "serie de observación", el visar desde la estación del instrumento el punto de atrás y el punto de adelante en posiciones, directa (F1) e inversa (F2), en donde se obtienen dos observaciones de ángulos y distancias para cada punto.



El formato para registro de campo sería el siguiente (valores supuestos).

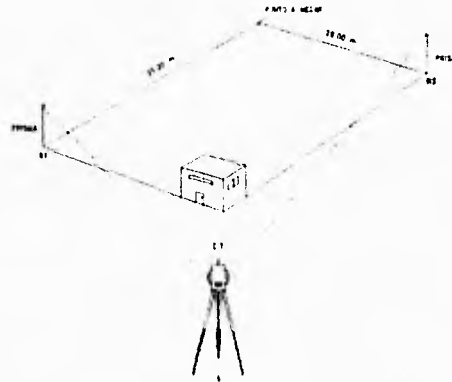
SET	CARA	ESTACION	P.V.	DISTANCIA	ANG VERTICAL	ANG HORIZONTAL	PROM ANG. HOR.	OBSERVACIONES
1	F1	B	A	963.325	92°26'05"	00°00'00"		
1	F1		C	1231.481	88°13'27"	140°17'57"	140°17'57"	
1	F2		C	1231.480	271°46'30"	320°17'22"	140°17'56"	
1	F2		A	963.325	267°33'53"	179°59'26"		
2	F1	B	A	963.326	92°26'04"	00°00'20"		
2	F1		C	1231.481	88°13'30"	140°18'19"	140°17'59"	
2	F2		C	1231.481	271°46'29"	320°18'21"	140°17'56"	
2	F2		A	963.326	267°33'55"	180°00'25"		

Es necesario, antes de mover el equipo, efectuar el chequeo en campo de las series de observaciones; calcular la diferencia angular de las direcciones en ambas observaciones. En caso de no cumplir con la tolerancia requerida .Se deberán realizar las series (sets) que sean necesarias hasta alcanzar la tolerancia que se pide en las normas técnicas.

Bajo la metodología antes descrita fué como se lograron medir las seis poligonales de apoyo que fueron la base para la medición del "Ejido Popotlan". Es importante señalar que debido a las condiciones topográficas del terreno fue necesario aplicar alternativas de medición que posee la libreta electrónica, durante las radiaciones.

Las opciones que nos da la libreta en el modo taquimétrico para poder tomar radiaciones de puntos con obstáculos y que garantizan una precisión mínima de 1:10.000, son los siguientes:

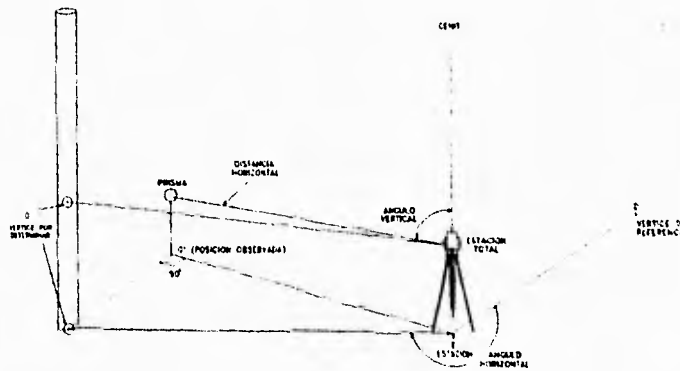
**A. Intersecciones.** - Este método consiste en calcular la posición de un punto donde convergen 2 líneas que parten de 2 puntos de coordenadas conocidas previamente.



Esta alternativa, por lo general se aplica en casos particulares de la zona de asentamientos humanos, en los solares urbanos. Bastará con medir las distancias de los puntos conocidos al punto por conocer y utilizando el programa de "intersecciones" del menú de la libreta electrónica se calcularán automáticamente las coordenadas que interesan.

**B. Angulo de desplazamiento**

El desplazamiento angular es hecho al observar el ángulo vertical y la distancia separadamente del ángulo horizontal. Las mediciones luego son combinadas en un solo registro de observación.



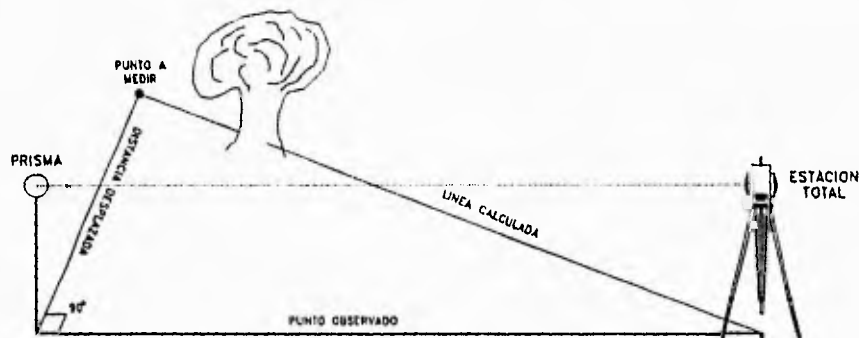
1. Presionando primeramente en la libreta electrónica la tecla programable «OFS» que medirá la distancia y el ángulo vertical al prisma.

2. Posteriormente presionando la tecla «READ» ó «ANGULO» medirá solamente el ángulo horizontal.

Finalmente la libreta realizará la combinación de ambos registros dando como resultado las coordenadas del punto a medir.

#### *Desplazamiento de una distancia*

El desplazamiento de una distancia se realiza al observar un prisma a una distancia conocida del punto a medir. La dirección del prisma al punto es perpendicular con respecto a la línea de la visual desde el instrumento al prisma.



La observación se inicia presionando la tecla «OFS-D»; el instrumento mide los ángulos y la distancia al prisma, dos campos extras aparecen en la pantalla de la libreta, uno para poner el valor de la distancia y el otro para poner la dirección del prisma a partir del punto a medir tal como es visto por el operador del instrumento. Para indicar la dirección se usa el cursor de la libreta, la cual interpretará de la siguiente forma.

Prisma a la derecha del punto a medir ⇒

Prisma a la izquierda del punto a medir ⇐

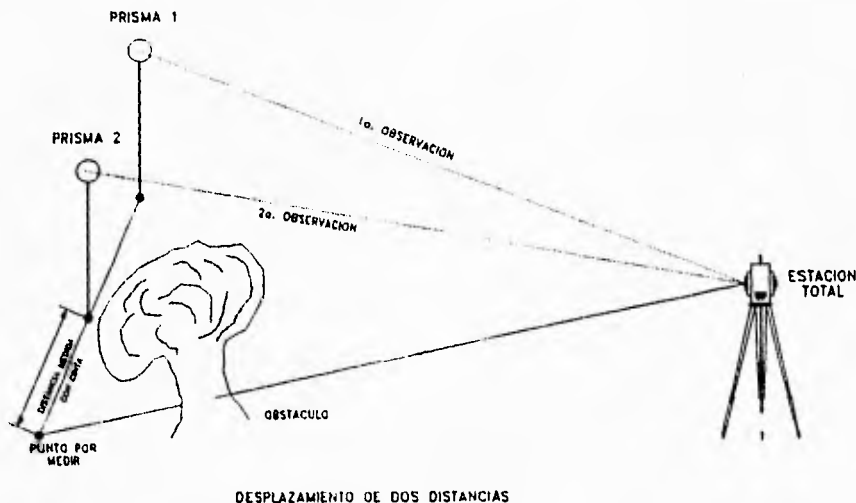
Prisma atrás del punto a medir ↑

Prisma al frente del punto a medir ↓

Una vez que se han llenado los campos, se presiona «OK» y la libreta electrónica calcula los ángulos y la distancia al punto a medir, almacenandolos en un solo registro de observación.

*Desplazamiento de dos distancias*

1. Se inicia esta observación presionando la tecla programable "OS-2D". Se toma la observación al primer prisma (el que esta mas lejos del punto por medir).



2. Apuntando al segundo prisma y presionando la tecla «READ» una vez terminada la primera medición, la libreta electrónica pedirá observar el segundo prisma, ingresando la distancia desplazada (distancia entre el prisma 2 y el punto por medir). La libreta electrónica calcula la posición de los dos prismas y extrapola el vector entre ellos para el desplazamiento especificado. Luego calcula las coordenadas del punto a medir.

De ésta forma y como puede observarse estas alternativas son la solución a puntos de difícil visibilidad, mismos que se presentan en diversos trabajos como en el caso del ejido que nos ocupa, por lo cual se recomienda hacerlo con cuidado para evitar confusiones.

Finalmente cabe mencionar que en todo trabajo topográfico de acuerdo a la calidad de las observaciones será la precisión de los mismos, es decir nosotros fijaremos esa calidad que necesitamos de acuerdo al trabajo que se requiera. No hay que olvidar en el uso de equipo electrónico se tienen que considerar las condiciones atmosféricas en las que se está trabajando, la aproximación del aparato con el que se va a medir para fijar nuestras tolerancias en las observaciones como es el caso de la

**LEVANTAMIENTO GEODESICO TOPOGRAFICO DEL EJIDO POPOTLAN.**

---

Estación total, y se obtenga la precisión deseada.

Como se observará más adelante a la hora de procesarse los datos de campo (de la libreta electrónica), la impresión de los resultados mostrarán todos los elementos que se consideran en cada levantamiento mismos que con la experiencia en el manejo del equipo de medición se irán controlando y eliminando posibles errores.

## CAPITULO 4

### PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION DE CAMPO A TRAVES DEL PAQUETE SDR-MAP

Hasta el momento se ha visto el procedimiento de medición y método elegido para ello; además de mencionar previamente el equipo electrónico que se ha utilizado, así como las ventajas que tiene sobre los equipos topográficos tradicionales.

Para utilizar las poligonales de apoyo (radiar desde éstas), es necesario observar la normas técnicas establecidas por el Registro Agrario Nacional (R.A.N.), efectuar previamente a estas un ajuste por el método de mínimos cuadrados. Este método resultaría demasiado laborioso hacerlo de forma manual, para ello se diseñó un paquete de computación, que aparte de dar a conocer la precisión de los trabajos de poligonal, mostrará además el dibujo en la pantalla de la computadora, una vez que haya sido procesada la información de la libreta electrónica (SDR 33) que es donde se encuentra almacenada toda la información de campo del ejido que se trata.

#### 4.1. Introducción

El programa SDR - VARIN es un sistema basado en ordenadores personales que consiste en paquetes modulares. Los módulos se pueden integrar para disponer de soluciones dadas como respuesta a necesidades de Topografía y otras áreas de la Ingeniería.

Dichos módulos son:

**SDR link**      Software de edición de comunicaciones de datos para colectores de datos Sokkisha, está integrado en el SDR MAP.

**SDR map**      Software de dibujo de mapas obtenidos al procesar observaciones topográficas.

**SDR contour**      Software para la producción de planos de curvas de nivel.

**SDR profile**      Software de dibujo de perfiles longitudinales y transversales.

SDR cale Software de cálculos analíticos de coordenadas en pantalla gráfica interactiva.

SDR volumen Software de cálculos de volumen de control de movimientos de tierra.

SDR road Software de diseño de obras lineales para cálculos del volumen de diseño.

SDR digitise Software para la digitación de planos existentes.

Este programa está diseñado para su utilización conjuntamente con la serie SDR de colectores de los equipos Sokkisha. El SDR-MAP proporciona un interfase entre éstos colectores de datos y el Plotter.

Como se aprecia através de éstos módulos se cubren casi todas las necesidades de topografía. Para los fines que persigue el PROCEDE, tales necesidades quedan cubiertas mediante el paquete SDR MAP, debido a que los trabajos realizados son de catastro y lo que se desea es la obtención de los planos correspondientes.

#### **4.2. Instalación del Paquete.**

Para poder utilizar el paquete SDR MAP se requiere:

##### **1. HARDWARE**

- a) Una computadora personal compatible con la siguientes características:
  - ▶ Memoria RAM de 640 kb o mayor.
  - ▶ Unidad del disco de 3 1/2" ó 5 1/4".
  - ▶ Puertos seriales (para ratón y libreta electrónica) y un puerto paralelo
  - ▶ 10 Mb mínimo disponible en Hard Disk.
- b) Impresora
- c) Ratón

##### **2 Software**

- a) Sistema operativo MS - DOS versión 3.0 ó posterior
- b) Programa SDR - MAP, que consta de:
  - ▶ Paquete de discos (8 de 3.5" ó 6 de 5.25")
  - ▶ Llave de acceso (Hardware Lock).

Para realizar la instalación será necesario ejecutar los siguientes pasos.

1. Conectar a la computadora los siguientes dispositivos
  - ▶ Llave de acceso en el puerto paralelo
  - ▶ El ratón (mouse) al puerto COM 1
2. Encender la computadora de manera habitual
3. Cuando aparezca el indicador C, instalar el disco 1 en el drive A cambiándose a dicha unidad.
4. Escribir INSTALL y presionar ENTER.

Al iniciar la instalación se visualizará la siguiente pantalla.

SDRMAP INSTALACION	
System directory	C:\SDRSYS
Data directory	C:\SDRDATA
Disquete	A:\
Country	Spain
Adaptador grafico	Video Graphics Array (VGA)
Continuar	[F1]
Press enter to install the system	
Press ESC to exit, [F1] to continue	

El sistema pedirá la inserción de los diskettes del programa conforme vaya instalando cada uno en el disco duro, después de leer el último disco, el programa habrá sido instalado.



5. El programa mostrará la pantalla de configuración.

CONFIGURACION				
Lenguaje	Español		V 4.0	
Direct. temporal datos			C:\SDRDATA\	
Dir. datos por defecto			C:\POPOTLAN\	
Orden de aparicion de las coordenadas			Norte, Este	
Unidades	Díslanc.	Metros	Area	Mts. cuadrados
	Angulo	Cents.	Acimut	Acimut
	Temperatura	Celsius	Presion	Mbar
	Pend.	En %	Acimut N.	0° 00'
	Volumen	M3		
Radio de la Tierra	6378388.10			
Fondo	atributo	Ninguno	Color	Verde
Primer plano	atributo	Remarcado	Color	Amarilla
Remarcado	atributo	Inverso	Color	Amarilla
Raton: Disp. Software (P.e. System/2)			Paso (mm)	30
Sistema Configuracion	Puerlas Serie		Opclanes Impresoras	
<p>NOTA: Los cambios efectuados en los parametros anteriores, no tendran efecto hasta que el sistema se conecte de nuevo.</p>				
<p>Pulse ESC para salir</p>				

Se deberán seleccionar las unidades requeridas para el trabajo como lo muestra la pantalla anterior, una vez elegida la configuración correcta, se presiona <RESET> para salvar los cambios.

#### 4.3. Creación de trabajos

Estando en el indicador del MS - DOS, se teclea MAP para entrar al programa:

C:\>MAP → <ENTER>

Y mostrará la siguiente pantalla:

- [1] Empezar nuevo trabajo
- [2] Seleccionar trabajo existente

En seguida se selecciona la opción [1] y aparecerá la siguiente pantalla.

DETALLES INICIALIZACION TRABAJO		
Id. trabajo		PA1
Directorio para el trabajo		C:\SDRDATA\03322401\
Nombre trabajo	POPO1	
Descripcion	POLIGONAL	
Referencia	10 DE SEPTIEMBRE DE 1994	
Topografo	ING. MARIO LARA LOPEZ	
Operador ordenador	ING. ENRIQUE HERNANDEZ HERNANDEZ	
Proyeccion		Nada

Pulse [F1] cuando los detalles esten correctos

Pulse ESC para salir

En el campo Id trabajo (Identificación del trabajo) se escribirán como máximo tres caracteres con los cuales quedará identificado el trabajo, dichos caracteres serán la extensión de todos los archivos del mismo trabajo, de manera que no podrá haber identificadores de trabajos duplicados para un mismo polígono.

La identificación está formada con los siguientes campos

**T A N** Donde TA - tipo de área  
N - número de descarga de datos

no olvidando que los tipos de área son:

<b>PE</b>	Perímetro Ejidal
<b>PA</b>	Poligonal de Apoyo
<b>UC</b>	Uso Común
<b>AP</b>	Área Parcelada
<b>AH</b>	Asentamiento Humano
<b>EC</b>	Explotación Colectiva
<b>PS</b>	Parcelas
<b>SU</b>	Solares Urbanos

Por ejemplo **SU1** SU = Solares Urbanos  
1 = Descarga Uno

El campo **Directorio para el trabajo**, almacena los archivos de datos del mismo. Este directorio puede ser creado en el sistema operativo ó dentro del propio Software.

El nombre del directorio deberá ser:

**M M M E E E B B** Donde: M = Clave del Municipio  
E = Clave del Ejido  
B = Número de Brigada

Por ejemplo, Para el Ejido de Popotlan será :

**03322401**

En el campo **Nombre del trabajo** se deberá poner el que trae la libreta más el número de brigada

Para el Ejido en cuestión será **POPO 1**

Finalmente, los campos **Descripción**, **Referencia**, **Topógrafo**, y **Operador** serán llenados a criterio del operador de la computadora.

En el campo **Proyección** se especifica la proyección usada para el trabajo en el cual estará basado el cálculo de las coordenadas. Por regla general se selecciona la proyección nada, debido a que se utiliza Estación Total y la medición es solo en el plano.

Para admitir ésta Pantalla, asegurandose que los detalles estén correctos se presionará [F1].

#### 4.4. Recepción de Datos.

Encontrándose en el menú principal se observará la siguiente pantalla.

SOKKIA SOFTWARE V4.02 SERIAL NUMBER:10437

MENU PRINCIPAL

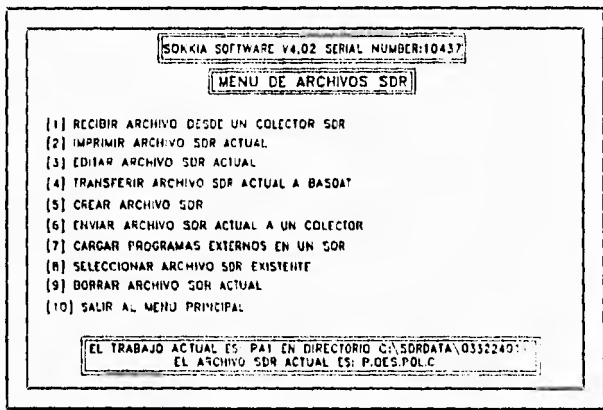
[1] CREACION Y SELECCION DE TRABAJOS      [9] DIBUJO Y PROCESO DE CODIGOS  
[2] MENU DE ARCHIVOS SDR                      [10] IMPORT/EXPORT MENU  
[3] EDITOR DE LA BASE DE DATOS  
[4] BASE DE DATOS (MODO TEXTO)  
[5] COMPARACION DE DATOS  
[6] UTILIDADES  
[7] CONFIGURACION DEL SISTEMA  
[8] SALIR A DOS

EL TRABAJO ACTUAL ES: PA1 EN DIRECTORIO C:\SDRDATA\03322401\  
EL ARCHIVO SDR ACTUAL ES: P.DES.POL.C

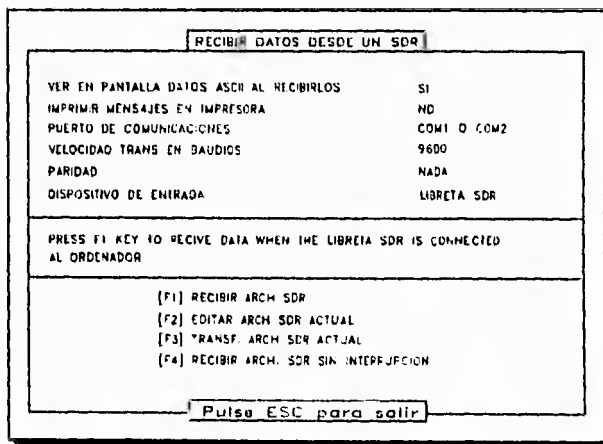
Cabe señalar que antes de hacer los trabajos de la libreta electrónica, habrá de verificarse la condición de cierre angular y la precisión lineal de acuerdo con la normatividad establecida, en caso de no

cumplirse no habrá recepción de datos.

Una vez que se ha creado la identificación del trabajo se selecciona la opción [2] del menú principal, mostrando la siguiente pantalla.



Se deberá elegir **Recibir archivo desde un colector SDR** y presionar <ENTER>, aparecerá la pantalla siguiente.

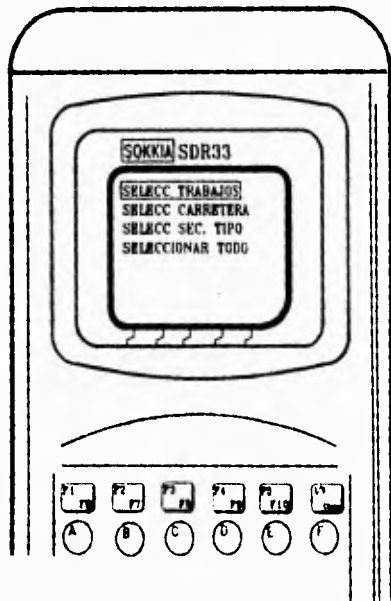


En ésta pantalla se observan los datos que invariablemente tendrán que ir para efectuar la recepción. Una vez que se halla llenado la pantalla correctamente, enseguida se prepara la libreta electrónica en el siguiente orden.

---



1. Encender la libreta de manera habitual.
2. Seleccionar F3 (COM) desplegándose la sig. pantalla.
3. Seleccionar ver registros salida, de tal forma que las dos primeras opciones estén en si.
4. Enseguida se checa en "Selección de Comunicación" los datos que corresponden a los mismos que tiene la computadora en cuanto a velocidad de transmisión y puerto de conexión, etc.

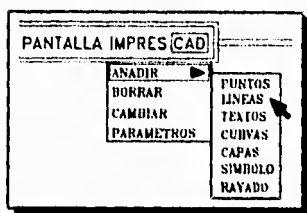
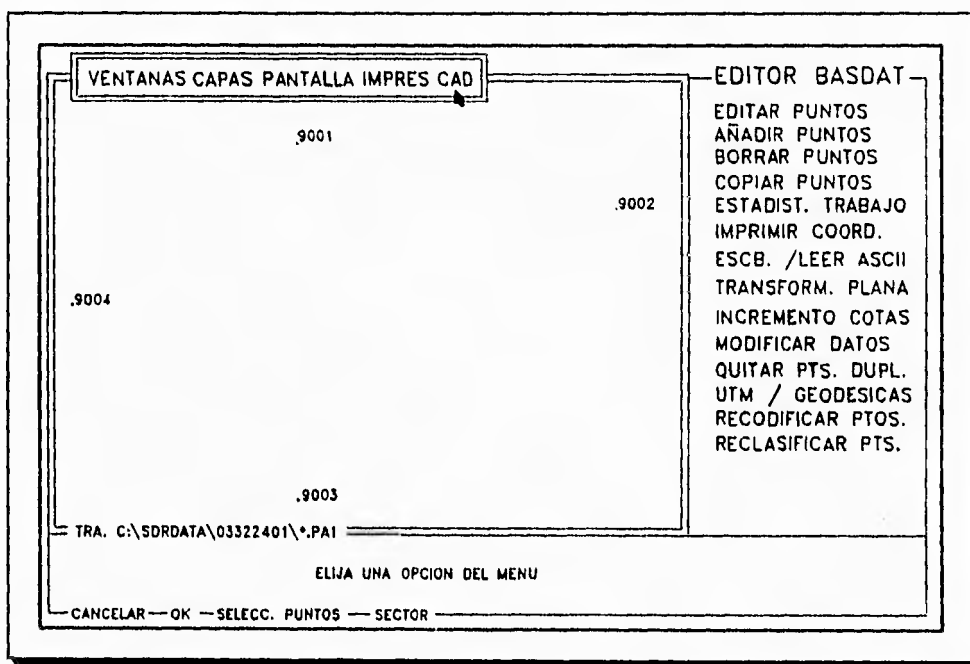


5. Finalmente se selecciona "Salida de Comunicación" y aparecen las siguientes opciones.

Donde se elige la primera opción, apareciendo el listado de los trabajos existentes, se posiciona el cursor en el que se desea enviar, enseguida se presiona OK, observándose en la pantalla de la computadora la transmisión de los datos, haciendo una indicación cuando finalice el proceso.

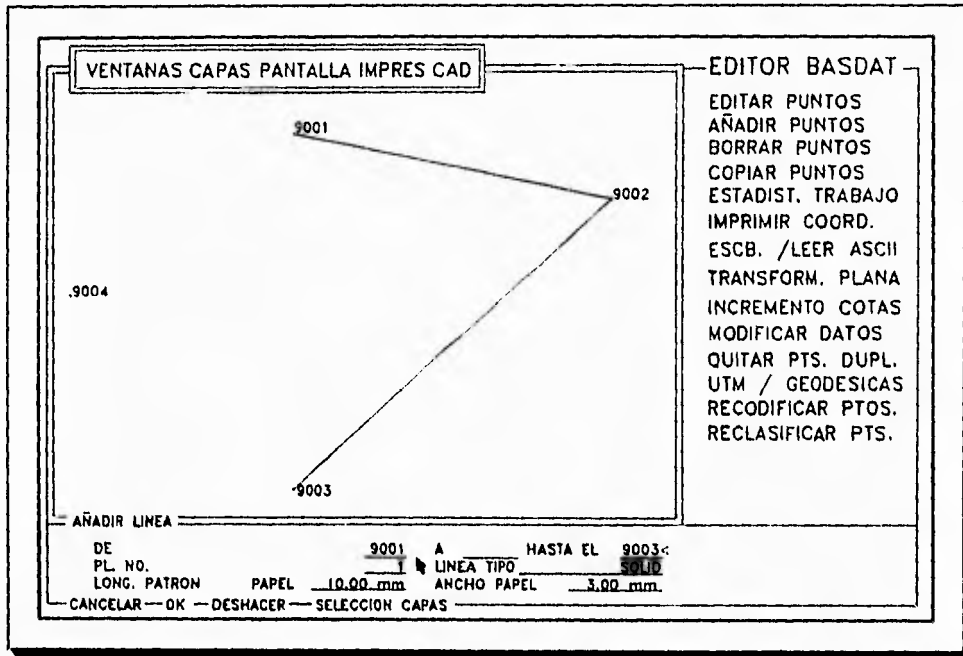
#### 4.5. Unión de Puntos en la Base de Datos.

Para poder unir puntos en el SDR map y culminar con el dibujo del levantamiento del ejido con sus respectivas poligonales de apoyo, es necesario haber transferido el archivo SDR (datos recibidos de la libreta electrónica ) a la base de datos y seleccionando la opción [3] "Editor de la base de datos" del menú principal aparece la siguiente pantalla que muestra los puntos, en este caso de la poligonal de apoyo.



Se selecciona la opción **CAD** de la barra del menú superior que aparece en pantalla y aparecerán dos recuadros que son los siguientes:

Enseguida, posicionandose en el campo que indica la flecha en la pantalla (Añadir Lineas) y presionando enter aparecerá la Pantalla.



En el recuadro inferior deberá teclearse el número de donde va a partir la línea, enseguida el punto de llegada, hasta terminar con el cierre de la figura, de ésta forma es como se irán uniendo figuras tanto para poligonales de apoyo, así como para solares urbanos y parcelas.

Para auxiliar la unión de puntos en la base de datos, con mayor rapidez la línea superior de la pantalla, contiene los menús de persiana disponibles en el programa, mismos que son: VENTANAS, CAPAS PANTALLA, IMPRESORA, CAD, etc. (vease la fig. anterior).

El acceso a dichos menús se efectúa en forma más rápida a través del mouse (ratón), aunque también pueden trabajarse con el teclado de la computadora pero resulta más lento.

El contenido de los menús antes citados es el siguiente:



### Menu de Ventanas

El menú de ventanas controla la escala y el origen de la representación de los puntos en la zona gráfica, contiene las opciones:

**ZOOM**  
**MOOZ**  
**MOOZ TOTAL**  
**PT CENTRAL**  
**REFRESCAR**

La opción ZOOM se usa para ampliar la escala de visión, al seleccionarlo aparece un rectángulo, el cual se desplaza a voluntad para ampliar la zona que se desea ver a detalle.

La opción MOOZ, opuesta al ZOOM reduce la escala de visión. La opción MOOZ total vuelve a la escala y origen que visualiza todo el trabajo en la pantalla.

La opción PT Central mueve el origen de la visión sin cambiar la escala es útil cuando se ha ampliado una zona y se quiere visualizar puntos que queden fuera de la pantalla.

La opción refrescar redibuja todas las líneas de la pantalla, se necesita ocasionalmente para clarificar la visión de la pantalla gráfica cuando se ha borrado un gran número de líneas.

### Menú Capas

Todos los datos susceptibles de ser mostrados en la pantalla gráfica se dividen en categorías llamadas capas. La identidad de las capas dependerá realmente del área del programa en la que se trabaje, pero la técnica para seleccionar las capas siempre es la misma. El menú capas contiene las opciones.

- ▶ **Ver todo.** Los datos de todas las capas se visualizan en la pantalla gráfica
  
- ▶ **Auto selección.** En este caso el programa decidirá las capas que se visualizan

- ▶ **Seleccionar.** Cuando se selecciona esta opción aparece una ventana en la pantalla que contiene los nombres de las capas disponibles para su visualización. Para marcar ó desmarcar una capa se coloca el indicador del ratón en su nombre y presiona OK. La ventana de capas se cerrará y la visión del plano se redibujará para reflejar la selección.

### **Menú de Pantalla**

El menú Pantalla contiene las opciones siguientes

- Número de punto
- Código de punto
- Modo rápido
- Curvas de nivel

Para seleccionar la opción, se señala su nombre con el ratón y se pulsa el botón izquierdo, el menú se cerrará y la opción especificada será activada. Los detalles de las opciones de pantalla son los siguientes:

**Número de punto.** Activando esta opción, aparecerán en la pantalla gráfica los números de los puntos a la derecha de los propios puntos.

**Código de punto.** Activando el campo de este menú, aparecerán en pantalla los respectivos códigos de cada punto a la derecha del propio punto.

**Modo rápido.** Activando esta opción se obtiene una regeneración más rápida de la pantalla de la siguiente manera:

- Todas las líneas se dibujan como líneas contínuas.
- Todos los símbolos se dibujan como puntos.
- Todo el texto se visualiza en el modo texto rápido (se visualiza un rectángulo que representa el texto).
- No se muestra anotaciones de puntos ó línea.

Es importante observar que las definiciones gráficas originales de todas las entidades se conservan y serán usadas nuevamente al desactivar la opción MODO RAPIDO. Cuando se usa esta opción, el dibujo no tiene tanto detalle como en el modo manual, pero este modo es practico para visualizar un trabajo completo, de manera que se puede ampliar ó identificar una zona.

Finalmente la opción **CURVAS DE NIVEL** del menú **PANTALLA**, permite mostrar en pantalla un modelo de curvas de nivel, siempre que el SDR contour esté instalado.

De esta forma es como se logra trabajar la base datos y concluir con el dibujo topográfico de que se trate.

#### 4.6. Ajuste de Poligonales

El ajuste por mínimos cuadrados del SDR map ha sido diseñado para su uso con redes geograficamente pequeñas, del orden de 10 Km. El cálculo se hace sobre la proyección especificadas para el trabajo en el momento de crear el mismo, aplicando factores de escala para la conversión de distancias esferoidales a planas.

El método de mínimos cuadrados que usa el SDR map se basa en la ecuación matricial siguiente:

$$X = (A^t W A)^{-1} A^t W b$$

donde:

**X** = Estimación de parámetros de mínimos cuadrados

**A** = Ecuación de observación

**W** = Matriz de pesos

**b** = Valores observados-calculados

**Desviación estándar**

Las desviaciones estándar se calculan de la forma siguiente:

1. Los valores de tolerancia de la observación, que se especifican en la opción tolerancias generales, son las estimaciones a priori del error estándar de una observación (m). Donde m es el valor tres de desviación estándar.
2. El resto de una observación (R) es igual a la diferencia entre una observación y el valor correspondiente calculado desde las coordenadas ajustadas.
3. Std Dev. (desviación estándar de una observación) igual a  $R/(m/3)$ .

Si la desviación estándar de las observaciones se aproxima a  $m/3$ , la estimación de (m) está cerca del valor verdadero. Si las desviaciones estándar de las observaciones son notablemente menores de  $m/3$ , la estimación de m es demasiado alta. En este caso puede ser que se desee modificar los valores de tolerancia de la observación y reajustar la red.

**Ejemplo:**

Valor de tolerancia de la observación =  $5 \text{ mm} \pm 5 \text{ ppm}$   
distancia medida = 1000 m

Distancia calculada de los mínimos cuadrados = 1000.10

Por consiguiente

$m = 5 + 5 \times 1 = 10 \text{ mm}$  tolerancia de una observación

$R = 1000.10 - 1000 = -100 \text{ mm}$

Std Dev =  $-100 / (10/3) = -33 \text{ mm}$  desviación estándar

La comparación de la desviación estándar de -33 mm con la estimación a priori de 3.3 mm sugiere que ó bien existe un error en la observación ó la estimación de m es demasiado baja.

### Correcciones

El SDR map soporta las correcciones siguientes, las cuales estan grabados en la libreta electronica SDR 33 que usa la E.T.

- a) Nivel del mar
- b) Esfericidad y refracción
- c) Presión y temperatura
- d) Alturas del instrumento y del prisma
- e) Compensación y constante del prisma
- f) Desorientación
- g) Colimación vertical y horizontal

El seguimiento para la aplicación de las correcciones es el siguiente:

1. Reducir la observación para un registro de medición corregida equivalente (M.C.)
2. Aplicar las condiciones geométricas
3. Calcular las coordenadas de la observación reducida

### **Desorientación**

La desorientación se deriva del registro de orientación posterior y se calcula usando:

$$AZ = H_{obs} + (b_{az} - b_{hobs})$$

donde:

- AZ        acimut al nuevo punto
- $H_{obs}$     observación horizontal al nuevo punto
- $b_{az}$      acimut al punto de referencia
- $b_{hobs}$     la observación del círculo horizontal al punto de atrás.

Ejemplo:

$$H_{obs} = 45^{\circ} 20' 20''$$

$$b_{az} = 180^{\circ} 00' 00''$$

$$b_{roba} = 180^{\circ} 30' 40''$$

Sustituyendo en la ecuación anterior se tiene lo siguiente:

$$AZ = 45^{\circ} 20' 20'' + (180^{\circ} 00' 00'' - 180^{\circ} 30' 40'')$$

$$= 44^{\circ} 49' 40''$$

#### **Corrección de la Constante del Prisma**

La constante del prisma se aplica a todas las distancias geométricas mediante la siguiente ecuación.

Dist geométrica real = dist geométrica medida + constante del prisma

La constante del prisma es normalmente un valor negativo, sus unidades siempre son milímetros.

#### **Corrección de la altura del prisma y del instrumento**

Las correcciones de las alturas del prisma y del instrumento se hacen a mediciones no corregidas del ángulo vertical y de la distancia geométrica. El ángulo cenital desde el punto de origen al punto de la mira resulta de:

$$\text{Angulo cenital corregido} = \tan^{-1}((D \sin(\text{ángulo cenital})) / (D \cos(\text{ángulo cenital}))) + \text{altura teodolito} - \text{altura de la mira}$$

La distancia geométrica desde el punto de origen al punto de la mira ( $D_g$ ) resulta de:

$$D_g = D \sin(\text{ángulo cenital}) / \sin(\text{ángulo cenital corregido})$$

#### **Corrección de Colimación**

Los equipos SDR soportan la grabación de la colimación vertical y horizontal del instrumento, usándose para corregir las observaciones. Para La colimación vertical ( $V_{col}$ ) se tiene:

$$V_{col} = (V.Obsf1 - V.Obsf2)/2$$

Donde:

Vobsf1 y Vobsf2 son las observaciones verticales para la cara uno y la cara dos, en ángulo cenital

Y para la colimación horizontal (Hcol) se tiene:

$$H_{col} = (Hobsf1 - Hobsf2)/2$$

de donde resulta que:

Cara uno; vert corregida = ángulo cenital cara uno + Vcol

Cara dos; vert corregida = ángulo cenital cara dos + Vcol

Cara uno; acimut corregido = acimut cara uno + Hcol

Cara dos; acimut corregido = acimut cara dos + Hcol

#### **Corrección de temperatura y presión**

Las correcciones de temperatura y presión se aplican a todas las distancias medidas electrónicamente siempre que el parámetro este en "SI", y los valores de presión y temperatura hayan sido introducidos. Los factores de corrección están aplicadas bajo la siguiente expresión:

$$\text{Dist geom.corregida} = \text{dist geométrica} (J - (NP/273.2 + T)) \times 10^6$$

donde:

**J** Índice de refracción medio para el conductor y las frecuencias de modulación del E.D.M.

**N** Constante para la longitud de onda del conductor E.D.M.

**P** Presión atmosférica

**T** Temperatura en grados celsius

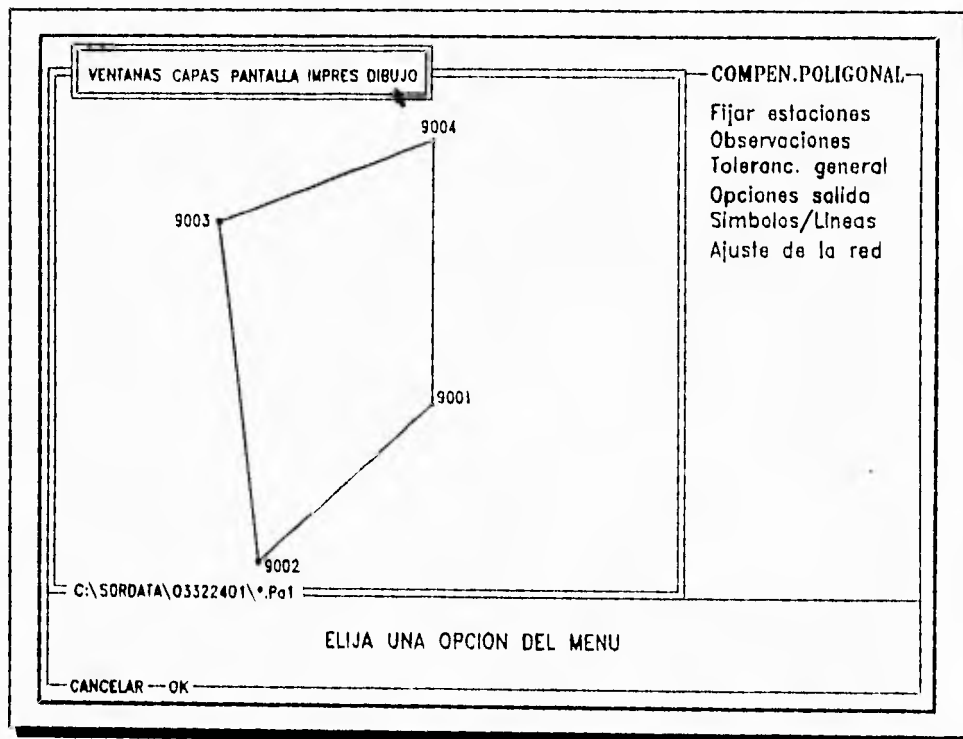
### Corrección de refracción y esfericidad

Si este parámetro se encuentra activado, se aplicara la siguiente corrección a las lecturas verticales.

$$\text{Angulo vert corregido} = \text{áng vert} - (\text{dist geométrica corregida} \times 3.86769 \times 10^{-6})$$

La distancia geométrica corregida es la distancia corregida para las alturas de la mira, de la temperatura y presión.

Para visualizar la aplicación del método de los "Mínimos Cuadrados a continuación se presenta un ejemplo completo de una de las poligonales de apoyo que se utilizaron para el levantamiento del "Ejido Popotlan".





**Popotlan.pa1**

Id.Tra : Pa1  
 Nomb.Trabajo : popotlan.pa1  
 Descripción : poligonal de apoyo  
 Referencia : la joya  
 Proyección : Nada  
 Fecha listado : 25 SEP 1994 10:25AM

**Elipses de Error**

---

Punto	Eje Mayor.	Eje Menor.	Orientación
9002	0.0023	0.0009	129°13'45"
9003	0.0026	0.0016	108°47'52"
9004	0.0023	0.0009	91°07'54"

**Popotlan.pa1**

**\*\*\*\* Angulos Horizontales \*\*\*\***

---

Estaciones	Lecturas obser.	Cor.Orien.	Lectura calc.	Residuos	D.E
9001-9004	0°00'00"	-	0°00'09"	0°00'09"	5.63 <<<
9001-9004	0°00'00"	-	0°00'09"	0°00'09"	5.63 <<<
9001-9002	221°33'50"	-	221°33'51"	0°00'01"	0.68
9001-9002	221°33'49"	-	221°33'51"	0°00'02"	1.28
9001-9004	0°00'00"	-	0°00'09"	0°00'09"	5.63 <<<
9001-9004	0°00'00"	-	0°00'09"	0°00'09"	5.63 <<<
9001-9002	221°33'49"	-	221°33'51"	0°00'02"	1.28
9001-9002	221°33'49"	-	221°33'51"	0°00'02"	1.28
9001-9004	0°00'00"	-	0°00'09"	0°00'09"	5.63 <<<
9002-9001	41°33'49"	-	41°33'51"	0°00'02"	1.32
9002-9003	353°58'44"	-	353°58'41"	-0°00'04"	-2.14
9002-9003	353°58'42"	-	353°58'41"	-0°00'01"	-0.64

LEVANTAMIENTO GEODESICO TOPOGRAFICO DEL EJIDO POPOTLAN.

9002-9001	41°33'49"	-	41°33'51"	0°00'02"	1.32
9002-9001	41°33'49"	-	41°33'51"	0°00'02"	1.32
9002-9003	353°58'49"	-	353°58'41"	-0°00'09"	-5.14 <<<
9002-9003	353°58'46"	-	353°58'41"	-0°00'05"	-3.04 <<<
9002-9001	41°33'49"	-	41°33'51"	0°00'02"	1.32
9003-9002	173°58'45"	-	173°58'41"	-0°00'05"	-2.77
9003-9004	64°30'27"	-	64°30'28"	0°00'01"	0.55
9003-9004	64°30'28"	-	64°30'28"	-0°00'01"	-0.35
9003-9002	173°58'45"	-	173°58'41"	-0°00'05"	-2.77
9003-9002	173°58'45"	-	173°58'41"	-0°00'05"	-2.77
9003-9004	64°30'29"	-	64°30'28"	-0°00'01"	-0.65
9003-9004	64°30'30"	-	64°30'28"	-0°00'03"	-1.55
9003-9002	173°58'45"	-	173°58'41"	-0°00'05"	-2.77
9004-9003	244°30'28"	-	244°30'28"	-0°00'01"	-0.31
9004-9001	180°00'15"	-	180°00'09"	-0°00'06"	-3.62 <<<
9004-9001	180°00'14"	-	180°00'09"	-0°00'05"	-3.02 <<<
9004-9003	244°30'28"	-	244°30'28"	-0°00'01"	-0.31
9004-9003	244°30'28"	-	244°30'28"	-0°00'01"	-0.31
9004-9001	180°00'15"	-	180°00'09"	-0°00'06"	-3.62 <<<
9004-9001	180°00'13"	-	180°00'09"	-0°00'04"	-2.42
9004-9003	244°30'28"	-	244°30'28"	-0°00'01"	-0.31

\*\*\*\* Distancias \*\*\*\*

Estación	Valores observ.	Valores calc.	Residuos	Desv.Est
9001-9004	977.274	977.274	-0.000	-0.15
9001-9002	1043.907	1043.911	0.004	1.40
9001-9002	1043.908	1043.911	0.003	1.03
9001-9004	977.275	977.274	-0.001	-0.55
9001-9004	977.274	977.274	-0.000	-0.06
9001-9002	1043.907	1043.911	0.004	1.40
9001-9002	1043.907	1043.911	0.003	1.16
9001-9004	977.275	977.274	-0.001	-0.44
9002-9001	1043.912	1043.911	-0.001	-0.53
9002-9003	1367.236	1367.238	0.002	0.60
9002-9003	1367.237	1367.238	0.001	0.30

LEVANTAMIENTO GEODESICO TOPOGRAFICO DEL EJIDO POPOTLAN.

9002-9001	1043.911	1043.911	-0.001	-0.21
9002-9001	1043.910	1043.911	0.001	0.23
9002-9003	1367.235	1367.238	0.003	0.93
9002-9003	1367.238	1367.238	-0.000	-0.03
9002-9001	1043.911	1043.911	-0.000	-0.04
9003-9002	1367.239	1367.238	-0.001	-0.31
9003-9004	926.253	926.250	-0.004	-1.43
9003-9004	926.253	926.250	-0.004	-1.48
9003-9002	1367.240	1367.238	-0.002	-0.68
9003-9002	1367.240	1367.238	-0.002	-0.68
9003-9004	926.253	926.250	-0.004	-1.43
9003-9004	926.253	926.250	-0.004	-1.48
9003-9002	1367.241	1367.238	-0.003	-0.87
9004-9003	926.249	926.250	0.000	0.10
9004-9001	977.273	977.274	0.001	0.51
9004-9001	977.271	977.274	0.003	0.98
9004-9003	926.251	926.250	-0.001	-0.48
9004-9003	926.248	926.250	0.001	0.53
9004-9001	977.273	977.274	0.001	0.46
9004-9001	977.273	977.274	0.001	0.46
9004-9003	926.248	926.250	0.001	0.58

Precisión en distancia 1:589036

\*\*\*\* Angulos Verticales \*\*\*\*

Estación	Valores observ.	Valores calc.	Residuos	Desv. Est
9001-9004	90°34'04"	90°33'58"	-0°00'05"	-3.16 <<<
9001-9002	90°43'12"	90°43'02"	-0°00'10"	-5.80 <<<
9001-9002	90°43'12"	90°43'02"	-0°00'10"	-5.80 <<<
9001-9004	90°34'03"	90°33'58"	-0°00'04"	-2.56
9001-9004	90°34'09"	90°33'58"	-0°00'10"	-6.16 <<<
9001-9002	90°43'12"	90°43'02"	-0°00'10"	-5.80 <<<
9001-9002	90°43'17"	90°43'02"	-0°00'15"	-8.80 <<<
9001-9004	90°34'09"	90°33'58"	-0°00'10"	-6.16 <<<
9002-9001	89°17'09"	89°16'58"	-0°00'11"	-6.63 <<<

LEVANTAMIENTO GEODESICO TOPOGRAFICO DEL EJIDO POPOTLAN.

9002-9003	90°54'53"	90°54'37"	-0°00'16"	-9.49 <<<
9002-9003	90°54'54"	90°54'37"	-0°00'17"	-10.10 <<<
9002-9001	89°17'11"	89°16'58"	-0°00'13"	-7.83 <<<
9002-9001	89°17'08"	89°16'58"	-0°00'10"	-6.03 <<<
9002-9003	90°54'53"	90°54'37"	-0°00'16"	-9.49 <<<
9002-9003	90°54'54"	90°54'37"	-0°00'17"	-10.10 <<<
9002-9001	89°17'04"	89°16'58"	-0°00'06"	-3.63 <<<
9003-9002	89°05'38"	89°05'23"	-0°00'15"	-9.26 <<<
9003-9004	88°26'57"	88°26'44"	-0°00'13"	-7.52 <<<
9003-9004	88°26'58"	88°26'44"	-0°00'14"	-8.12 <<<
9003-9002	89°05'39"	89°05'23"	-0°00'16"	-9.86 <<<
9003-9002	89°05'39"	89°05'23"	-0°00'16"	-9.86 <<<
9003-9004	88°26'57"	88°26'44"	-0°00'13"	-7.52 <<<
9003-9004	88°26'58"	88°26'44"	-0°00'14"	-8.12 <<<
9003-9002	89°05'35"	89°05'23"	-0°00'12"	-7.46 <<<
9004-9003	91°33'29"	91°33'16"	-0°00'13"	-7.51 <<<
9004-9001	89°26'10"	89°26'02"	-0°00'08"	-4.85 <<<
9004-9001	89°26'05"	89°26'02"	-0°00'03"	-1.85
9004-9003	91°33'25"	91°33'16"	-0°00'09"	-5.11 <<<
9004-9003	91°33'30"	91°33'16"	-0°00'14"	-8.11 <<<
9004-9001	89°26'13"	89°26'02"	-0°00'11"	-6.65 <<<
9004-9001	89°26'13"	89°26'02"	-0°00'11"	-6.65 <<<
9004-9003	91°33'31"	91°33'16"	-0°00'15"	-8.71 <<<

Popotlan.pa1

Informe de coordenadas

Estación 9002	Norte	Este	Cota
Cod. ESTACION			
Sin compensar	9218.892	9307.387	1586.875
Compensado	9218.933	9307.408	1586.931
Diferencia	-0.041	-0.021	-0.056

LEVANTAMIENTO GEODESICO TOPOGRAFICO DEL EJIDO POPOTLAN.

---

Estación 9003	Norte	Este	Cota
Cod. ESTACION			
Sin compensar	10578.649	9163.974	1565.041
Compensado	10578.626	9163.971	1565.206
Diferencia	0.023	0.003	-0.165 <<<
Estación 9004	Norte	Este	Cota
Cod. G P S			
Sin compensar	10977.315	10000.091	1590.119
Compensado	10977.274	10000.044	1590.341
Diferencia	0.041	0.047	-0.222 <<<

**3 puntos compensados.**

**CAPITULO 5**

**Resultados y Conclusiones**

Como resultado de los levantamientos de las tierras ejidales se obtendrán los siguientes productos cartográficos, indistintamente del Ejido de que se trate.

- A) Plano (s) interno (s) del Ejido
- B) Plano (s) de tierra (s) de uso común
- C) Plano (s) del asentamiento humano y fundo legal, en su caso
- D) Planos parcelarios individuales
- E) Planos de solares urbanos individuales
- F) Plano (s) de tierras de explotación colectiva

**5.1. Características Generales de los Productos Cartográficos Impresos**

Los productos se generarán en papel ó película plastica con una cara mate según corresponda.

- A) Dimensiones del formato para los planos: Interno, de tierras de uso común, del asentamiento humano y de explotación colectiva, en su caso en película plastica.

Se utilizarán formatos con dimensiones de 1.06 X 0.86 m en los que el área útil de dibujo sea de 1.00 X 0.82 m, incluyendo una tira marginal de 0.04 m. La tira marginal contendrá la siguiente información:

1. Logotipo del Registro Agrario Nacional
2. Leyenda: Registro Agrario Nacional, Organó decentralizado de la Secretaría de la Reforma Agraria.
3. Leyenda: Tipo de predio; interno, tierras de uso común, asentamiento humano ó de explotación colectiva.

**LEVANTAMIENTO GEODESICO TOPOGRAFICO DEL EJIDO POPOTLAN.**

---

4. Nombre y clave del estado
5. Nombre y clave del municipio
6. Nombre del Ejido
7. Clave Catastral (determinada por el registro agrario nacional)
8. Nombre de la localidad, (para el caso del asentamiento humano)
9. Cuadro de simbologia
10. Indice de hojas
11. Escala númerica y gráfica
12. Fecha de Elaboración del plano
13. Nombre y firma del responsable del levantamiento
14. Cuadro para firma de representantes ejidales
15. Cuadro para datos de inscripción.( vease fig 5.1a )

**B) Dimensiones del formato para Plano Parcelario Individual, en Papel de dibujo.**

Se utilizarán formatos de 0.31 X 0.21 m. En los que el área útil del dibujo sea 0.29 X 0.18, incluyendo una tira marginal de 0.08 m dejando un margen libre superior de 0.02 m, e inferior derecho e izquierdo de 0.01 m.

La tira marginal contendrá la siguiente información:

1. Logotipo del Registro Agrario Nacional
2. Leyenda: Registro Agrario Nacional, organo desconcentrado de la Secretaría de la Reforma Agraria

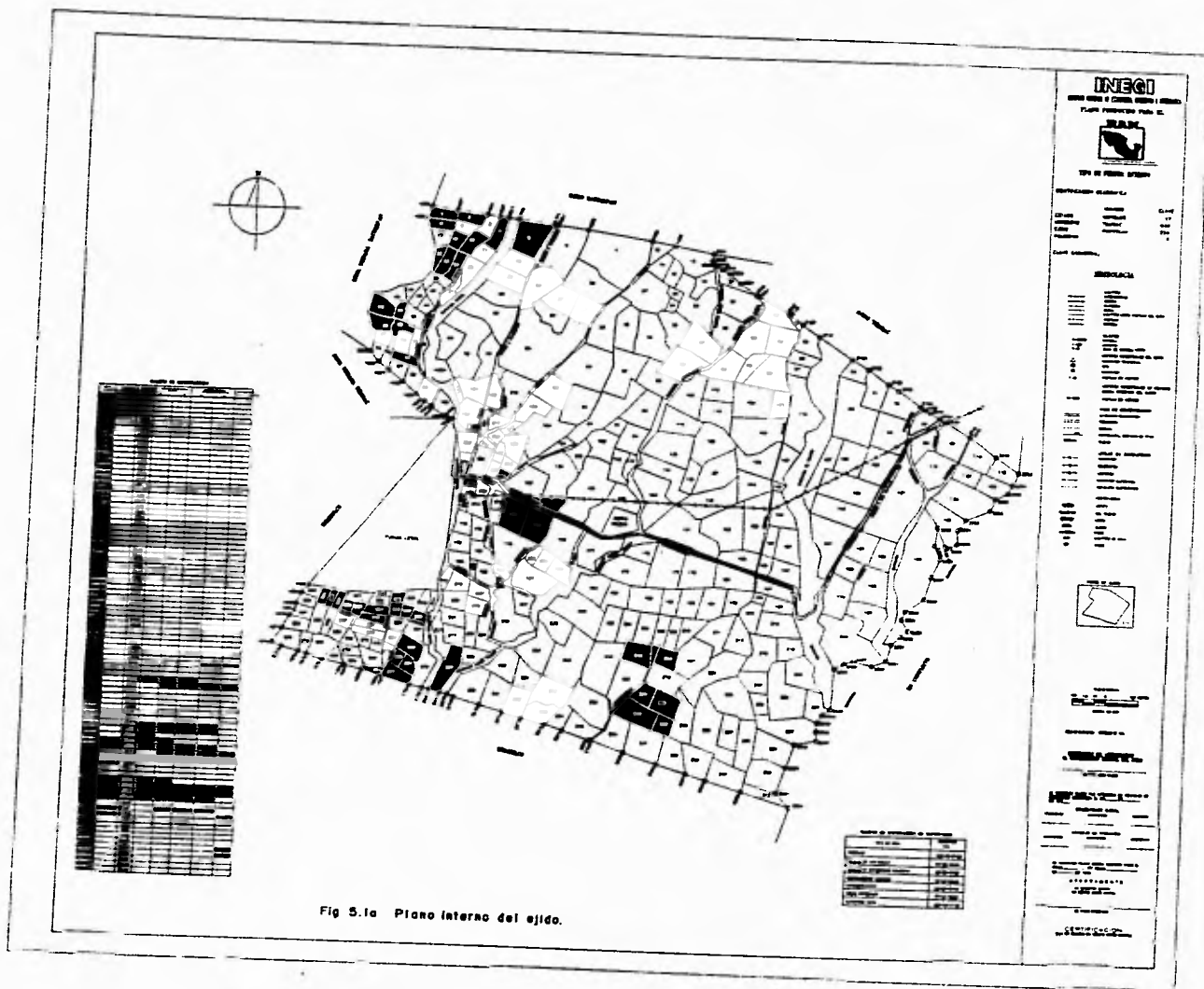


Fig 5.1a Plano interno del ejido.



**LEVANTAMIENTO GEODESICO TOPOGRAFICO DEL EJIDO POPOTLAN.**

---

3. leyenda : Tipo de predio Parcela individual, escolar, de la unidad agrícola industrial para la mujer ó de la unidad productiva para el desarrollo integral de la juventud.
  4. Clave Catastral (será determinada por el R.A.N)
  5. Nombre del ejidatario
  6. Nombre y Clave del Estado
  7. Nombre y Clave del municipio
  8. Nombre del Ejido
  9. Número de la parcela
  10. Cuadro de simbología
  11. Escala numérica y gráfica
  12. Fecha de elaboración del plano
  13. Nombre y firma del responsable del levantamiento
  14. Cuadro para firma de representantes ejidales
  15. Cuadro para datos de inscripciones. Vease fig 5.1b
- C) Dimensiones del formato para plano de solar urbano en papel de dibujo.

Se utilizarán formatos de 0.31 X 0.21 m en los que el área útil de dibujo sea de 0.29 X 0.18 m incluyendo una tira marginal de 0.08 m dejando un margen libre superior de 0.02 m, e inferior derecho e izquierdo de 0.01 m.

La tira marginal contendrá la siguiente información:

1. Logotipo del Registro Agrario Nacional (R.A.N)



**LEVANTAMIENTO GEODESICO TOPOGRAFICO DEL EJIDO POPOTLAN.**

---

2. Leyenda: Registro Agrario Nacional. Organó desconcentrado de la Secretaría de la Reforma Agraria.
3. Leyenda: tipo de predio Solar Urbano
4. Clave Catastral (determinada por el R.A.N)
5. Nombre del posesionario
6. Nombre y clave del estado
7. Nombre y clave del municipio
8. Nombre del Ejido
9. Nombre de la localidad
10. Número de zona en su caso
11. Número de manzana
12. Número de Solar Urbano
13. Cuadro de simbología
14. Escala numérica y gráfica
15. Fecha de elaboración de plano
16. Nombre y firma del responsable del levantamiento
17. Cuadro para firma de representantes ejidales
18. Cuadro para datos de inscripción

### 5.2. Escala de los planos

- A) Para los planos internos, la escala estará definida en función de la superficie de las parcelas, respetando el formato establecido y en cualquiera de las siguientes.

1:1000 1:5000 1:10000 1:20000 1:40000 1:50000 y 1:100000

- B) Para los planos de tierras de uso común ó de explotación colectiva, en su caso, la escala estará definida en función de la superficie, respetando el formato establecido, siendo los siguientes:

1:1000 1:5000 1:10000 1:20000 y 1:50000

- C) Para los planos parcelarios individuales, la escala estará definida en función de la superficie de la parcela, respetando el formato establecido y en cualquiera de las siguientes:

1:500 1:1000 1:5000 1:10000 y 1:20000

- D) Para los planos del asentamiento humano, la escala será de 1:1000 respetando el formato establecido

- E) Para los planos de solares urbanos individuales estará definida en función de la superficie del solar, respetando el formato establecido y en cualquiera de las siguientes 1:100 1:200 y 1:500

### 5.3 Contenido de los Planos

- A) Los planos internos contendrán la siguiente información

A.1 Canevá Geográfico (en su oportunidad)

A.2 Coordenadas en proyección U.T.M. (Universal transversa de mercator) a cada 10 cm.

A.3 Norte Geográfico

A.4 Delimitación del perímetro ejidal

A.5 Simbología de los vértices perimetrales del Ejido

- Triangulo: Punto Geodesico
- Circulo: Radiación
- Triangulo dentro de un circulo: Estación G.P.S.

A.6 Numeración de los vértices

A.7 Colindancias y su ubicación

A.8 Infraestructura y derechos vfa (comunicación, líneas de conducción obras hidráulicas, etc.)

A.9. Delimitación de las áreas de:

- Asentamiento humano y fundo legal, en el que se señale la distribución de las manzanas con su nomenclatura.
- Tierras de uso común
- Parcelamiento, en el que se señale número de cada parcela
- Tierras de explotación colectiva (en su caso)

A.10 Cuadro de distribución de superficies (parcelada, uso común del asentamiento humano, de explotación colectiva y de infraestructura).

A.11 Cuadro de construcción en la proyección U.T.M. del perímetro ejidal (lado, azimut, distancia, coordenadas X,Y convergencia y factor de escala).

- B) Los planos parcelarios individuales deberán contener
  - B.1 Coordenadas en la proyección U.T.M., a cada 5 cm. y representadas en intersecciones (en su oportunidad).
  - B.2 Norte Geográfico
  - B.3 Delimitación de la parcela
  - B.4 Numeración de vértices
  - B.5 Número de parcelas colindantes y su ubicación
  - B.6 Infraestructura y derechos de vía
  - B.7 Cuadro de construcción del área de la parcela individual (lado, azimut, distancia, coordenadas X,Y).
  - B.8 Cuadro de distribución de superficies de la parcela: (en hectáreas o en metros cuadrados) y afectaciones en su caso.
  - B.9 Clase de la tierra (riego ó humedad de primera, temporal, agostadero de buena calidad, monte ó agostadero en terrenos aridos.
  - B.10 Uso actual del suelo (agrícola, ganadero u otros).
  
- C) Los planos de las tierras de uso común ó de explotación colectiva contendrán la siguiente información.
  - C.1 Coordenadas en la proyección U.T.M (Universal transversa de mercator a cada 10 cm y representadas en intersecciones.
  - C.2 Norte Geográfico

- C.3 Delimitación de la tierra de uso común ó de explotación colectiva
  - C.4 Numeración de los vértices
  - C.5 Colindancias
  - C.6 Infraestructura y derechos de vfa (comunicación, líneas de conducción, obras hidráulicas ó otros).
  - C.7 Cuadro de localización dentro del Ejido
  - C.8 Cuadro de construcción en la proyección U.T.M. del área de tierras de uso común ó de explotación colectiva, (Lado, azimut, distancia, coordenadas X,Y, convergencia y factor de escala).
  - C.9 Cuadro de distribución de superficies: de las tierras de uso común ó de explotación colectiva y afectaciones en su caso.
  - C.10 Clase de tierra (riego ó humedad de primera, temporal, agostadero de buena calidad, monte ó agostadero en terrenos aridos.
  - C.11 Uso actual del suelo (agrícola, ganadero, forestal u otros .
- 
- D) Los planos del Asentamiento Humano deberán contener la siguiente información:
  - D.1 Coordenadas en la proyección U.T.M. a cada 10 cm y representadas en intersecciones.
  - D.2 Norte Geográfico
  - D.3 Delimitación del Asentamiento Humano y Fundo Legal, en su caso.
  - D.4 Numeración de vértices
  - D.5. Cuadro de localización dentro del Ejido

- D.6 Delimitación e identificación de las zonas, en su caso.
- D.7 Delimitación de la manzanas
- D.8 Delimitación de los solares urbanos.
- D.9 Infraestructura y derechos de vía (comunicación, líneas de conducción, obras hidráulicas u otros).
- D.10 Acotamiento en cm y superficie cerrada a metros cuadrados dentro de cada solar urbano.
- D.11 Numeración de Solares Urbanos
- D.12 Numeración de manzanas
- D.13 Uso actual del suelo, habitacional, industrial, comercial mixto, de servicios públicos, baldío u otros.
- D.14 Nomenclatura de las calles
- D.15 Cuadro de construcción en la proyección U.T.M. del área del Asentamiento Humano (lado, azimut, distancia, coordenadas X,Y, convergencia y factor de escala).
- D.16 Cuadro de distribución de superficies (lotificada, servicios públicos, calles, infraestructura, reserva de crecimiento, superficial total).

#### **5.4. Integración del expediente final**

Por cada Ejido, de manera indistinta, se deberá integrar un expediente que contenga la siguiente información:

- A) Datos de medición en medios magnéticos.
- B) Listados de los vértices geodésicos de control utilizadas en el levantamiento.



**LEVANTAMIENTO GEODESICO TOPOGRAFICO DEL EJIDO POPOTLAN.**

---

- C) Material fotográfico ó fotogramétrico en caso de haberse aplicado el método indirecto.
- D) Cédulas de Información de vértices geodésicos
- E) Cédulas de Información general al interior del Ejido
- F) Cédulas de Información de tierras de uso común
- G) Cédulas de Información de las tierras parceladas
- H) Cédulas de Información parcelaria
- I) Cédulas de Información del Asentamiento Humano
- J) Cédulas de Información de Solares Urbanos
- K) Cédulas de Información de tierras de explotación colectiva en su caso.
- L) Información en medios magneticos que contengan los archivos gráficos numéricos ó alfanuméricos de todos los procesos.
- M) Planos Internos de tierras de uso común, del asentamiento humano y de explotación colectiva, en su caso, en pelfcula plastica con una cara mate.
- N) Planos individuales de parcelas y de Solares Urbanos en papel dibujo.

Tomando como base los planos antes descritos, el R.A.N será la institución encargada del registro de la tenencia de la tierra y de la seguridad documental. El R.A.N. expedirá entre otros documentos los certificados parcelarios, los certificados de derecho común y los títulos de Solares Urbanos.

### CONCLUSIONES

Como se puede observar, la complejidad técnica de los trabajos que implica el desarrollo del programa de Certificación de Derechos Ejidales y titulación de Solares Urbanos, así como la necesidad de analizar y evaluar con certeza el cumplimiento de la normatividad técnica establecida por el Registro Agrario Nacional (R.A.N.), determinaron la participación total del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, por su reconocido prestigio y amplia experiencia en trabajos cartográficos de buena precisión.

Dicha Institución mediante el empleo de equipo Geodésico - Topográfico de vanguardia como lo es la estación total y equipo G.P.S, es posible llevar a cabo cartografía automatizada, permitiendo acelerar la medición de los ejidos y obtener los planos correspondientes que son la base para la certificación de derechos ejidales.

Aunque se sabe que este tipo de equipos de medición minimiza al máximo los errores humanos y donde se puede salvaguardar toda la información de campo a través de medios magnéticos sin ser modificada ó accidentalmente borrada. Hay que reconocer que desde que inició el operativo del PROCEDE, debido a la novedad de los equipos de medición empleados y del Software para el procesamiento de la información de campo (SDR - MAP) no se contaba entonces con la experiencia y conocimiento profundo de estos elementos, lo cual provocó que los ejidos que se iniciaron en su

medición carezcan de algunos procesos en su información. Hoy en día se tiene completamente definido todo este proceso de ajuste, así como un amplio conocimiento del equipo electrónico de medición, tanto del ya existente, como el de reciente adquisición (de la casa Zeiss) lo que permitirá establecer tiempos reales de ejecución para la entrega de ejidos sin contratiempos y poder llevar a buen término la medición total del Estado de Morelos.

Finalmente hay que tener presente, que en la actualidad la facilidad de acceso a la tecnología informática y a las micro - computadoras, las convierte en una herramienta de gran potencialidad para incrementar la eficiencia de la participación humana. Por lo que es importante que cualquier institución que este en proceso de modernización, promueva la capacitación del personal en la utilización de dicha herramienta, así como del equipo de medición que habrá de emplearse, ya que serán la base para alcanzar los objetivos propuestos.

La recomendación del autor de este trabajo, a todos aquellos que esten relacionados con la ingeniería topográfica, consiste en tener presente las tecnologías actuales que día a día son mas sofisticadas en la construcción de equipos topográficos de medición, lo que conduce en cierta forma a una actualización casi inmediata del Ingeniero para poder competir en el medio.

No hay que olvidar que se debe tener la capacidad suficiente de establecer tanto los métodos de medición adecuados, así como los de ajuste, para procesar la información obtenida en campo; aunque se sabe que ya existen en el mercado programas de computadora para automatizar la información ( como es el caso del MAP analizado en este trabajo ) existe tambien la posibilidad de que estos no esten operando con las características establecidas, por lo que se hace necesario comprobar algunos resultados y tomar las medidas necesarias.

## APENDICE

### DESARROLLO TEORICO DEL METODO DE AJUSTE POR MINIMOS CUADRADOS

Antes de dar inicio al ajuste de la poligonal mediante el desarrollo del los Mfnimos Cuadrados, es necesario recordar algunos conceptos importantes dentru de la Teoría de los Errores. De esta forma se podrá hacer el análisis y evaluación del levantamiento topográfico que se trate.

Durante el proceso de medición de cualquier cantidad ffsica, intervienen ciertos factores, como limitaciones humanas, imperfección de los instrumentos, inestabilidades naturales que traen como consecuencia inexactitud de los valores medidos. Básicamente ocurren tres tipos de errores:

a) **Equivocaciones.**- Generalmente no se consideran como errores son debidos a la falta de cuidado o confusiones por parte del observador, se pueden eliminar verificando cuidadosamente las mediciones. Ejemplo: Quitar unidades a las medidas, equivocaciones al anotar, etc.

b) **Errores Sistemáticos.**- Se presentan de acuerdo a un sistema y si se conocen se pueden expresar por una formulación funcional. Siguen un patrón definido, el sistema que genera el patrón puede depender del observador, del instrumento empleado o de las condiciones ffsicas que rodean la prueba. Ejemplo: Mala graduación de los limbos del aparato, mal centrado del equipo de medición, paralaje, etc.

c) **Errores Accidentales.**- Después de que se eliminan las equivocaciones y los errores sistemáticos las mediciones se encuentran libres de desviaciones; sin embargo persisten errores residuales que pueden ser positivos o negativos, cuyo comportamiento es de tipo aleatorio y se rigen de acuerdo con las leyes de la probabilidad.

Mediante análisis estadfsticos fueron determinadas las siguientes variables.

**Valor Mas Probable.**- Representa el valor de una cantidad medida, basada en las observaciones y que tiene la mas alta probabilidad de ser real, definida como:

$$\bar{X} = \frac{M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_n}{n}$$

donde:

$M_1, M_2, M_3, \dots, M_n$ , son las observaciones y;  
 $n$  es el número total de observaciones

**Residuo.**- Diferencia entre cualquier medida y el valor mas probable

$$V = (M_i - X)$$

**Varianza.**- Valor que expresa en alguna forma la precisión de un grupo de medidas, se define mediante la expresión:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (M_i - X)^2$$

**Desviación Estándar.**- Es una medida de dispersion de una muestra de población, refleja el grado de variación de las mediciones. Se define como la raíz cuadrada de la varianza.

$$\sqrt{\sigma^2}$$

Una vez descritas las variables antes mencionadas, es posible iniciar el desarrollo para el ajuste de una poligonal empleando el método de Mínimos Cuadrados.

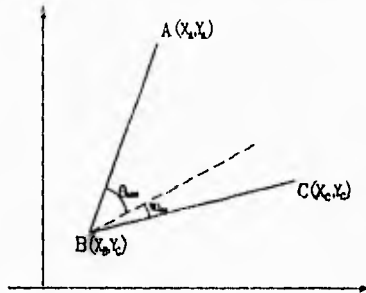
Es importante recordar que el método de mínimos cuadrados proporciona un ajuste muy riguroso, el cual permite la variación en la precisión de las observaciones, minimiza los efectos de las variaciones accidentales en las observaciones, brinda las mejores posiciones estimadas de todas las estaciones de la poligonal y arroja estadísticas relativas a las precisiones de las posiciones y observaciones corregidas.

LEVANTAMIENTO GEODESICO TOPOGRAFICO DEL NIDO POPOTLAN.

Para la poligonal de apoyo que se trata, através de los datos de campo se generó la siguiente tabla de datos (AP-1) para cada estación.

EST	CARA	PTO.	DIST. GEO.	OBS. VERTICAL	DIST. HOR.	OBS. H	ANG. HOR.
9001	F1	9004	977.355	90° 35' 02''	977.304	00° 00' 00''	
9001	F1	9002	1044.030	90° 45' 57''	1043.937	221° 33' 49''	221° 33' 49''
9001	F2	9002	1044.031	269° 14' 03''	1043.938	41° 33' 48''	
9001	F2	9004	977.356	269° 24' 59''	977.305	179° 59' 59''	221° 33' 49''
9001	F1	9004	977.355	90° 35' 07''	977.304	00° 00' 00''	
9001	F1	9002	1044.030	90° 45' 57''	1043.937	221° 33' 48''	221° 33' 48''
9001	F2	9002	1044.031	269° 13' 58''	1043.937	41° 33' 48''	
9001	F2	9004	977.356	269° 24' 53''	977.305	179° 59' 58''	221° 33' 50''
9002	F1	9001	1044.030	89° 15' 21''	1043.942	287° 13' 52''	
9002	F1	9003	1367.433	90° 53' 45''	1367.266	239° 38' 47''	312° 24' 55''
9002	F2	9003	1367.434	269° 06' 14''	1367.267	59° 38' 45''	
9002	F2	9001	1044.029	270° 44' 37''	1043.941	107° 13' 52''	312° 24' 53''
9002	F1	9001	1044.028	89° 15' 20''	1043.940	287° 13' 51''	
9002	F1	9003	1367.432	90° 53' 45''	1367.265	239° 38' 52''	312° 25' 01''
9002	F2	9003	1367.435	269° 06' 14''	1367.268	59° 38' 49''	
9002	F2	9001	1044.029	270° 44' 44''	1043.941	107° 13' 52''	312° 24' 57''
9003	F1	9002	1367.429	89° 07' 22''	1367.269	108° 07' 34''	
9003	F1	9004	926.621	88° 27' 15''	926.284	358° 39' 15''	250° 31' 41''
9003	F2	9004	926.621	271° 32' 44''	926.284	178° 39' 16''	
9003	F2	9002	1367.430	270° 52' 37''	1367.270	288° 07' 33''	250° 31' 43''
9003	F1	9002	1367.430	89° 07' 23''	1367.270	108° 07' 34''	
9003	F1	9004	926.621	88° 27' 15''	926.284	358° 39' 17''	250° 31' 43''
9003	F2	9004	926.621	271° 32' 44''	926.284	178° 39' 18''	
9003	F2	9002	1367.431	270° 52' 41''	1367.270	288° 07' 33''	250° 31' 43''
9004	F1	9003	926.626	91° 33' 59''	926.280	253° 05' 17''	
9004	F1	9001	977.348	89° 26' 48''	977.302	188° 35' 03''	295° 29' 46''
9004	F2	9001	977.347	270° 33' 17''	977.301	08° 35' 03''	
9004	F2	9003	926.627	268° 26' 05''	926.281	73° 05' 17''	295° 29' 46''
9004	F1	9003	926.625	91° 34' 00''	926.279	253° 05' 16''	
9004	F1	9001	977.348	89° 26' 51''	977.303	188° 35' 03''	295° 29' 47''
9004	F2	9001	977.348	270° 33' 09''	977.303	08° 35' 02''	
9004	F2	9003	926.625	268° 25' 59''	926.278	73° 05' 16''	295° 29' 46''

TABLA (AP-1)



Los modelos para la linealización de las ecuaciones de observación se derivan a partir de:

**OBSERVACIONES ANGULARES:** El modelo matemático se establece como  $L = f(x)$ .

donde  $L$  = es el vector de ángulos observados.  
 $f(x)$  = está dado por la relación funcional que se establece entre las coordenadas de los puntos vértices del ángulo observado.

Se tiene que para una sola ecuación de observación de ángulo la expresión:

$$L + V = f(x) \text{ tendría la forma}$$

$$\theta_{ABC} + v_{\theta ABC} = \arctan \frac{Y_A - Y_B}{X_A - X_B} - \arctan \frac{Y_C - Y_B}{X_C - X_B} \dots \dots \dots (*)$$

La ecuación anterior relaciona el ángulo observado y su inherente residuo con las variables incógnitas ( $X_A, Y_A, X_B, Y_B, X_C, Y_C$ ).

puesto que la ecuación es no lineal tiene que linealizarse através de una serie de Taylor:

$$L - F(X^*) + V = \frac{\partial F}{\partial X} \Big|_{X=X^*} \Delta X \text{ Esto es en forma matricial}$$

$$\Delta L + V = A * \Delta X \quad ; \quad V = A * \Delta X - \Delta L$$

Que es el modelo reformulado, donde:

$$A = \frac{\partial F}{\partial X} \Big|_{X=X^*} \quad ; \quad L - F(X^*) = \Delta L \quad ; \quad \Delta X = X - X^*$$

en el que  $X^\circ$  son los valores aproximados iniciales de la serie de Taylor.

Explícitamente, la ecuación anterior queda:

$$\Delta L = L - F(X^\circ) = \Theta_{ABC} - \Theta_{ABC}^\circ$$

$$\Theta_{ABC}^\circ = \arctan \frac{Y_A^\circ - Y_B^\circ}{X_A^\circ - X_B^\circ} - \arctan \frac{Y_C^\circ - Y_B^\circ}{X_C^\circ - X_B^\circ}$$

$$\begin{aligned} \Delta F(X^\circ) &= \frac{\partial F}{\partial X} \Big|_{X=X^\circ} \cdot \Delta X = \frac{\partial F(X^\circ)}{\partial X_A^\circ} \cdot \Delta X_A + \frac{\partial F(X^\circ)}{\partial Y_A^\circ} \cdot \Delta Y_A + \frac{\partial F(X^\circ)}{\partial X_B^\circ} \cdot \Delta X_B \\ &\quad + \frac{\partial F(X^\circ)}{\partial Y_B^\circ} \cdot \Delta Y_B + \frac{\partial F(X^\circ)}{\partial X_C^\circ} \cdot \Delta X_C + \frac{\partial F(X^\circ)}{\partial Y_C^\circ} \cdot \Delta Y_C \end{aligned}$$

$$= \frac{Y_B^\circ - Y_A^\circ}{(D_{BA}^\circ)^2} \Delta X_A + \frac{X_A^\circ - X_B^\circ}{(D_{BA}^\circ)^2} \Delta Y_A + \left[ \frac{Y_A^\circ - Y_B^\circ}{(D_{BA}^\circ)^2} - \frac{Y_C^\circ - Y_B^\circ}{(D_{BC}^\circ)^2} \right] \Delta X_B$$

$$+ \left[ \frac{X_B^\circ - X_A^\circ}{(D_{BA}^\circ)^2} - \frac{X_B^\circ - X_C^\circ}{(D_{BC}^\circ)^2} \right] \Delta Y_B + \frac{Y_C^\circ - Y_B^\circ}{(D_{BC}^\circ)^2} \Delta X_C + \frac{X_B^\circ - X_C^\circ}{(D_{BC}^\circ)^2} \Delta Y_C$$

donde:

$$D_{BA}^\circ = [(X_A^\circ - X_B^\circ)^2 + (Y_A^\circ - Y_B^\circ)^2]^{1/2} ; D_{BC}^\circ = [(X_C^\circ - X_B^\circ)^2 + (Y_C^\circ - Y_B^\circ)^2]^{1/2} \quad (**)$$


---



sustituyendo en la ecuación matricial  $V = A * \Delta X - \Delta L$  se tiene que:

$$V_{\theta_{ABC}} = \left[ \frac{Y_B^{\circ} - Y_A^{\circ}}{(D_{BA}^{\circ})^2} \right] ; \left[ \frac{X_A^{\circ} - X_B^{\circ}}{(D_{BA}^{\circ})^2} \right] ; \left[ \frac{Y_A^{\circ} - Y_B^{\circ}}{(D_{BA}^{\circ})^2} - \frac{Y_C^{\circ} - Y_B^{\circ}}{(D_{BC}^{\circ})^2} \right] ; \left[ \frac{X_B^{\circ} - X_A^{\circ}}{(D_{BA}^{\circ})^2} - \frac{X_B^{\circ} - X_C^{\circ}}{(D_{BC}^{\circ})^2} \right] ;$$

$$; \left[ \frac{Y_C^{\circ} - Y_B^{\circ}}{(D_{BC}^{\circ})^2} \right] ; \left[ \frac{X_B^{\circ} - X_C^{\circ}}{(D_{BC}^{\circ})^2} \right] \begin{bmatrix} \Delta X_A \\ \Delta Y_A \\ \Delta X_B \\ \Delta Y_B \\ \Delta X_C \\ \Delta Y_C \end{bmatrix} - [\theta_{ABC} - \theta_{ABC}^{\circ}] \dots \dots \dots (***)$$

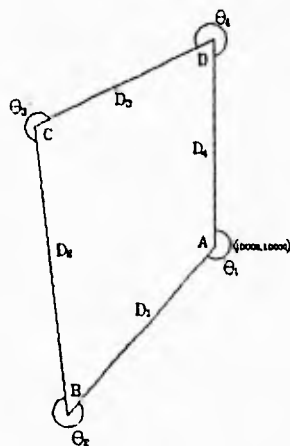
Las ecuaciones (\*) y (\*\*\*) se establecen para un ángulo que esta en el primer cuadrante, conforme a la simbolización de la figura AP-1.

**DESARROLLO DEL METODO DE AJUSTE POR MINIMOS CUADRADOS.**

1). DATOS DE CAMPO.

- $D_1 = 1043.939 \text{ m}$
- $D_2 = 1367.268 \text{ m}$
- $D_3 = 926.282 \text{ m}$
- $D_4 = 977.303 \text{ m}$

- $\theta_1 = 221^{\circ} 33' 49''$
- $\theta_2 = 312^{\circ} 24' 56''$
- $\theta_3 = 250^{\circ} 31' 43''$
- $\theta_4 = 295^{\circ} 29' 46''$



INCOGNITAS

- a) Valores más probables para las coordenadas de las estaciones B,C,D
- b) Los residuos de las observaciones ( distancias y ángulos ).
- c) Los valores ajustados para las observaciones ,

SOLUCION

I. OBTENCION DE COORDENADAS APROXIMADAS

$$X_{B0} = X_A + D_{01} * \text{Sen } Az^{\circ}_{AB} \quad ; \quad X_{B0} = 10,000 + ( 1043.939 ) \text{ Sen } 221^{\circ}33'49'' = 9307.397$$

$$Y_{B0} = Y_A + D_{01} * \text{Cos } Az^{\circ}_{AB} \quad ; \quad Y_{B0} = 10,000 + ( 1043.939 ) \text{ Cos } 221^{\circ}33'49'' = 9218.904$$

$$X_{C0} = X_B + D_{02} * \text{Sen } Az^{\circ}_{BC} \quad ; \quad X_{C0} = 9307.397 + ( 1367.268 ) \text{ Sen } 353^{\circ}58'45.5'' = 9163.987$$

$$Y_{C0} = Y_B + D_{02} * \text{Cos } Az^{\circ}_{BC} \quad ; \quad Y_{C0} = 9218.904 + ( 1367.268 ) \text{ Cos } 353^{\circ}58'45.5'' = 9218.904$$

$$X_{D0} = X_C + D_{03} * \text{Sen } Az^{\circ}_{CD} \quad ; \quad X_{D0} = 9163.987 + ( 926.282 ) \text{ Sen } 64^{\circ}30'28.5'' = 10000.091$$

$$Y_{D0} = Y_C + D_{03} * \text{Cos } Az^{\circ}_{CD} \quad ; \quad Y_{D0} = 9218.904 + ( 926.282 ) \text{ Cos } 64^{\circ}30'28.5'' = 10977.289$$

2. De la figura AP-2 se tiene :

$$\begin{aligned}\theta_1 &= 360^\circ - \theta_1 = 138^\circ 26' 11'' \\ \theta_2 &= 360^\circ - \theta_2 = 47^\circ 35' 04'' \\ \theta_3 &= 360^\circ - \theta_3 = 109^\circ 28' 17'' \\ \theta_4 &= 360^\circ - \theta_4 = 64^\circ 30' 14''\end{aligned}$$

3. El modelo linealizado para las ecuaciones de observación es :

$$P * A * \Delta X = P (\Delta L + V)$$

4. El vector de Constantes esta dado por :

$$\Delta L = \begin{bmatrix} D_1 - D_{01} \\ D_2 - D_{02} \\ D_3 - D_{03} \\ D_4 - D_{04} \\ \theta_1 - \theta_{01} \\ \theta_2 - \theta_{02} \\ \theta_3 - \theta_{03} \\ \theta_4 - \theta_{04} \end{bmatrix}$$

---

Aquí:

$$D_{01} = D_1 ; | ( X_B - X_A )^2 + ( Y_B - Y_A )^2 |^{1/2} = 1043.939$$

$$D_{02} = D_2 ; | ( X_C - X_B )^2 + ( Y_C - Y_B )^2 |^{1/2} = 1367.268$$

$$D_{03} = D_3 ; | ( X_D - X_C )^2 + ( Y_D - Y_C )^2 |^{1/2} = 926.282$$

$$D_{04} = D_4 ; | ( X_A - X_D )^2 + ( Y_A - Y_D )^2 |^{1/2} = 977.289$$

Las ecuaciones de observación angulares de acuerdo a la ecuación prototipo (\*) (\*\*) serán.

$$\Theta_{01} = 180 + [ \text{ARC TAN } \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} - \text{ARC TAN } \frac{Y_D - Y_A}{X_D - X_A} ]$$

$$\theta_{01} = 180 + ( 48^\circ 26' 10.98'' - 89^\circ 59' 40.79'' )$$

$$\theta_{01} = 138^\circ 26' 30.1''$$

$$\Theta_{02} = 180 + [ \text{arc tan} \left( \frac{Y_{C0} - Y_{B0}}{X_{C0} - X_{B0}} \right) - \text{arc tan} \left( \frac{Y_{A0} - Y_{B0}}{X_{A0} - X_{B0}} \right) ]$$

$$\theta_{02} = 180 + ( - 83^\circ 58' 45.43'' - 48^\circ 26' 10.98'' )$$

$$\theta_{02} = 47^\circ 35' 3.59''$$

$$\Theta_{03} = [ \text{arc tan} \left( \frac{Y_{D0} - Y_{C0}}{X_{D0} - X_{C0}} \right) - \text{arc tan} \left( \frac{Y_{B0} - Y_{C0}}{X_{B0} - X_{C0}} \right) ]$$

$$\theta_{03} = ( - 25^\circ 29' 31.43'' + 83^\circ 58' 45.43'' )$$

$$\theta_{03} = 109^\circ 28' 16.8''$$


---

$$\theta_{04} = \left[ \arctan\left(\frac{Y_{A0} - Y_{D0}}{X_{A0} - X_{D0}}\right) - \arctan\left(\frac{Y_{C0} - Y_{D0}}{X_{C0} - X_{D0}}\right) \right]$$

$$\theta_{04} = (89^{\circ}59'40.79'' - 25^{\circ}29'31.43'')$$

$$\theta_{04} = 64^{\circ}30'09.36''$$

Sustituyendo en el vector de constantes, se tiene :

$$\Delta L = \begin{bmatrix} D_1 - D_{01} \\ D_2 - D_{02} \\ D_3 - D_{03} \\ D_4 - D_{04} \\ \theta_1 - \theta_{01} \\ \theta_2 - \theta_{02} \\ \theta_3 - \theta_{03} \\ \theta_4 - \theta_{04} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1043.939 - 1043.939 \\ 1367.268 - 1367.268 \\ 926.282 - 926.282 \\ 977.303 - 977.289 \\ 138^{\circ}26'11'' - 138^{\circ}26'30.1'' \\ 47^{\circ}35'04'' - 47^{\circ}35'04'' \\ 109^{\circ}28'17'' - 109^{\circ}28'17'' \\ 64^{\circ}30'14'' - 64^{\circ}30'9.36'' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0.014 \\ -19.1'' \\ 0 \\ 0 \\ 4.39'' \end{bmatrix}$$

5.- El vector de residuos será :

$$\begin{bmatrix} v_{D1} \\ v_{D2} \\ v_{D3} \\ v_{D4} \\ v_{\theta_1} \\ v_{\theta_2} \\ v_{\theta_3} \\ v_{\theta_4} \end{bmatrix}$$

6.- El vector de incógnitas será :

$$X = X^0 + \Delta X$$

$$X = \begin{bmatrix} X_B \\ Y_B \\ X_C \\ Y_C \\ X_D \\ Y_D \end{bmatrix} ; X^0 = \begin{bmatrix} X_{B_0} \\ Y_{B_0} \\ X_{C_0} \\ Y_{C_0} \\ X_{D_0} \\ Y_{D_0} \end{bmatrix} ; \Delta X = \begin{bmatrix} d_{x_B} \\ d_{y_B} \\ d_{x_C} \\ d_{y_C} \\ d_{x_D} \\ d_{y_D} \end{bmatrix}$$

7.- La matriz de diseño es:

$$A = \frac{\delta F}{\delta X} \Big|_{x=x^0} \quad \text{con respecto a las variables}$$

$$d_{x_B}, d_{y_B}, d_{x_C}, d_{y_C}, d_{x_D}, d_{y_D}$$

La función F está dada por las ecuaciones de observación evaluadas con  $X^0$

esto es, por las ecuaciones de:

$$F = \begin{bmatrix} D_{01} \\ D_{02} \\ D_{03} \\ D_{04} \\ e_{01} \\ e_{02} \\ e_{03} \\ e_{04} \end{bmatrix}$$

Obteniendo las correspondientes derivadas a partir de las ecuaciones de observación para ángulos y distancias, se obtiene la siguiente matriz:

LEVANTAMIENTO GEODESICO TOPOGRAFICO DEL EJIDO POPOTLAN.

	$\frac{\partial F}{\partial X_1}$	$\frac{\partial F}{\partial Y_1}$	$\frac{\partial F}{\partial Z_1}$	$\frac{\partial F}{\partial X_2}$	$\frac{\partial F}{\partial Y_2}$	$\frac{\partial F}{\partial Z_2}$
$D_1 D_{01}$	$\frac{(X_1 - X_0)}{D_{01}}$	$\frac{(Y_1 - Y_0)}{D_{01}}$	0	0	0	0
$D_2 D_{02}$	$\frac{(X_2 - X_0)}{D_{02}}$	$\frac{(Y_2 - Y_0)}{D_{02}}$	$\frac{(Z_2 - Z_0)}{D_{02}}$	$\frac{(X_2 - X_1)}{D_{02}}$	$\frac{(Y_2 - Y_1)}{D_{02}}$	0
$D_3 D_{03}$	0	0	$-\frac{(X_2 - X_1)}{D_{03}}$	$-\frac{(Y_2 - Y_1)}{D_{03}}$	$\frac{(Z_2 - Z_1)}{D_{03}}$	$\frac{(Z_3 - Z_2)}{D_{03}}$
$D_4 D_{04}$	0	0	0	0	$-\frac{(X_2 - X_1)}{D_{04}}$	$-\frac{(Y_2 - Y_1)}{D_{04}}$
$\theta_1 - \theta_{01}$	$\frac{(Y_1 - Y_0)}{(D_{01})^3}$	$\frac{(X_1 - X_0)}{(D_{01})^3}$	0	0	$\frac{(Y_2 - Y_1)}{(D_{02})^3}$	$\frac{(X_2 - X_1)}{(D_{02})^3}$
$\theta_2 - \theta_{02}$	$\frac{(Y_2 - Y_1)}{(D_{02})^3}$	$\frac{(X_2 - X_1)}{(D_{02})^3}$	$\frac{(X_2 - X_1)}{(D_{02})^3}$	$\frac{(Y_2 - Y_1)}{(D_{02})^3}$	$\frac{(Z_2 - Z_1)}{(D_{02})^3}$	0
$\theta_3 - \theta_{03}$	$\frac{(Y_2 - Y_1)}{(D_{02})^3}$	$\frac{(X_2 - X_1)}{(D_{02})^3}$	$\frac{(Y_2 - Y_1)}{(D_{02})^3}$	$\frac{(X_2 - X_1)}{(D_{02})^3}$	$\frac{(Z_2 - Z_1)}{(D_{02})^3}$	$\frac{(Z_3 - Z_2)}{(D_{03})^3}$
$\theta_4 - \theta_{04}$	0	0	$\frac{(Y_2 - Y_1)}{(D_{02})^3}$	$\frac{(X_2 - X_1)}{(D_{02})^3}$	$\frac{(Y_2 - Y_1)}{(D_{02})^3}$	$\frac{(X_2 - X_1)}{(D_{02})^3}$

Sustituyendo valores se tiene :

A =	-0.663	-0.748	0.000	0.000	0.000	0.000
	0.105	-0.994	-0.105	0.994	0.000	0.000
	0.000	0.000	-0.903	-0.430	0.903	0.430
	0.000	0.000	0.000	0.000	9.311E-05	1.000
	147.836	-131.087	0.000	0.000	211.052	-0.020
	2.191	146.910	-150.027	-15.823	0.000	0.000
	-150.027	-15.823	245.866	-185.178	-95.839	201.001
0.000	0.000	-95.839	201.001	-115.213	-200.981	

La matriz de pesos esta dada por:

$$P = \text{Diag} [P_{D_1}; P_{D_2}; P_{D_3}; P_{D_4}; \theta_1; \theta_2; \theta_3; \theta_4].$$

donde:

$$PD_1 = \frac{1}{SD_1^2}; PD_2 = \frac{1}{SD_2^2}; \dots PD_n = \frac{1}{SD_n^2}$$

$$P\theta_1 = \frac{1}{S\theta_1^2}; P\theta_2 = \frac{1}{S\theta_2^2}; \dots P\theta_n = \frac{1}{S\theta_n^2}$$

Para el ejemplo de la poligonal que se trata, se considerò peso unitario.

#### 9.-Ajuste por mínimos cuadrados

A partir de la ecuación matricial siguiente:

$$\Delta X = (A^T P A)^{-1} (A^T P + \Delta L) = N^{-1} U$$

Es conveniente, antes de llegar a la matriz inversa, obtener la matriz producto de  $(A^T P A)$ , esto permitirá analizar con mayor claridad cual de las diferentes inversas se ajusta a las necesidades del problema, para comprender lo anterior obsérvese el siguiente análisis :

---



$A^T P^* A$						$(A^T P^* A)^{-1}$						$(A^T P^* \Delta L)$		$\Delta X$
44368.834	-16683.23	-37215.26	27747.135	45579.521	-30158.53	996.418	-882.774	-737.393	-1.1E+03	-1.25E+03	-0.622764	2823.6676		-0.10311
-16683.23	39018.264	-25930.7	604.526	-26149.71	-3177.817	-882.774	783.166	654.234	9.46E+02	1.105E+03	0.7537681	2503.7617		0.068797
-37215.26	-25930.7	92144.131	-62418.55	-12522.47	68680.741	-737.393	654.234	546.535	7.90E+02	9.229E+02	0.5860646	420.73321		0.031876
27747.135	604.526	-62418.55	74943.833	-5411.042	-77618.53	-1066.572	945.96099	790.1677	1143.131	1334.6522	1.3552495	882.39439		0.089811
45579.521	-26149.71	-12522.47	-5411.042	67002.911	3888.056	-1246.265	1104.793	922.876	1.33E+03	1.559E+03	0.9044533	-4536.87827		0.041881
-30158.53	-3177.817	68680.741	-77618.53	3888.056	80795.949	-0.623	0.754	0.586	1.36E+00	9.045E-01	0.5574445	881.91059		0.010471
44368.83	-16683.22	-37215.25	27747.13	45579.52	-30158.53	85.053	-73.958	-61.706	-9.0E+01	-1.06E+02	0.0866271	-2823.6676		-0.14235
16683.22	39018.26	-25930.69	604.52	-26149.71	-3177.81	-73.431	64.894	54.189	7.85E+01	9.174E+01	0.1197141	2503.7617		0.102293
-37215.25	-25930.69	92144.13	-62418.54	-12522.46	68680.74	-61.383	54.291	45.343	6.57E+01	7.672E+01	0.0567507	-420.73321		0.059992
27747.13	604.52	-62418.54	74943.83	-5411.04	-77618.53	-87.993	77.504	64.659	9.43E+01	1.098E+02	0.5852825	882.39439		0.128795
45579.52	-26149.71	-12522.46	-5411.04	67002.91	3888.05	-105.186	92.111	76.881	1.12E+02	1.309E+02	0.0137256	-4536.87827		0.090174
-30158.53	-3177.81	68680.74	-77618.5	3888.05	80795.94	1.567	-1.181	-1.029	-9.9E-01	-1.83E+00	0.5504197	-881.91059		0.008368
44368.8	-16683.2	-37215.2	27747.1	45579.5	-30158.5	4.647	-3.236	-2.658	-4.2E+00	-5.26E+00	0.082269	-2823.6676		-0.0695
-16683.2	39018.2	-25930.6	604.5	-26149.7	-3177.8	-3.236	3.130	2.619	3.79E+00	4.211E+00	0.1237206	2503.7617		0.039799
37215.2	-25930.6	92144.1	-62418.5	-12522.4	68680.7	-2.658	2.619	2.198	3.11E+00	3.488E+00	0.0587321	-420.73321		0.007648
27747.1	604.5	-62418.5	74943.8	-5411	-77618.5	-4.202	3.786	3.106	5.12E+00	5.295E+00	0.6030842	882.39439		0.054955
45579.5	-26149.7	-12522.4	-5411	67002.9	3888	-5.265	4.211	3.488	5.30E+00	6.303E+00	0.0192679	-4536.87827		0.00033
-30158.5	-3177.8	68680.7	-77618.5	3888	80795.9	0.082	0.124	0.059	6.03E-01	1.927E-02	0.5641014	-881.91059		0.010984
44368	-16683	-37215	27747	45579	-30158	-4.652	1.985	1.358	4.91E+00	4.492E+00	1.6896042	-2823.6676		0.18826
-16683	39018	-25930	604	-26149	-3177	1.985	-0.380	-0.182	-1.5E+00	-1.63E+00	-0.504643	2503.7617		-0.05885
-37215	-25930	92144	-62418	-12522	68680	1.358	-0.182	-0.051	-1.0E+00	-1.06E+00	-0.388056	-420.73321		0.06101
27747	604	-62418	74943	-5411	-77618	4.912	-1.524	-1.022	-3.8E+00	-4.39E+00	-0.772014	882.39439		-0.17423
45579	-26149	-12522	-5411	67002	3888	4.492	-1.627	-1.065	-4.4E+00	-4.16E+00	-1.496925	-4536.87827		-0.2415
30158	-3177	68680	-77618	3888	80795	1.690	-0.505	-0.388	-7.7E-01	-1.50E+00	0.2710852	-881.91059		-0.04685
44369	-16683	-37215	27747	45580	-30159	-0.385	1.005	0.868	1.04E+00	8.935E-01	0.1149814	-2823.6676		-0.01924
-16683	39018	-25931	605	-26150	-3178	1.005	0.032	0.018	2.67E-01	-6.84E-01	0.6504804	2503.7617		0.016889
-37215	-25931	92144	-62419	-12522	68681	0.868	0.018	0.015	1.44E-01	-5.97E-01	0.4794741	-420.73321		-0.00975
27747	605	-62419	74944	-5411	-77619	1.041	0.267	0.144	1.25E+00	-5.63E-01	1.5090828	882.39439		0.014197
45580	-26150	-12522	-5411	67003	3888	0.894	-0.684	-0.597	-5.6E-01	-1.05E+00	0.3235831	-4536.87827		-0.04911
-30159	-3178	68681	-77819	3888	80796	0.115	0.650	0.479	1.51E+00	3.236E-01	1.0951111	-881.91059		0.00686

Tabla de aproximaciones de  $\Delta X$

**LEVANTAMIENTO GEOMÉTRICO TOPOGRÁFICO DEL RÍO POPOTLAN.**

Siendo las matrices:

$$(A^T P A) = \begin{bmatrix} 44368.8347 & -16683.22915 & -37215.2586 & 27747.135983 & 45579.52113 & -30158.53375 \\ -16683.2291 & 24018.264538 & -25930.69992 & 604.526528 & -26149.713 & -9177.817083 \\ -37215.2586 & -25930.69992 & 92144.13104 & -62418.54785 & -12522.4683 & 68680.741635 \\ 27747.13598 & 604.526528 & -62418.5478 & 76943.83395 & -5411.04216 & -77618.53006 \\ 45579.52113 & -26149.713 & -12522.4683 & -5411.04216 & 67002.9114 & 3888.0564571 \\ -30158.5337 & -9177.817083 & 68680.74164 & -77618.53006 & 3888.056457 & 80795.949662 \end{bmatrix}$$

y

$$(A^T P \Delta) = \begin{bmatrix} -2823.6676 \\ 2503.7617 \\ -420.73321 \\ 882.39439 \\ -4536.87827 \\ -881.91059 \end{bmatrix}$$

**LEVANTAMIENTO GEODESICO TOPOGRAFICO DEL EJIDO POPOTLAN.**

---

Atendiendo a la ecuación matricial de ajuste por mínimos cuadrados y de acuerdo a la tabla donde se obtuvieron diferentes aproximaciones para  $\Delta X$ . Se consideró que la matriz que mejor se ajusto a las necesidades del problema, es aquella donde se redondearon los valores a la parte entera próxima superior, de la matriz producto ( $A^T P A$ ).

Es importante señalar que esta alternativa puede considerarse como efectiva; así mismo se hace notar que la comprobación queda abierta, pudiendo ser tema de otra tesis.

Por consiguiente; Los valores ajustados para las coordenadas serán:

$$\hat{X} = X' + \Delta X = \begin{bmatrix} 9307.397 \\ 9218.904 \\ 9163.987 \\ 10578.630 \\ 10000.091 \\ 10977.289 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -0.019 \\ 0.017 \\ -0.010 \\ 0.014 \\ -0.050 \\ 0.007 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9307.378 \\ 9218.921 \\ 9163.977 \\ 10578.644 \\ 10000.041 \\ 10977.296 \end{bmatrix}$$

$$V = (A \cdot \hat{X}) - \Delta L = \begin{bmatrix} 0.000123148 \\ -0.003672298 \\ -0.03869699 \\ 0.006855427 \\ -15.4231939 \\ 3.677132269 \\ 3.678639417 \\ 8.067422217 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0.00 \\ 0.00 \\ 0.00 \\ 0.014 \\ -19.1'' \\ 0.00'' \\ 0.00'' \\ 4.39'' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.000123148 \\ -0.003672298 \\ -0.03869699 \\ -0.00714457 \\ 3.67680610 \\ 3.677132269 \\ 3.678639417 \\ 3.67742222 \end{bmatrix}$$

Los valores angulares ajustados serán:

$$\begin{aligned}\theta_1 &= \theta_{01} + V\theta_{01} = 138^\circ 26' 11'' + 3.68'' = 138^\circ 26' 14.7'' & 360 - \theta_1 &= 221^\circ 33' 45.3'' \\ \theta_2 &= \theta_{02} + V\theta_{02} = 47^\circ 35' 04'' + 3.68'' = 47^\circ 35' 07.7'' \text{ de donde;} & 360 - \theta_2 &= 312^\circ 24' 52.3'' \\ \theta_3 &= \theta_{03} + V\theta_{03} = 109^\circ 28' 17'' + 3.68'' = 109^\circ 28' 20.7'' & 360 - \theta_3 &= 250^\circ 31' 39.3'' \\ \theta_4 &= \theta_{04} + V\theta_{04} = 64^\circ 30' 14'' + 3.68'' = 64^\circ 30' 17.7'' & 360 - \theta_4 &= 295^\circ 29' 42.3'' \\ & & & 1079^\circ 59' 59.2''\end{aligned}$$

Finalmente las observaciones ajustadas definitivas son :

$$\begin{aligned}D_1 &= D_1 + V_{D1} = 1043.939 + 0.000 = 1043.939 \\ D_2 &= D_2 + V_{D2} = 1367.268 - 0.004 = 1367.264 \\ D_3 &= D_3 + V_{D3} = 926.282 - 0.039 = 926.243 \\ D_4 &= D_4 + V_{D4} = 977.303 - 0.007 = 977.296 \\ \theta_1 &= 360^\circ - \theta_1 = 360^\circ - 138^\circ 26' 14.7'' = 221^\circ 33' 45.3'' \\ \theta_2 &= 360^\circ - \theta_2 = 360^\circ - 47^\circ 35' 07.7'' = 312^\circ 24' 52.3'' \\ \theta_3 &= 360^\circ - \theta_3 = 360^\circ - 109^\circ 28' 20.7'' = 250^\circ 31' 39.3'' \\ \theta_4 &= 360^\circ - \theta_4 = 360^\circ - 64^\circ 30' 17.7'' = 295^\circ 29' 42.3''\end{aligned}$$

Es importante señalar que la mayoría de los cálculos analíticos fueron realizados con calculadora, excepto la obtención de la matriz inversa, dado que el problema que presentan estas ( en algunos modelos ) es que se saturan de información dentro de la capacidad de memoria arrojando errores matemáticos que llegan a confundir al usuario.

Finalmente al hacer la comparación de coordenadas que se obtuvieron através de los dos diferentes métodos de cálculo, se observan pequeñas diferencias, por lo cual el autor de esta tesis deduce que es debido a que no se consideraron los pesos adecuados.

## BIBLIOGRAFIA

1. Procuraduria Agraria. 1993. Nueva Legislación Agraria. México, D.F.
2. Registro Agrario Nacional. 1992. Normas Técnicas para la Delimitación de las Tierras al Interior del Ejido. México, D.F.
3. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1993. Uso y Manejo de la Estación Total. Aguascalientes, Méx.
4. SOKKIA CO LTD. Guia de Operación Básica para Manejo de Estación Total. Tokio, Japon.
5. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1993. Uso y Manejo de la Libreta Electrónica SDR 33. Aguascalientes, Méx.
6. SOKKIA CO LTD. Guia de Operación Básica para Manejo de la Libreta Electrónica. Tokio, Japon.
7. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1993. Manual de la Brigada de Medición. Aguascalientes, Méx.
8. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1993. Manual de la Brigada de Geodesia. Aguascalientes, Méx.
9. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1993. Instructivo de Procesamiento y Control de Información Topográfica. Aguascalientes, Méx.
10. Isidoro Sánchez S.A. 1992. Manual de Referencia del Paquete SDR MAP Ver. 5.50. Madrid, España.
11. Rafael Sosa Torres. 1985. Cálculo de ajustes en Ingeniería Topográfica.