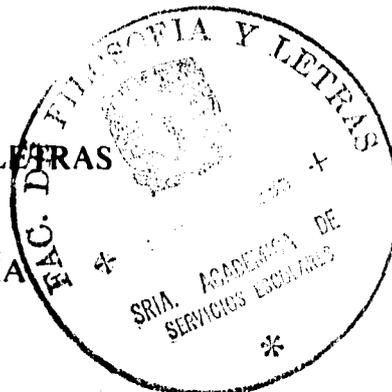


14
275
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

COLEGIO DE GEOGRAFÍA



**EL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL
(GPS), UTILIZADO CON FINES GEOGRÁFICOS,
PARA EL LEVANTAMIENTO CATASTRAL .**

FALLA DE ORIGEN

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

LICENCIADO EN GEOGRAFÍA

P R E S E N T A :

MARÍA VIRGINIA GAONA BANDA

CIUDAD UNIVERSITARIA . D. F.



NOVIEMBRE 1995

**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA**



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.

***Primero fue creada la tierra , los montes y los llanos ;
dividiéronse los caminos del agua y salieron muchos arroyos
por entre los cerros y , en algunas partes , se
detuvieron y rebalsaron las aguas y de este modo aparecieron
las altas montañas.***

POPOL VUH.

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES

Sr. JOSÉ REFUGIO GAONA ESTRADA

Sra. GRACIELA BANDA CRUZ

*POR DARME LA VIDA , POR HABER TENIDO LA PACIENCIA DE EDUCAR
DIALOGAR , POR TENER TODAS LAS ATENCIONES Y SACRIFICIOS
NECESARIOS PARA LA MEJOR HERENCIA QUE PUEDEN DARNOS LA
EDUCACIÓN ... ¡ MIL GRACIAS !*

A MIS HERMANOS

AGUSTÍN , IRMA , ADRIANA Y RAMÓN

A MI HERMANO POSTIZO

MIGUEL ÁNGEL LÓPEZ MURILLO

A MI PRIMA

Ma. ISABEL GUTIÉRREZ BANDA

*CON ENORME CARIÑO , GRACIAS POR SU APOYO Y PORQUE SIN USTEDES
NO SERÍA LO MISMO .*

A LOS PEQUEÑOS MONSTRUOS

FRANCISCO JAVIER

MASSIEL ADRIANA

IRMA GRACIELA

RAQUEL

POR SE LA ALEGRÍA DE LA CASA , POR SER TAN LATOSOS Y POR QUERERME

A MIS ABUELOS

JOSÉ BANDA POMPA (+)

LIBRADA CRUZ HERNÁNDEZ (+)

AGUSTÍN GAONA BELTRÁN (+)

FELICITAS SÁNCHEZ ESTRADA

A MIS TÍOS

JERONIMO BANDA CRUZ

ESTELA CÓRDOBA ZACARÍAS

POR SU APOYO Y COMPRESIÓN .

A LA PERSONA MÁS ESPECIAL Y PRINCIPAL EN MI VIDA

ING. GABRIEL CASTRO SEGURA

*NO TENGO PALABRAS CON QUE AGRADECERTE TODO EL APOYO , LAS
PALABRAS DE ANIMO EN LOS MOMENTOS DIFICILES Y POR TODO EL AMOR
QUE ME PROPORCIONAS ... ¡GRACIAS !*

A MI ASESOR

MTRO. R. MAURICIO ACEVES GARCÍA

*POR TENER LA PACIENCIA DE REVISAR , SUGERIR Y APORTAR TODAS LAS
ADECUACIONES PERTINENTES PARA EL DESARROLLO DE ESTE TRABAJO...
¡MIL GRACIAS !*

A MIS SINODALES

LIC. RICARDO RUBALCAVA AYALA

LIC. ANA ELSA DOMÍNGUEZ CEBALLOS

LIC. RAMÓN ÁVILA MORALES

MTRO. GUIDO GARCÍA GARCÍA

*POR APORTAR VALIOSAS SUGERENCIAS EN ESTA INVESTIGACIÓN ...
GRACIAS.*

A OTROS :

**A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE DE
ALGUNA U OTRA FORMA COLABORARON
CONMIGO .**

A MIS AMIGOS

GEÓGRAFOS :

**GLORIA CAMACHO MARTÍNEZ
ANTONIETA VÁZQUEZ HERNÁNDEZ
CAROLINA REYES NOYA
RAFAEL HERNÁNDEZ BALBUENA
ELIZABETH RAMÍREZ SOTO
MERCEDES TAPIA REYES
PATRICIA MOCTEZUMA MALDONADO
ALEJANDRO RODRÍGUEZ
NORMA PÉREZ**

BIÓLOGOS :

**PATRICIA GUADARRAMA CHAVÉZ
RICARDO LEÓN RICO**

*GRACIAS A USTEDES POR SER MIS AMIGOS , POR SU APOYO
INCONDICIONAL Y POR SOPORTAR MIS MALOS RATOS .*

ÍNDICE GENERAL

	PP
I. INTRODUCCIÓN	
II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	1
II.1. Antecedentes	1
II.2. Métodos de Medición (Directos e indirectos)	4
II.3. El Sistema de Posicionamiento Global (GPS)	15
III. APLICACIÓN DEL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (G P S)	27
III.1. Los modelos PXII y DIMENSIÓN	33
III.2. Los Métodos : Estático , Estático - Rápido y Cinemático	48
III.3. Control geodésico (Monumentación y Posicionamiento)	55
III.4. Inicialización y logística de medición (Método Cinemático)	64
III.5. Respaldo y proceso de información obtenida en campo	67
III.6. Edición de resultados finales	72
IV. CONSIDERACIONES ESPECIALES DE OPERACIÓN EN CAMPO	75
V. ANÁLISIS Y PLANEACIÓN DEL PROYECTO DE MEDICIÓN	81
V.1 Ventajas y desventajas del GPS	83
VI. RECOMENDACIONES	89
CONCLUSIONES	91
VII. ANEXOS	93
VII.1. Conceptos Generales	94
VII.2. Cédulas de Información	100
VII.3. Cartográfico	107
BIBLIOGRAFÍA.	108

I. INTRODUCCIÓN

Las necesidades de la humanidad en obtener cada vez mejores resultados en la realización de las tareas cotidianas no sólo para disminuir el esfuerzo físico para reducir horas-hombre de trabajo con la máxima seguridad posible ; han motivado un creciente desarrollo y adaptación de tecnologías en materia de comunicación y medición , como es el caso del Sistema de Posicionamiento Geodésico Global (Global Positioning System : G P S) cuyos antecedentes se encuentran en la historia de la interferometría y rastreo de Quasars (fuente equivalente a una supernova que emite luz y microondas) , mediante radiotelescopios ; originando el diseño de receptores que actualmente integran el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) mismo que , paradójicamente , fue creado para propósitos bélicos (localización de blancos ofensivos : naves aéreas , barcos y proyectiles en movimiento , entre otros) y finalmente este sistema ha sido adaptado para usos pacíficos en beneficio de la navegación aérea y marítima así mismo para la medición de grandes áreas de la superficie terrestre ; constituyendo así una técnica de medición moderna con grandes ventajas .

La naturaleza de las demandas por cartografía de mayor precisión , el auge de los Sistemas de Información Geográfica en nuestro medio y las necesidades de apoyo a la investigación en el orden geográfico , requiere de posicionamientos precisos , así como la solución a programas de desarrollo nacional , que requieren de su ubicación en un marco geográfico adecuado con apoyo de un Sistema de Geodésico de Referencia .

Para la medición de grandes áreas (2000 has.) ; la utilización de los métodos tradicionales (teodolito , estación total y fotogramétricos) resultan ahora muy tardados , caros , imprecisos y hasta cierto punto obsoletos . Con la utilización del GPS en la medición de grandes áreas , se reduce los tiempos y costos de operación , ofrece mayor precisión , calidad y eficiencia al utilizar la tecnología de punta .

El presente trabajo tiene como finalidad presentar un panorama detallado de la utilización del GPS , como una técnica geodésica en medición de grandes áreas así como su definición , aplicación , procesamiento , ventajas y desventajas . Para aplicarlo a levantamientos catastrales con fines geográficos . También , aportar sugerencias prácticas para su aplicación óptima .

II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

II.1 ANTECEDENTES

La palabra geodesia proviene de dos términos griegos "Gea" tierra y "Daio" división o medición. La geodesia tiende a estudiar la división de la tierra o más bien a medición.

Una moderna definición de geodesia es la siguiente : " Es la ciencia de la determinación de la forma y tamaño de la tierra , incluyendo su campo de gravedad en cuatro dimensiones : espacio (x , y , z) y tiempo (t) " .

La geodesia es una de las más antiguas ciencias fue la primera que intentó medir el tamaño de La Tierra ; en el siglo 3 a.C. era conocimiento común que la tierra era redonda o esférica pero su tamaño era desconocido.

Eratóstenes , jefe bibliotecario y director de investigación del museo de Alejandría , midió la circunferencia de la tierra usando una técnica extremadamente simple : por medio de la medición del largo de la sombra que proyectaba una vara corta en Alejandría. Eratóstenes concluyó que el Sol era 1/50 de círculo o bien 7 grados 12 minutos , bajo el cenit . También , calculó la circunferencia de la tierra multiplicando la distancia entre Alejandría y Aswan por 50 , esta diferencia fue estimada en 5 000 estadios (19 000 km) y de aquí que la circunferencia de la tierra era de 250 000 estadios (39500 000 km) . Eratóstenes por razones desconocidas corrigió subsecuentemente esta estimación a 252 000 estadios , el valor de una estadia egipcia era 158 metros . La circunferencia de Eratóstenes es de aproximadamente 39 820 kilómetros , con un radio igual a 6 338 kilómetros muy cercanos a los valores actualmente calculados.

Otra importante aportación a la geodesia la realizó Newton , en la primera edición de "Principios" publicada en 1687 , postuló que la tierra era ligeramente elipsoidal con forma un tanto esférica . Newton desarrollo su conocimiento usando la nueva teoría de la gravedad y fue capaz de confirmar su predicción utilizando con exactitud la medida del tiempo , relojes de péndulo .

De ambas teorías y observaciones , Newton concluyó que la tierra es más grande en el Ecuador que en los polos , con una diferencia de aproximadamente de 27.35 km .

El astrónomo Francés Jaques Cassini dio algunas medidas falsas ; pensó que la tierra era elongada en las polos . Fue entre los años 1736 y 1744 , que se determinó astronómicamente el radio ecuatorial de la tierra y el achatamiento en los polos como Newton lo predijo .

Sin embargo , no fue sino hasta la alborada de la era espacial cuando nuestro conocimiento de la forma y tamaño de la tierra fue significativo y comprobado . Un análisis de la órbita del Sputnik II , lanzado el 3 de noviembre de 1957 , mostró que la diferencia entre los radios ecuatorial y polar de la tierra era de 85 metros menos que el considerado ; aunque , relativamente corta , esta diferencia fue importante para los geodestas , la cual hizo posible medir la posición con una aproximación de 10 metros . El análisis de la órbita del satélite Vanguard I lanzado el 17 de marzo de 1958 , mostró que la tierra tenía ligeramente la forma de una pera , con una ligera depresión alrededor del polo norte y sur y un ligero pandeo al sur del Ecuador , estas deformaciones son pequeñas en el orden de 20 metros pero son importantes para el trabajo de los geodestas .

Cuando los geodestas hablan de la forma de la tierra se refieren a la forma de la superficie de la Tierra , pero la única que tiene significancia es la que se aproxima al nivel medio del mar (nmm) .

Sin embargo , la superficie equipotencial más parecida es la llamada geoide . Este es usualmente configurado en términos de la altura de un punto particular sobre o bajo la superficie , de una superficie particular del elipsoide de referencia (sistema geodésico mundial de 1984 ; WGS 84) . Con el geoide se puede conocer la estructura de la corteza terrestre y del manto superior , además , muestra las alturas ortométricas basadas en un mapa topográfico medible .

Las coordenadas geodésicas se pueden definir como el origen del sistema (x , y , z) en un punto cualquiera y los ejes coordenados pueden definirse con respecto a la tierra sólida .

El eje de rotación se mueve ligeramente con respecto a la tierra sólida , resultado del fenómeno conocido como movimiento polar , la posición de este se puede elegir para fijar el eje " Z " . Los ejes " X " y " Y " son ortogonales al eje " Z " , con el eje " X " pasando a través de la intersección del meridiano de Greenwich y el plano ecuatorial .

Las coordenadas cartesianas (x , y , z) son convenientes para cálculos pero , ellas no son coordenadas comunes para cartógrafos y navegantes . Pero los geodestas , por la exactitud y la forma elipsoidal de la tierra , acordaron el uso de las coordenadas esféricas , abriendo paso al uso de las coordenadas elipsoidales .

Las coordenadas elipsoidales de un punto P son latitud y longitud geodésicas (ϕ , λ) . La latitud (ϕ) es el ángulo medido en el plano meridiano a través del punto P el plano ecuatorial X , y del elipsoide y la línea perpendicular o normal a la superficie del elipsoide en el punto P .

La longitud geodésica (λ) es el ángulo medido en el plano ecuatorial entre el meridiano (X), y el plano del meridiano a través del punto P . En trabajos geodésicos , la latitud es positiva hacia el Norte y la longitud negativa hacia el Este . Las coordenadas ϕ y λ definen una posición

sobre la superficie del elipsoide; para la posición de un punto en la superficie es necesario una coordenada más la altura (h), esta es medida a lo largo de la normal entre el elipsoide y el punto P .

La posición de un punto según el Sistema elipsoidal o geográfico esta definida por las coordenadas ϕ , λ , h (ver figura 1).

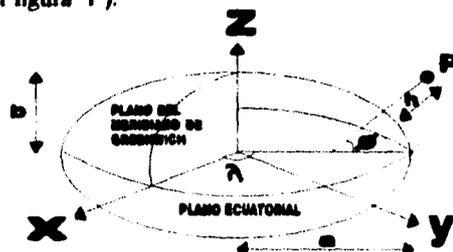


Figura 1 Sistema Geográfico

Los receptores GPS pueden proyectar coordenadas elipsoidales sobre un plano cuya proyección causa distorsiones minimizadas mediante ciertos tipos de proyecciones. Una de las más usadas es la Universal Transversa de Mercator (UTM), la cual divide al mundo en 60 zonas cada una de las cuales mide seis grados de longitud y se sobreponen en un grado. (Ver figura 2).

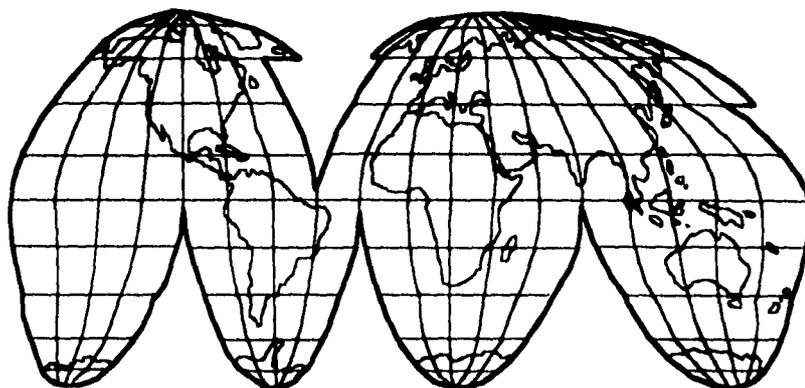


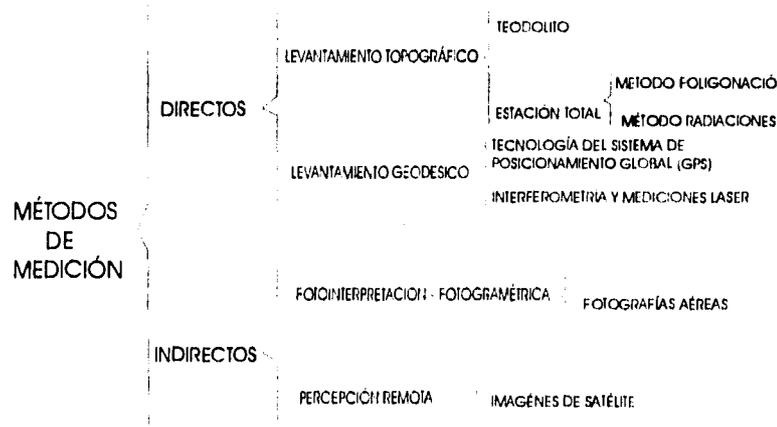
Figura 2 . Proyección UTM

Cada zona constituye un segmento de referencia elipsoidal que se proyecta dentro de un cilindro con eje paralelo al Ecuador terrestre y el radio es elegido dentro de los límites permisibles de

error . De este modo las coordenadas de un punto sobre el elipsoide y dentro de una zona en particular pueden ser transformada a una red de coordenadas UTM referidas al Este o Norte y en unidades del Sistema Inglés (SI).

II.2 MÉTODOS DE MEDICIÓN

Existen varios métodos para realizar la medición de distancias así como para efectuar levantamientos de superficies , deslindes agrarios (parcelas) , delimitación de municipios , estados o países ; dichos métodos se clasifican en directos e indirectos , dependiendo de la forma en que se lleven a cabo .



El método directo incluye los levantamientos topográficos y geodésicos , mientras que el método indirecto abarca la fotointerpretación y la percepción remota mediante fotografías aéreas e imágenes satelitales respectivamente. A fin de realizar una comparación entre las características de los principales métodos de medición en contraste con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) , se describirá su forma de operar de manera general .

Los levantamientos topográficos son aquellos que se llevan a cabo sin considerar la influencia de la curvatura de la tierra , mientras los levantamientos Geodésicos son los que se realizan considerando la curvatura del globo terráqueo (Incluye el GPS) .

En el levantamiento fotogramétrico se incluyen técnicas de interpretación de imágenes fotográficas mediante identificación de elementos reconocibles para su análisis y su deducción. El éxito del empleo de este levantamiento implica que el fotointérprete tenga un buen nivel de referencia y realice evaluaciones correctas y conclusiones adecuadas, para realizarla, debe poseer y desarrollar cualidades de sensibilidad ocular.

En un levantamiento topográfico se utiliza el teodolito (Transito Universal) o bien el denominado comercialmente Estación Total, siendo necesario efectuar su montaje, ajuste y centrado, la determinación de puntos a medir, el visado y la lectura; el resultado de todas estas operaciones generan un valor numérico denominado medición u observación (ambos términos se usan indistintamente).

Los principales tipos de medición en topografía plana abarcan: ángulos horizontales y verticales, así como distancias horizontales, inclinadas y verticales. Estos tipos de medición se ilustran en la figura 3, en la cual se pueden medir los ángulos y distancias de su espacio tridimensional.

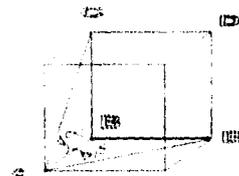


Figura 3. Tipos de Medición en Topografía Plana

En dicha figura las distancias horizontales son \overline{AB} y \overline{AE} , el ángulo horizontal β es el resultado de medir \widehat{BAE} ; para medir este ángulo se necesitan las direcciones representadas por los puntos B y E, ya que el punto base de esas mediciones es A.

Las distancias verticales se señalan por las líneas \overline{BC} y \overline{ED} y el ángulo vertical α por la medición de los puntos B A C. La distancia inclinada se representa por los puntos A y C, ya que se determinan según los planos inclinados respecto a la horizontal.

Medición de Distancias.

En el método topográfico las técnicas aplicadas en la medición de las distancias de acuerdo a su mayor precisión se tienen: estimación a ojo, a escala sobre un plano, a pasos, odómetro (velocímetro), taquimétrica (visando a través de un tránsito y estadal), con cinta y fotogramétrica. En la actualidad, la tecnología ha desarrollado instrumentos y equipos especiales electrónicos con modalidad electro-óptica (medición mediante ondas de luz), como la denominada estación total. También existe la modalidad electromagnética (medición mediante el movimiento de microondas) como el Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

La forma de operar de los equipos electro-ópticos es mediante la determinación indirecta del tiempo que utiliza un haz de luz para viajar entre dos puntos : el instrumento se coloca en un punto y emite un rayo modulado de luz hacia una superficie reflectora , que actúa como un espejo, ya que regresa el rayo de luz al instrumento donde se efectúa la comparación de fase entre el haz proyectado y el reflejado . La velocidad con que viaja la luz sirve de base para el cálculo de la distancia . Esta forma de medición de distancias requiere de la existencia de visibilidad entre el instrumento emisor de luz y la superficie reflectora .

Por otro lado , los equipos electromagnéticos funcionan con la transmisión de microondas de alta frecuencia , para lo que son necesarios dos instrumentos intercambiables colocados uno en cada extremo de la línea a medir . Estos equipos reciben la señal que envía el satélite en una serie de microondas que corren a través de los circuitos de la unidad receptora y se mide el tiempo requerido en el procedimiento . Es necesario que la trayectoria entre satélite-unidad receptora no tenga obstáculos , no se requiere visibilidad entre equipos y por tanto es posible realizar mediciones bajo niebla y en presencia de condiciones climatológicas desfavorables .

Rumbos y Azimutes .

La localización de puntos y la orientación de líneas , generalmente , dependen de la medición de ángulos y direcciones , las cuales se expresan por los rumbos y azimutes .

En topografía los ángulos que se miden se clasifican en horizontales y en verticales dependiendo del plano en que se midan . Los ángulos horizontales son medidas fundamentalmente necesarias para determinar rumbos y azimutes .

Las unidades de medida angular se expresan en el Sistema Sexagésimal ; grados (°) , minutos (') y segundos (") .

Los ángulos horizontales son :

- Ángulos interiores y/o exteriores
- Ángulos por deflexión (izquierda y/o derecha)

Los rumbos son el medio para establecer las direcciones de líneas con respecto a un meridiano dado . Se le denomina verdadero , magnético , el que esta en función del meridiano en que se apoya , sea el verdadero el magnético . El rumbo de una línea es el ángulo que se forma entre el meridiano de referencia y la línea . Dicho ángulo se mide ya sea del Norte o del Sur hacia el Este o el Oeste y su valor es de 90° (ver figura 4) .

Los rumbos pueden ser directos o inversos , ambos tienen el mismo valor aunque en diferente cuadrante , es decir , si el rumbo $OA = SE 20^\circ$ el inverso será $AO = NW 20^\circ$.



Figura 4 . Rumbo Directo e Inverso

Por otra parte , los azimutes son ángulos horizontales medidos desde el Norte y en el sentido en que giran las manecillas del reloj . En topografía el azimut se mide generalmente a partir del Norte , al igual que el rumbo , puede ser verdadero , magnético o supuesto en función del meridiano de apoyo . Los azimutes pueden tener valores entre 0 y 360 ° y pueden ser directos o inversos :

Los directos (o hacia adelante) se convierten en inversos (o hacia atrás) sumando o restando 180 ° (ver figura 5) .

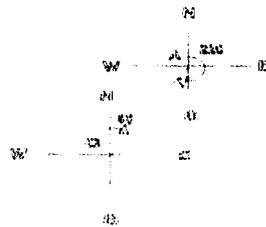


Figura 5 . Azimutes

Resumiendo , los rumbos y azimutes presentan las características siguientes :

RUMBOS	AZIMUTES
Varian de 0 a 90 °	Varian de 0 a 360 °
Se indican con dos letras y un valor numérico	Se indican sólo con un valor numérico
Pueden ser verdaderos , magnéticos ; a su vez son directos o inversos	Pueden ser verdaderos , magnéticos ; directos o inversos
Medidos en sentido de las manecillas del reloj y en sentido contrario . A partir del N o S hacia el W o E , según sea el caso .	Medidos sólo en sentido de las manecillas del reloj y sólo desde el Norte (N)

CUADRO 1. Características de Rumbos y Azimutes .

Un azimut puede calcularse a partir de un rumbo o viceversa , según el cuadrante en el que se ubique.

Precisión y Tolerancias .

Las medidas siempre están sujetas a diversas variaciones , pues se puede afirmar que ninguna medición ofrece un valor verdadero , ya que lo que realmente se obtiene es una estimación o aproximación al valor verdadero . De tal forma , la diferencia entre el valor verdadero y el valor real se conoce como error , siendo éstos : sistemáticos , instrumentales y personales .

Los primeros son causados por variaciones del viento ; la temperatura , humedad , refracción , gravedad terrestre y la declinación magnética . Los errores instrumentales son ocasionados por las imperfecciones de la construcción o ajuste y manipulación de los aparatos . Los errores personales son debidos a la limitación de los sentidos humanos o al conocimiento de los operarios que realizan la medición .

Un término que se emplea frecuentemente en las mediciones de los levantamientos es el de la precisión relativa , el cual se refiere a la relación o proporción que existe entre la precisión de una medición dada y el valor de la medición en si . Por ejemplo : si D es la distancia medida y O es la desviación de la medición , la precisión relativa será O / D . La precisión relativa puede expresarse con un porcentaje o una proporción fraccionaria como $1 / 500$ o $1 / 10\ 000$ o como partes por millón (ppm) . Esta última es la que utilizan los equipos de medición electrónica de gran precisión . El error en distancias se expresa normalmente como una precisión relativa , de tal forma que una precisión de $1 / 1000$ o una parte por mil , significa que se genera un error de un metro por cada 1000 m. medidos . En el caso de medición de ángulos , por ejemplo un error angular de $01'$ corresponde a un error lineal de aproximadamente 2 cm. en 100 m. medidos.

Levantamiento Topográfico .

Para llevar a cabo un levantamiento topográfico existen diversos métodos , los más usuales son : Poligonación y Radiaciones .

Poligonación .- Secuencia de puntos ligados entre si por medio de ángulos y distancias . A los vértices que definen los extremos de las líneas que forman la poligonal , se les denomina estaciones . La distancia que existe entre estos se determina por la medición directa y en cada punto en que la poligonal cambia de dirección se efectúa una medición angular .

Existen 2 tipos de poligonales , que son :

- a). Poligonal abierta
- b). Poligonal cerrada

El método de levantamiento por radiaciones , consiste esencialmente en la medición de ángulos y distancias desde un punto o varios puntos , que se ubican dentro o fuera de la

poligonal , y a partir de los cuales se observa el mayor número de estaciones de la poligonal . Este método posibilita elevar la precisión de las mediciones a través de una doble radiación , la cual consiste en llevar a cabo los mismos pasos señalados anteriormente , pero ubicando el instrumento en otro punto . Con lo cual se tendrían distancias y ángulos de todos los vértices de la poligonal medidos dos veces y desde diferentes puntos .

Durante los levantamientos topográficos (radiaciones y doble radiación) es frecuente que existan obstrucciones que dificultan radiar de un punto a otro debido a que no hay visibilidad entre esos puntos . En estos casos , el problema puede solucionarse definiendo dos puntos o más dentro o fuera de la poligonal a medir y referidos a un punto de coordenadas conocidas que permitan efectuar las mediciones de los puntos obstruidos . Estos dos puntos forman una poligonal , que se llama de apoyo ya que precisamente funciona como un auxiliar para radiar vértices .

Levantamientos Geodésicos .

Es conocido que el desarrollo de una cartografía formal requiere ; en primera instancia de su ubicación dentro de un determinado marco de referencia espacial que permita definir inequívocamente y con precisión la posición geográfica de diversos rasgos o detalles de interés representados en planos , cartas y mapas , y evitar las incongruencias resultantes de fallas en la precisión , los que a su vez pueden dar origen a problemas técnicos y jurídicos de diversa índole .

México ha desarrollado su información geodésica dentro del marco del Datum Norteamericano de 1927 (NAD 27) , asociado al Elipsoide de Clark de 1866 , con propósitos mayoritariamente cartográficos .

El desarrollo tecnológico característico de nuestra época , con nuevos instrumentos y tecnologías de medición además de un análisis computacional , ha obligado por otra parte a evolucionar en la concepción de la geodesia y de los resultados que de ello esperan . La geodesia ha superado en mucho su base geométrica inicial y se desenvuelve hoy en día en el contexto de los entornos físico-dinámicos fundamentales ; ha pasado de la característica bidimensionalidad de los sistemas de posicionamiento horizontal a integrar la dimensión vertical , antes un tanto separado , y a la agregación del elemento temporal como una cuarta dimensión consustancial de los modernos sistemas .

Las técnicas de medición contemporáneas se inscriben ahora en un entorno dinámico-espacial que permite la observación de resultados extremadamente precisos en tiempos relativamente cortos , en comparación con los métodos tradicionales , lo que representa una significativa ventaja desde los puntos de vista de calidad y prontitud de la información . La referencia en particular es a los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) que han venido a revolucionar la tecnología de medición geodésica suscitando ventajosamente a los sistemas de posicionamiento astronómico , triangulación , poligonación y trilateración , inclusive los más recientes posicionamientos Doppler . Los procedimientos anteriormente mencionados han sido aplicados en sucesión a lo largo del tiempo de la evolución de la información geodésica mexicana .

Dentro de los levantamientos geodésicos se cuenta con tecnología de vanguardia tal como los equipos GPS , modelo PXII y DIMENSIÓN (Ver figura 6) entre otros . Los cuales reciben y almacenan información emitida por satélites durante un tiempo definido según el método a utilizar , equipo y las condiciones prevaletientes en campo (topográficos y flora) .

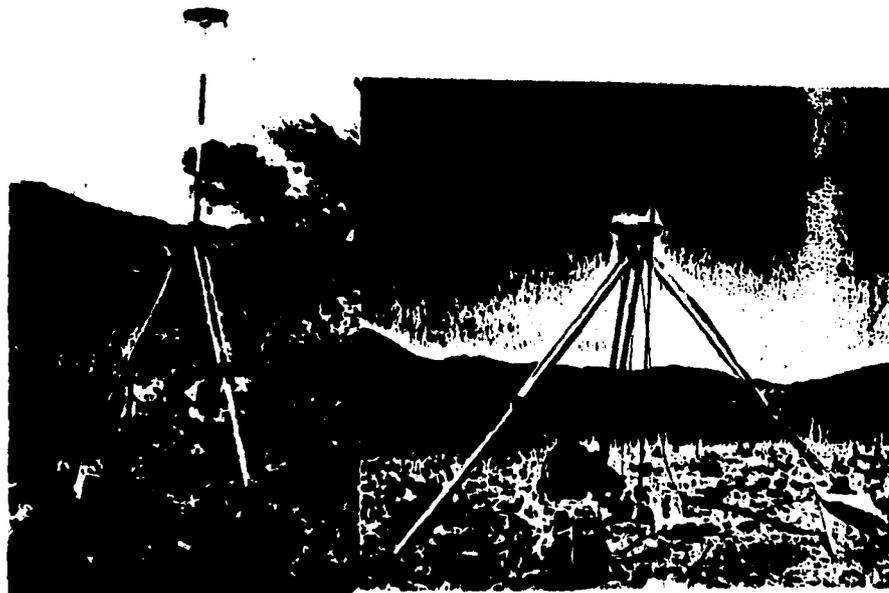


Figura 6 Modelo PXII Y DIMENSION

En la instalación de los equipos se requiere de su montaje , ajuste y centrado similar a un teodolito o de la llamada estación total (ET) . Con la ubicación de puntos a medir , respaldo y procesamiento generan coordenadas (X , Y , Z) precisas , las cuales se consideran para la edición de planos de grandes áreas , a su vez están referenciados a la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) para su correcta ubicación dentro de la cartografía nacional .

Levantamientos Fotogramétricos .

La Sociedad Americana de Fotogrametría ha definido a la Fotogrametría como : La ciencia o arte de obtener medidas confiables , por medio de fotografías aéreas .

Todas las ramas de las ciencias así como de las técnicas que están dedicadas a la explotación , descripción , cuantificación , planeación y aprovechamiento de la superficie terrestre utilizan cada vez con más frecuencia la fotografía , ya que esta reúne simultáneamente las dos cualidades siguientes : los aspectos verídicos y completos en la cualificación (fotointerpretación) y la base para la medición exactas en la cuantificación (fotogrametría) .

Características de la fotografía aérea .

El plan de vuelo es de suma importancia para la obtención de las fotografías aéreas , estas pueden ser verticales u oblicuas . El plan de vuelo debe incluir la altura del avión a la que debe volar , para tener la escala adecuada el tiempo a que debe dispararse la cámara entre una y otra fotografía , el costo , el combustible que se pudiera gastar . Las fotografías deben contener : el nombre de la dependencia que las elabora , coordenadas , zona , escala , fecha de vuelo , número de vuelo , número de rollo , distancia focal , además de ciertas especificaciones como sobreposición longitudinal (60 %) y lateral (20 % - 30 %) , a fin de realizar la estereoscopia .

Fotointerpretación y Fotoidentificación .

* Fotointerpretación es la ciencia y arte de observar , analizar , deducir e interpretar la identificación de los rasgos y detalles de la superficie terrestre que aparecen en las fotografías aéreas , con un fin definido .

El método indirecto consiste en las actividades realizadas a partir de materiales fotográficos y de sus productos derivados (fotogramétricos) a través de los cuales es posible identificar el relieve , vegetación , hidrología , erosión , suelos , rasgos culturales , etcétera . Para realizar la fotoidentificación es necesario contar con ciertos insumos e instrumentos .

El insumo fundamental es la fotografía aérea , la cual representa una importante alternativa (herramienta) para obtener información geográfica de alta calidad . La fotografía aérea tiene la

característica de ser muy útil para conocer distintos aspectos del territorio , pues en ella existe la opción de deslindar terrenos y observar las condiciones territoriales de las diferentes áreas a medir .

Además es necesario contar con ampliaciones y fotomapas ; las primeras se vienen aplicando para la identificación y las segundas para transferir los vértices identificados . Los fotomapas se obtienen a partir de las técnicas de restitución y rectificación para que no se observen deformaciones , desplazamientos debidos al relieve e inclinación del avión a fin de tener una escala uniforme .

El proceso fotointerpretativo metódico comprende dos fases :

a) Análisis Inductivo por medio del cual se realiza un examen interpretativo de los rasgos particulares que se observan en la fotografía aérea , a los fenómenos simples y generales que los producen .

b) Se formulan conclusiones más generales a partir de fenómenos más particulares . Para la utilización óptima del método de la Fotointerpretación son necesarias cuatro reglas :

1. Se derivan de la expresión física de los elementos técnicos que la constituyen . A este grupo corresponde :

- a) Tono
- b) Textura
- c) Microtextura

2. Derivadas de los objetos o rasgos cuyas imágenes integran las fotografías , por ser elementos característicos y constitutivos de dichos objetos .

- d) Forma
- e) Tamaño
- f) Sombra
- g) Tipo de modelo de configuración
- h) Relaciones con objetos o rasgos asociados
- i) Microrasgos no topográficos

3. Derivadas de la topografía , tal como se muestra en las fotografías cuando se observan estereoscópicamente , es decir , como aparece en el modelo tridimensional .

- j) Relieve terrestre
- k) Lugar
- l) Posición
- m) Ruptura de pendiente
- n) Rasgos alineados

4. Se derivan de los caracteres fisiográficos y geomorfológicos , de los rasgos naturales de la superficie terrestre .

- ñ) Erosión
- o) Drenaje

* Fotoidentificación es la identificación de los rasgos físicos y culturales de la superficie terrestre , que aparecen en la fotografía aérea .

Es necesario contar con instrumentos y materiales adecuados como estereoscopios , prismacolor (colores suaves) .

Respecto a los instrumentos se tienen los estereoscopios que pueden ser de *espejos o de reflexión* , de *lentes o de refracción* y *mixtos o de plasticidad* , los primeros , son los más utilizados ya que se encuentran en diferentes presentaciones como los de bolsillo . La utilización adecuada de los estereoscopios depende de la escala de las fotografías aéreas, además de lo que se quiera observar por ejemplo:

El estereoscopio de lentes se emplea en la observación tridimensional de zonas pequeñas o de accidentes aislados que ofrezcan interés y que por esa razón ameriten ser examinados con cuidado (transferencia de puntos) .

Los estereoscopios electrónicos se les identifica con las fotografías a escalas pequeñas (1 : 200 000) y escalas medias (1 : 200 000 - 1 : 25 000) , mientras que los estereoscopios de espejos y / o lentes de bolsillo son adecuados para la fotoidentificación de escalas grandes 1 : 25 000 y mayores .

En la fotoidentificación es necesario contar con un anteproyecto de medición , el cual debe contener : juego de fotografías de contacto (para hacer estereoscopia) , o las fotografías que abarquen el área a medir , la (s) ampliación (es) fotográfica (s) ; Además debe incluirse el tiempo en que se realizaran las mediciones , es decir la fecha en que se inicia y su terminación ; asimismo se deben señalar los materiales y equipo de trabajo a emplear .

Posteriormente se hace un recorrido del área a medir para ello se debe hacerse acompañar por una o varias personas que conozcan toda la región , contando con un croquis a mano alzada o sin él , en ambos casos se puede realizar el trabajo la diferencia radica en el ahorro de tiempo . Al momento de realizar el recorrido se aprovecha para localizar los puntos G P S , que constituyen la línea de control , con el fin de que el área cuente con coordenadas precisas y así poder ubicarla en la cartografía nacional .

El procedimiento de campo y el trabajo de gabinete debe cubrir los puntos siguientes :

Trabajo de campo

1) Se inicia por la identificación de los vértices en un par de fotografías de contacto a fin de realizar la estereoscopia .

2) En el picado es necesario tener la certeza de que el vértice que se va a ubicar es el que se observa tanto en el terreno como en el par de fotografías de contacto y en la ampliación .

3) En el momento del picado , el picometro debe estar colocado en forma vertical y su perforación debe ser suave .

4) En la parte posterior de la ampliación se dibuja una circunferencia en el vértice identificado .

5) En la posición anterior se procede a unir los puntos por medio de líneas.

6) Los pasos anteriores se repiten cuantas veces sea necesario hasta agotar todos los vértices del área que se esta midiendo .

Quando se termina de identificar toda el área es necesario realizar el trabajo de gabinete .

7) Se procede a realizar un croquis en el que aparecen toda el área que se midió .

8) En dicho croquis aparecen los rasgos naturales (ríos , lagos , lagunas , barrancas , etcétera) , y culturales (carreteras , caminos , puentes , presas , torres de alta tensión , poblaciones , etcétera) más representativos de la zona que se mide .

9) Se realiza la transferencia de los vértices identificados en campo a los fotomapas para su posterior digitalización .

En la actualidad , se tiene como novedad que el fotomapa puede ser procesado en forma automatizada para el cálculo de áreas y superficies , reduciendo así los errores humanos y contar con trabajos de mayor precisión .

II.3 EL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS).

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) por satélites permite conocer la ubicación de un punto sobre la superficie de la tierra , mediante la transmisión - recepción de señales electromagnéticas de un grupo de satélites , uniformemente espaciados alrededor de su órbita .

El sistema fue desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos para llevar a cabo levantamientos geodésicos-topográficos , actualmente es fabricado por diversas compañías de los Estados Unidos .Dicho sistema está diseñado para funcionar con 24 satélites ubicados en 6 órbitas con 4 satélites en cada una de ellas y los cuales se encuentran a una altura de 20 200 km (ver figura 7) .

Cada satélite transmite una señal codificada en dos frecuencias portadoras en las bandas L.1 a 1 575.42 Mhz . y L.2 a 1 227.60 Mhz. , moduladas a 293 m. y a 29.3 m. , respectivamente . La primera es llamada código C/A y está disponible a todos los usuarios . La modulación 29.3 corresponde al código P o servicio de posicionamiento preciso (PPS) se destina sólo al uso del Departamento de la Defensa Estados Unidos , aunque es posible utilizarla si se cuenta un permiso especial .

Las señales recibidas pueden ser usadas para determinar la posición absoluta del receptor o su posición relativa con respecto a otro receptor ubicado en otro punto de posición conocida .

Otro de sus componentes se refiere al software , el cual consiste en un programa lógico que se emplea en el procesamiento de la información mediante una microcomputadora , que al procesar las mediciones es posible determinar la posición de un punto en el sistema de coordenadas cartesianas (X , Y , Z) , las que a su vez pueden convertirse a coordenadas geodésicas (latitud y longitud) .

La precisión de una base depende del número de satélites observados , la geometría de la constelación y el tiempo de observación .

La temperatura ambiental para la operación es similar en todos los instrumentos , con un promedio de - 20 °C a + 50 °C .

Todos los equipos trabajan con baterías recargables y algunos pueden ser adaptados a los vehículos , el promedio de suministro de energía es 12 volts .

Para efectuar una observación pueden usarse los métodos :
Estático

Estático-rápido
Cinemático

Precisión .

La precisión que maneja el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) son las siguientes :

Tiempo de Medición	Método	Precisión
Línea de Control	Estático	1: 50 000
Punto de alta precisión	Estático	1: 20 000
Perímetro	Estático	1: 20 000
Vértices al interior	Cinemático	1: 10 000

El GPS tiene la capacidad de obtener distancias y coordenadas de sitios en cualquier parte de la tierra siempre y cuando no existan obstrucciones (árboles grandes y frondosos , vértices en el fondo de barrancas , etc.) que interfieran con la recepción de la señal enviada por los satélites , y la visibilidad entre puntos .

Existen diversos modelos del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) los cuales dependen de la capacidad de almacenamiento de las observaciones y del precio de adquisición. Por conveniencia y versatilidad se eligió el modelo PXII . Aparato que cuenta con las siguientes partes : (ver figura 6) .

CONCEPTO	CANTIDAD
1. Receptor GPS	1
2. Antena GPS , modelo L1-L2	1
3. Preamplificador para antena GPS	1
4. Base nivelante con plomada óptica	1
5. Adaptador para antena	1
6. Base rotativa	1
7. Batería externa	2
8. Cargador de baterías	1
9. Cable estándar de conexión para antena (10 Metros)	2
10. Cable de conexión para PC (Interface)	1
11. Cable de poder para energía	2
12. Regla plegable para medir altura de antena	1
13. Estuche de alto impacto	1
14. Mochila para transportar receptor	1
15. Mochila para transportar antena	1
16. Tripie	1
17. Bipode	1

18. Balizas (1.2 , 0.6 y 0.3 Metros)

3

Este equipo GPS Modelo PXII , puede trabajar con código de precisión (P) y código C/A .

En la actualidad , existen equipos GPS más pequeños y su utilidad es para la navegación marítima , entre otros usos .

La tecnología GPS tiene ciertos requerimientos para su uso como son :

- * Paquetes : programas instalados en los receptores GPS y los necesarios para llevar a cabo el procesamiento de la información (Software)
- * Equipos GPS , computadoras (Hardware)
- * Personal capacitado para operar los equipos (Humanware)
- * Estructura de NAVSTAR GPS
 - a). Segmento espacial
 - b). Segmento de control
 - c). Segmento de usuario (Hardware y Software)
- * Para un mejor aprovechamiento del equipo y mayor productividad se requiere :
 - ** Consideraciones especiales de operación en campo
 - ** Elaboración de un croquis a mano alzada
 - ** Transporte (Camioneta)
 - ** Análisis y planeación del proyecto de medición (MP)
 - ** Metodología de medición en campo
- * Contar con una Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) para ubicar correctamente el levantamiento geodésico en la cartografía nacional e internacional .

Estructura Navstar GPS

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para la navegación satélital , control de tiempo y medición de distancias (NAVSTAR) está compuesto por tres segmentos:

- a). Segmento espacial 24 Satélites
 - b). Segmento de control 5 Controles
 - c). Segmento de usuario :
(Hardware y Software) Sectores civiles y militares
-
- a). Segmento espacial .

El despliegue total del segmento espacial se inició a finales de 1993 y constaba de lo siguiente :

- 21 Satélites
- 3 Satélites de repuesto en órbita
- Los satélites están ubicados en órbitas circulares , con un periodo de 12 horas
- La vida media de cada satélite es de 7.5 años

Funciones de los satélites :

- + Recibir y almacenar información proveniente del segmento de control .
- + Un limitado procesamiento de datos en órbita
- + Mantener el tiempo preciso a través de cuatro relojes
- + Transmitir mensajes al segmento usuarios
- + Maniobrar en respuesta a instrucciones dadas por el segmento control .

A continuación se presenta las órbitas de los satélites GPS puestos en marcha a finales de 1993 (Ver cuadro 2 y figura 7) .

PLANO ORBITAL	SATÉLITES OPERACIONALES			REPUESTOS ACTIVOS
A	1	2	3	19
B	4	5	6	20
C	7	8	9	21
D	10	11	12	22
E	13	14	15	23
F	16	17	18	24

Cuadro 2. Distribución NAVSTAR

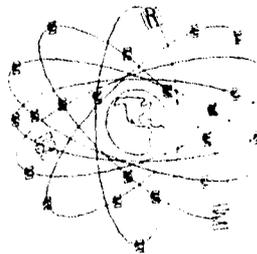


Figura 7. Constelación Satelital NAVSTAR

b). Segmento de control .

El segmento de control mantiene la organización de los segmentos espacial y usuario , consta de 5 estaciones ubicadas estratégicamente como se ilustra en la siguiente figura 8 y cuadro 3 .

ESTACIÓN	MONITOREO	PROCESADO	ENVIÓ DE DATOS	CONTROL SATELITAL
Colorado Springs	X	X		X
I. Asunción	X		X	
Diego Garcia	X		X	
Kwajalein	X		X	
Hawai	X			

Cuadro 3. Segmento de Control

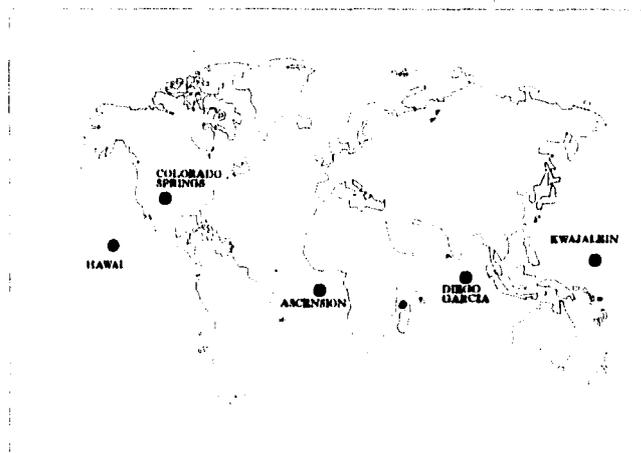


Figura 8 Estaciones de Control GPS

Funciones del Segmento de Control .

- * **Monitoreo :** Rastreo de órbitas y predicción .
- * **Procesado :** Cálculo de efemérides predichas y las correcciones de tiempo

Se entiende por **efemérides** a la órbita por la cual se desplazan los satélites en el espacio para los trabajos geodésicos y se consideran desde dos perspectivas :

+ **Efemérides Predichas** : información orbital , posición , variación del satélite , calculada en base a observaciones pasadas y extrapoladas a una época de referencia futura . Se obtiene del Programa Planeación de Misiones (M P) .

+ **Efemérides Precisas** .

* **Envío de datos** : mandar nuevas efemérides , correcciones de tiempo , mensajes de navegación y datos de comandos de telemetría .

* **Control** : correcciones orbitales a los satélites .

c). **Segmento de usuario - Hardware**

Una unidad de medición GPS , consiste de los siguientes componentes :

- * **Antena y preamplificador**
- * **Componentes de radio frecuencia**
- * **Unidad de control y pantalla**
- * **Unidad de almacenaje**
- * **Baterías**

Receptores GPS .

Un receptor geodésico GPS puede recibir las señales de los satélites dependiendo de su número y arreglo de canales de la siguiente manera :

- + **En paralelo con múltiples canales**
- + **En forma secuencial rápida > 20 m y lenta > 1 min.**
20 m es el periodo de un bit en el mensaje satélital

Antena de receptores GPS .

La función de la antena de un receptor GPS , es la de transformar las ondas electromagnéticas recibidas de los satélites en corriente eléctrica . Existen actualmente cuatro tipos de antenas usadas por receptores geodésicos GPS :

- * **Monopolar (1 frecuencia)**
- * **Helicoidales (1 frecuencia)**
- * **Microcinta " microstrip " (2 frecuencias)**
- * **Helicoidales en espiral (2 frecuencias)**

El método de selección del satélite (s) por la antena es automático y se basa en criterios de ángulo de elevación y del estado de salud del satélite .

Segmento usuario - Software

El software instalado en los receptores está diseñado para procesar la señal en las siguientes maneras :

- * Correlación del código : P o C/A en L1 ó L1 y L2
- * Fase de código : en L1 ó L1 y L2
- * Cuadratura de la señal de la onda portadora en L1 ó L1 y L2

Estructura de la señal GPS

Frecuencia fundamental del reloj atómico : $f = 10.23 \text{ Mhz}$
Frecuencia de la onda portadora : L1 = $154 f = 1575.42 \text{ Mhz}$
L2 = $120 f = 1227.60 \text{ Mhz}$

Ruido pseudo aleatorio (PRN) modulados :

- * Código C/A Secuencia de 1 m emitido a $f/10 = 1.023 \text{ Mhz}$ (293.0 m) (L1)
- * Código P Secuencia de 267 días emitida a $f = 10.23 \text{ Mhz}$ (29.3 m) (L1 , L2)

El mensaje de navegación satélital transmitido :

Es transmitido a 50 Mhz. y modulado sobre L1 , L2 , contiene el estatus satélital las efemérides , y es descifrado por el receptor para obtener mediciones en tiempo real .

Equipo Software GPS

Cuando se adquieren los equipos GPS se necesita contar con varios programas de apoyo para el procesado de datos GPS :

- * Programas de ASHTECH
 - + Planeación de Misiones (MP)
 - + GPPS
 - + GPS CADD (Gráficos)
 - + Programas de apoyo extras
 - + Software de Navegación y Topografía Diferencial Precisa (PNAV) .
- * Programa GEOLAB de ajustes

Metodología de medición en campo

En forma breve se menciona que las operaciones de campo con los receptores GPS está diseñado para cumplir al menos los siguientes objetivos :

- Medición diferencial a partir de la estación activa más cercana
- Monumentación y observación de una línea base (línea de control geodésico)
- Procesado de datos en un post procesado en forma estática
- Ajuste de observaciones

A partir de 1995 , se tiene en órbita la nueva generación de satélites llamados bloque IIR , consistente en 20 satélites de repuesto .

Mientras que los satélites del bloque IIA necesitaban mandar los datos de tiempo y orbitales al segmento de control para su procesado , los satélites del bloque IIR , llevan a cabo el análisis de estos datos en el espacio a través de un sistema de comunicación y procesado.

Esta nueva generación de satélites no redituará en mejores precisiones para aplicaciones estáticas post-procesadas ; sin embargo tendrá aplicaciones cinemáticas y dispondrá de datos orbitales más precisos y actualizados . El segmento usuario no necesitará implementar ninguna modificación . En el cuadro 4 se hace una comparación de los bloques satelitales IIA y IIR .

CONCEPTO	II A	II R
PESO	1 690.5 Kg.	2 060.8 Kg.
VIDA ÚTIL	7.5 AÑOS	10 AÑOS
COSTO POR SATELITE	NS 144 000 000	NS 84 000 000
FABRICANTE	ROCKWELL INT	GE ASTRO

Cuadro 4. Características Satelitales del Bloque IIA IIR

La Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) .

La Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) , de acuerdo a las a normas técnicas para levantamientos geodésicos , publicados en el Diario Oficial de la Federación del 1 de abril de 1985 se define como : *Conjunto de puntos situados sobre el terreno dentro del ámbito del territorio nacional , establecidos físicamente mediante monumentos permanentes , sobre los cuales se han hecho medidas directas y de apoyo de parámetros físicos , que permiten su interconexión y la determinación de su posición y altura , así como el campo gravimétrico asociado , en relación con un sistema de referencia dado .*

La urgencia de adoptar un sistema de mensuramiento masivo , de alcance nacional , muy preciso y de respuesta en un plazo relativamente corto , solamente es posible de satisfacer con la tecnología GPS . Al lado de esta situación se encuentra la necesidad asociada al desarrollo del Sistema Nacional de Información Geográfica .

En consecuencia , se decide establecer una Red Nacional de Estaciones Fijas de operación continua distribuidas a lo largo del territorio nacional cuya base operativa es el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) , lo que hoy se conoce como Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) , que responde a un concepto nuevo de alto desarrollo técnico , el cual , además de México , sólo se encuentra aplicado en algunos países del primer mundo y que en nuestro caso se constituye como uno de los primeros pasos para el desarrollo de la Red Geodésica del país en el contexto de la modernización . Esto implica dentro de una primera consideración, la necesidad asociada de cambiar el sistema de referencia , ya que el sistema opera en el WGS84 (Sistema Geodésico Mundial de 1984) , íntimamente vinculado con el ITRF92 (International Earth Rotation Service Terrestrial Reference Frame of 1992) adoptado .

Conviene recordar que hasta ahora y en el contexto general cualquier levantamiento que pretenda o deba integrarse a la Red Geodésica Nacional , empleando los métodos de medición convencional debe ocupar inicialmente un punto de coordenadas conocidas y contar así mismo con la orientación inicial , con la información de la red actual , para de ahí desprender el nuevo levantamiento e ir obteniendo coordenadas de los puntos que lo conforman de tal forma que las posiciones geográficas se van propagando de un punto a otro como resultado de las observaciones, junto con los errores que en forma natural ocurren .

El uso del Sistema de Posicionamiento Global modifica radicalmente este esquema , ya que puede ocuparse una estación de la RGNA , simultáneamente con la o las nuevas estaciones requeridas . En este sentido , la estación ocupada desempeña un papel activo , puesto que ya no solamente se emplean las coordenadas de dicha estación , sino también los datos derivados en ella de las observaciones a los satélites . El resultado de un posicionamiento diferencial relativo de muy alta precisión entre la estación conocida y las nuevas estaciones . Es ampliamente conocido y está probado que para efectos de mediciones precisas es necesario emplear técnicas de medición relativas o diferenciales , lo que hoy en día representa el método básico y más confiable para trabajos geodésicos . Es por el papel activo que juegan las estaciones de la Red que está recibe el calificativo de " Activa " .

En dicho contexto , cada una de las estaciones fijas es una estación " ocupada " de operación continua , quien en el momento de planear y ejecutar cualquier levantamiento con equipamiento GPS , sabe que cuenta de antemano con los datos de una estación " ocupada " a su disposición .

Establecidos los conceptos anteriores , se presenta a continuación un conjunto de consideraciones relacionadas con la RGNA.

a) Las estaciones que conforman la RGNA se encuentran ya en el sistema de referencia adoptado (ITRF92) .

b) La RGNA está diseñada para operar en la modalidad de mediciones diferenciales con equipamiento GPS , y es de uso general .

e) Los usuarios no dependen de la operación de ningún vértice previamente establecido , con lo que se evitan ciertos inconvenientes , especialmente si este pertenece a la Red anterior .

d) Los datos de rastreo derivados de la operación en cada una de las estaciones de la RGNA estarán a disposición de todos los usuarios en forma continúa , a través de los esquemas de transferencia de información .

e) Las estaciones de la RGNA , o puntos geodésicos derivados de ella , pueden servir como puntos de referencia en los que se determinen las diferencias entre las posiciones precisas y las derivadas directamente de los datos transmitidos por los satélites en un momento dado . Dichas diferencias pueden ser utilizadas para corregir la posición instantánea de receptores móviles y reducir así los errores de medición resultantes de la aplicación de esta modalidad a unos cuantos metros , en lugar de hasta 100 m .

f) La operación de la RGNA permite calcular datos precisos orbitales de los satélites GPS , así como establecer esquemas de integración y cooperación con otras redes de monitoreo en el ámbito internacional , lo que permitirá a México participar activamente en el desarrollo científico y tecnológico de alto nivel en la materia .

En relación con las características de la RGNA el criterio seguido para el establecimiento de las estaciones , fue asegurar una cobertura nacional , de modo que cualquier punto ubicado dentro del área continental mexicana tuviera acceso a la información de por lo menos una estación de la red . Para tales efectos , se determinó un radio de cubrimiento de 500 km. por estación (lo cual significa una extensión territorial de unos 785 000 km²) especificada esta distancia como el máximo aceptable que permite el posicionamiento de las efemérides transmitidas por los satélites con métodos convencionales y software comerciales .

Esta cobertura nacional puede ser satisfecha por un esquema mínimo de 6 estaciones fijas conveniente localizadas , sin embargo implica cierto riesgo si por cualquier eventualidad alguna de ellas deja de trabajar en un momento dado , además buena parte del país queda sin cobertura , y finalmente se decidió que 14 estaciones fijas , geométricamente bien distribuidas garantizan el máximo cubrimiento con redundancia , o dicho de otra manera , el mínimo inconveniente si alguna de ellas interrumpe su observación . en la figura 9 y cuadro 5 , se puede observar la cobertura de las estaciones por estados ya sea en forma total o parcial o alternativamente , y qué entidades fedrativas están servidas por un determinado conjunto de estaciones fijas .

Las estaciones de la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) , utilizan la infraestructura existente , para tener un fácil acceso a las instalaciones . buenas condiciones de operación . seguridad . mantenimiento y facilidades de comunicación . La instalación de las antenas se hizo preferentemente sobre los edificios con apego a las especificaciones pertinentes en lo que respecta a visibilidad (horizonte de 360° y sin obstrucciones del ángulo de elevación mínimo de 15°) , alejamiento de fuentes receptoras o trasmisoras de radio frecuencia y cercanía del local para su resguardo y operación del equipo .

Cada estación fija de la RGNA esta equipada con un receptor GPS de dos frecuencias y 12 canales , capaz de registrar las señales satelitales además de software correspondiente , accesorios e instrumental de apoyo . Asimismo, cuenta con una microcomputadora 80486 con disco duro de gran capacidad y una unidad de cinta para descarga de datos , creación de archivos y transmisión de información . De este modo , cada estación existe un sistema de captura , descarga , respaldo y procesamiento de datos . Cada estación necesita descargar las observaciones satelitales a fin de evitar la saturación de la memoria del equipo y crear los archivos digitales correspondientes para su distribución . En consecuencia , es necesario, interrumpir temporalmente la operación del receptor , lo que se hace sistemáticamente de las 21:00 a las 22:00 horas tiempo del meridiano 90° W . diariamente y durante todos los días del año lo que se aprovecha para dar mantenimiento preventivo al equipo .

III . APLICACIÓN DEL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS) .

El uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) ha adquirido un papel determinante dentro de las técnicas utilizadas actualmente . Por ello , a continuación se expone una visión simplificada del sistema , procurando no ahondar en sus complejidades geométricas , físicas y matemáticas buscando sólo explicar sus aspectos conceptuales .

Los principios básicos de operación del GPS son realmente sencillos , aún cuando el sistema en sí implica equipo de alta tecnología .

Sin embargo , para efectos de simplificación se mencionan los 5 principios básicos que se enlistan a continuación :

1. La triangulación se realiza desde los satélites .
2. Para triangular , en la medición de distancias GPS , se usa el tiempo de viaje de un radio-mensaje .
3. Para medir el tiempo de viaje , el GPS requiere de relojes altamente precisos .
4. Una vez que se conoce la distancia al satélite , se requiere conocer su posición en el espacio .
5. Conforme la señal GPS viaja a través de la ionósfera y la atmósfera terrestre , sufre un retraso .

Esencialmente , la medición está basada en que una posición sobre la Tierra se determina midiendo la distancia en ese punto hasta un grupo de satélites en el espacio . De este modo los satélites actúan como punto de referencia precisos .

Se requiere cuando menos 4 satélites para obtener una posición , a continuación se analizan las razones :

Con *un* satélite las opciones de posición darían una esfera de radio igual a la distancia satélite-antena receptora , con lo cual se tendría una infinidad de posiciones .

Con *dos* satélites la incertidumbre se reduce a un círculo , formado por la intersección de las esferas correspondientes a cada satélite .

Con *tres* satélites se definen dos puntos sobre el círculo anterior , uno sobre el receptor y otro diametralmente opuesto . Esto es , tener una solución correcta y otra que se podría llamar irracional . Para poder determinar cual es la posición correcta se pueden usar al menos dos

técnicas una es removiendo la solución irracional por posiciones aproximadas y la otra en forma matemática con una cuarta medición .

Regresar un poco y ver cómo es que se obtienen las distancias esto es sencillo , se puede aplicar la fórmula :

$$d = vt$$

donde d = distancia
 v = velocidad
 t = tiempo

Puesto que las ondas de radio emitidas por el satélite viajan a la velocidad de la luz , sólo se requiere el tiempo que tarda en llegar al receptor de ahí la necesidad de relojes altamente precisos , en virtud de los cortísimos tiempos que se manejan . Por ejemplo , si un satélite estuviera sobre nuestra cabeza requeriría algo así como 6 centésimas de segundo en llegar su señal por lo que los relojes montados en los receptores deben medir el tiempo con exactitud a nivel de un nanosegundo (0.000 000 001 segundos) .

La clave para medir el tiempo de viaje desde que la señal sale del satélite , es la sincronización de los relojes de los receptores con los de los satélites para que puedan guardar exactamente un mismo código a un mismo tiempo .

Entonces todo lo que se tiene que hacer es recibir los códigos de un satélite y comparar desde cuando la señal fue emitida y recibida , la diferencia de tiempo es lo que tarda la señal en bajar al receptor .

Para tratar de clarificar esto se debe imaginar a dos personas paradas en los extremos opuestos de una cancha de fútbol y suponer que hay una forma de verificar que cuentan del 1 al 10 simultáneamente .

Lo que oirá una de ellas será a sí mismo diciendo " uno , dos , tres , ... , diez " y un poquito después la otra persona " uno , dos , tres , ... diez " .

Una persona podría ir en tres al tiempo que escuchará decir a la otra persona , uno . Esto es lo que tarda el sonido en llegar de un extremo al otro de la cancha .

Puesto que ambos iniciaron al mismo tiempo , el receptor puede medir el retraso entre quien dijo " uno " y escuchó " uno " de su compañero . Este tiempo será lo que tarde la onda en viajar y si se conoce la velocidad del sonido se podrá conocer la distancia entre ambos .

Así es como básicamente trabaja el GPS .

La ventaja de usar un conjunto de códigos , o en nuestra analogía una cadena de números , es que se puede medir el tiempo en cualquier instante que se quiera .

Sin embargo el GPS no usa números sino un complicado código digital generado en el satélite y en el receptor . Estos códigos son complicados a propósito para compararlos fácilmente sin ambigüedad y algunas otras razones técnicas . Además lucen como pulsos aleatorios , aunque realmente son pseudoaleatorios .

Pero no todo es tan sencillo si hubiera una falta de sincronización de un centésimo de segundo y dado que la velocidad de la luz es de aproximadamente 300 000 km/seg., se tendrá un error de 3 000 km . De modo que se debe asegurar que el receptor y el satélite estén generando sus códigos al mismo tiempo .

Por su parte , los satélites tienen relojes atómicos a bordo , los cuales son increíblemente precisos y estables pero caros . Cada satélite tiene 4 para asegurar un trabajo continuo .

Sin embargo , aún cuando los receptores cuentan con relojes de precisión compatibles con los de los satélites , éstos se encuentran generalmente apagados y , por lo tanto , no están sincronizados con los de los satélites , además de sufrir una deriva en periodos largos de observación . Afortunadamente hay una solución para los moderadamente precisos relojes instalados en los receptores , y esto es un *cuarto* satélite , para dar una solución trigonométrica al problema de sincronización y estabilidad en la medición del tiempo .

Ahora bien ya conocidas las distancias satélite-receptor , falta un elemento importantísimo que es la posición del satélite . Para ello , se cuenta con órbitas muy precisas por adelantado y de hecho se tienen almanaques en sus memorias que informan a sus computadoras la posición del satélite en un momento dado .

Además , todo los satélites son constantemente monitoreados por el Departamento de la Defensa de los Estados Unidos . Dado que cada satélite da una vuelta completa en doce horas , pasa dos veces al día por una estación de monitoreo , mediante la cual se mide con precisión su altitud , posición y velocidad , y a las variaciones se les llama error de efemérides , las cuales son muy pequeñas y generalmente causadas por efectos gravimétricos y por la presión de la radiación solar sobre el satélite . Después que se ha medido la posición del satélite , se le retroalimenta la información y entonces el satélite transmitirá esas correcciones menores con la información de tiempo . Es importante recordar que los satélites GPS no sólo transmiten un código pseudoaleatorio para medir el tiempo , sino también mensajes acerca de su órbita pronosticada y de sus sistemas internos .

Hasta ahora y en teoría todo parecería perfecto, sin embargo ,hay un par de fuentes de error muy difíciles de tratar y eliminar. Quizá el más significativo de ellos sea el debido a la ionósfera, una capa de la atmósfera con gran cantidad de partículas eléctricas de 120 a 200 km. de espesor. Estas partículas afectan las señales de radio emitidas por el satélite. Como se sabe la velocidad disminuye un poco y ésta afecta al cálculo de distancias . Después de atravesar la ionósfera , las señales llegan a la atmósfera , en donde el vapor de agua puede afectar las señales . Los errores son similares a los producidos por la ionósfera , pero desgraciadamente imposibles de corregir .

El otro tipo de error se debe a los campos electromagnéticos que afectan la operación del receptor o la multitrayectoria (efecto multipac). semejante a la que produce los fantasmas en la televisión .

En resumen , se concluye que la precisión en la posición de un punto es determinada por :

- La exactitud en cada posición del satélite .
- La exactitud en la medición de las distancias .
- La geometría de la constelación visible de los satélites .

La medición puede ser puntual o relativa . Las coordenadas de un punto , en el primer caso, se determinan usando un solo , receptor el cual mide rangos o distancias de código , normalmente , a cuatro o más satélites .

La medición relativa se lleva a cabo con dos o más receptores observando simultáneamente los mismos satélites pero en dos sitios diferentes. Su precisión es mejor que la que se consigue con la medición puntual en virtud de que se procesan datos desde dos estaciones . Normalmente se conocen las coordenadas de una de ellas y la posición de la otra se determina en forma relativa a partir de la conocida , a través del vector que se forma entre ambas .

En cuanto a los métodos , pueden ser el estático o el cinemático ; el primero implica la observación estacionaria y el segundo , con receptores en movimiento. Ambos deben ser considerados en el contexto de la medición puntual o relativa . A continuación se dan algunos casos como ejemplos :

La medición estática puntual es útil cuando se requiere de poca precisión . como podría ser de 5 a 10 metros en un período corto de observación cuando no se encuentra presente la disponibilidad selectiva , la cual es una degradación intencional de la calidad en la señal que produce errores en la posición de hasta 100 metros .

La medición cinemática puntual se usa principalmente para determinar la trayectoria de un vehículo en movimiento con precisiones de 10 a 100 metros .

Actualmente , el método estático relativo por fases portadoras es el que más uso tiene en aplicaciones geodésicas precisas y su principio se basa en la determinación del vector entre receptores fijos; a estos vectores se les conoce normalmente como líneas base debido a su similitud con la triangulación convencional . Con dicho método es factible obtener precisiones de 1 a 0.1 partes por millón , lo que equivale a precisiones del orden del milímetro para líneas base de algunos kilómetros .

La medición cinemática relativa considera un receptor fijo y uno en movimiento , en los cuales las observaciones se hacen simultáneamente . La precisión alcanzable es del nivel de los centímetros .

Otro método alternativo que a la fecha se viene aplicando es el siguiente :

En el método estático-rápido se aplica una combinación de código y fase portadora para una inicialización rápida, o sea, la solución de ambigüedades en el modo estático. Esta técnica requiere de mediciones de código y de fase portadora, en ambas frecuencias. Con observaciones cada 5 o 10 minutos se logra una precisión de hasta una parte por millón.

En los últimos años, se ha venido dando mucha importancia al Sistema de Posicionamiento Global (GPS), debido a su gran utilidad en la densificación de la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA), tanto a nivel nacional como internacional, todo esto con la finalidad de actualizar la cartografía de cada país.

El Programa de Modernización de la Actividad Geográfica, recientemente puesto en marcha, contempla el desarrollo del Sistema Nacional de Información Geográfica en México (SNIGM) con tecnología digital que adopta entre otros aspectos, el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para trabajos de campo en diferentes proyectos específicos y de apoyo a otras instituciones.

En la toma de aerofotografías se incluye un componente de posicionamientos GPS instalado a bordo de aeronaves, con lo que las fotos se ubican automáticamente en el terreno.

La tecnología GPS, por las bondades en su aplicación ha proliferado en el medio mexicano y ha sido adoptado por diversos organismos, tanto del sector oficial como el académico y privado, por ejemplo. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Petróleos Mexicanos, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Comisión Federal de Electricidad, Secretaría de la Reforma Agraria, Secretaría de la Defensa Nacional, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), Aseguradora Mexicana (ASEMEX), Alcatel / Indetel, Peñoles y el Gobierno de Baja California; dentro de las instituciones académicas se tiene la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con los Institutos de Ciencias del Mar y Limnología, de Geofísica, de Geografía, Instituto Politécnico Nacional (IPN) y el CICESE. En lo que respecta al sector privado se encuentran, GEOCENTRO y 15 empresas más que al momento están empleando tecnología GPS.

La Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), lo utiliza en la localización de plantíos de estupefacientes en nuestro país.

Una de las aplicaciones, si no la más importante, es la actualización de la cartografía nacional, delimitación, medición y localización de grandes áreas.

Planeación de Misiones (M P)

La Planeación de Misiones tiene como propósito la determinación del mejor horario de medición, de acuerdo, principalmente a dos factores que son: geometría satelital (PDOP) y la cantidad disponible de satélites. Este análisis puede realizarse en un sitio o por un conjunto de

sitios que intervienen en la medición , dicho programa permite el análisis de la viabilidad del levantamiento mediante la previsión de obstáculos y la distribución satelital durante el día .

El único requerimiento del programa es un archivo almanaque actualizado y las coordenadas del lugar donde se planea medir . Este archivo proporciona información de los satélites necesarios para garantizar la confiabilidad en los resultados de este programa .

La importancia de la Planeación de Misiones radica en proporcionan una aproximación de la disponibilidad satelital esencial para una medición determinada ; por ejemplo , para una línea de control geodésico es necesaria una observación continua de 3 horas , siendo un requisito indispensable para el procesamiento de la información de campo en una computadora apropiada . Asimismo se recomienda la actualización del almanaque cada 8 días para que la planeación sea muy aproximada .

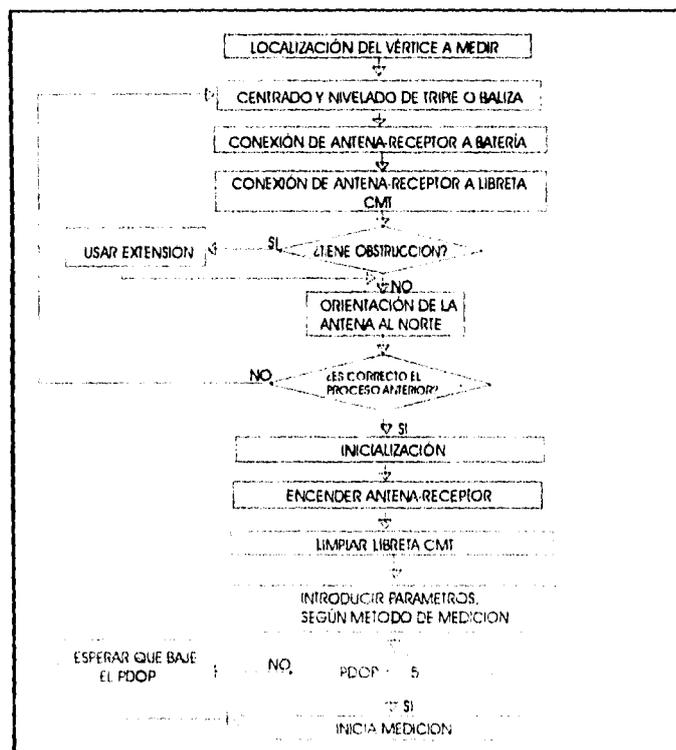
Respecto a la medición del perímetro de una gran área , su planeación se efectúa de forma idéntica , pero la posibilidad de error es menor por ser únicamente de una hora . Mientras que al interior del perímetro de la misma área , su importancia es la de optimizar la mano de obra y el equipo , ya que en base a la planeación se pueden conocer los horarios recomendables a lo largo del día . De la misma manera conocer los horarios en que se suspende la medición , a fin de registrar el menor número de puntos con PDOP ≥ 5 , y deben volver a medir .

III.1 LOS MODELOS PXII Y DIMENSIÓN .

Los equipos GPS modelo PXII y DIMENSIÓN son ligeros , fáciles de transportar y operar , su peso varía de 4 - 6 kg. Además funcionan con tarjeta de memoria insertable como medida de registro . La precisión en las mediciones depende de varios factores que incluyen , el número de satélites captados , la geometría satelital (PDOP) y el tiempo de contacto que se tenga con el satélite , así como del número y arreglo de canales , ya estén en paralelo o secuencial .

El modelo PXII .

En el siguiente diagrama de flujo se mencionan los requerimientos de montaje e inicialización del equipo GPS , modelo PXII , (ver figura 10).



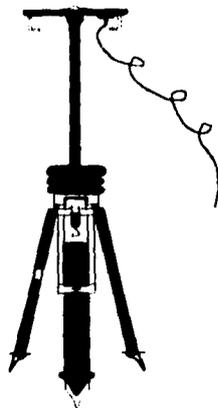


Figura 10 . Instalación del Equipo PXII

Al ser localizado el punto o vértice a medir se está en condiciones de centrar y nivelar el tripie , como sigue :

- a) Instalar el tripie a la altura aproximada de la barbilla , de tal manera que no se obstruya la señal que recibe la antena .**
- b) Colocar la base nivelante sobre el plato del tripie y ajustarlo con el tornillo sujetador.**
- c) Con la plomada óptica se centra el tripie sobre la marca que identifica el vértice a medir .**
- d) Se giran los tornillos niveladores y se observa el nivel de burbuja a fin de nivelar el tripie .**
- e) Colocar el adaptador en la ranura de la base nivelante y sujetarlo con el tornillo de fijación , después se coloca la antena y se mide la altura del vértice a la antena .**
- f) Conectar el receptor y la batería en la polaridad adecuada para no ocasionar un corto circuito en el equipo ; además , es necesario checar la carga de la batería con el voltímetro.**
- g) La conexión entre la antena y el receptor debe ser la correcta para no ocasionar fallas en el momento de la observación. Habrá ocasiones que al realizar las mediciones se tenga que elevar la antena a una altura que libere los obstáculos existentes en los vértices, como vegetación , construcciones , etcétera , para lo cual se utiliza una baliza (extensión) . Posteriormente se orienta la antena al norte .**

Una vez instalado el equipo GPS modelo PXII , se acciona el interruptor de la cara posterior , en la opción **ON** (ver figura 11).

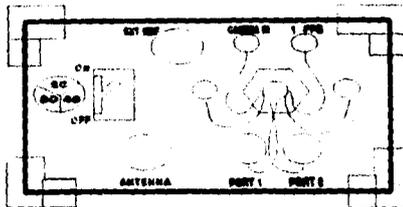


Figura 11 . Cara Posterior del Receptor PXII

Automáticamente aparece en la cara frontal del receptor con el logotipo de la compañía (ver figura 12).

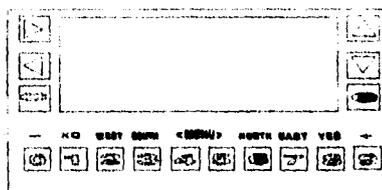


Figura 12. Cara Frontal Receptor PXII

Unos segundos después aparece la pantalla 0 " Información sobre búsqueda espacial "

En esta pantalla se observa la existencia o no del código de precisión (código P) ; asimismo , presenta renglones o campos sombreados que aparecen etiquetados con las claves PL1 - PL2 y LK de los canales que están en contacto con los satélites y al mismo tiempo los que está trabajando con el equipo GPS .

Al no contar con el código de precisión se procede a desactivarlo lo que se lleva a cabo en la pantalla 8 con la sentencia e 2 2 2 e y automáticamente cambia a código C/A , lo anterior se verifica de la siguiente manera : los renglones o campos sombreados son etiquetados con L2Q y L2C y en lugar de letras LK aparecen números (ver figura 13) .

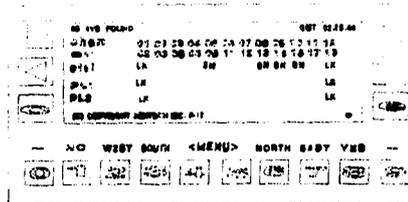


Figura 13 . Pantalla 0

El siguiente paso es llamar a la pantalla 4 (control de modos) presionando la tecla 4 (ver figura 14) .

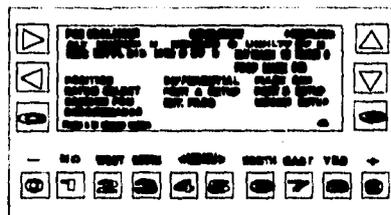


Figura 14 Pantalla 4

En esta pantalla se introducen los parámetros con los cuales se desea trabajar , dependiendo del método de medición elegido . La forma de introducirlos es la siguiente e 0 0 5 4 1 0 e , en el caso del método cinemático . Posteriormente se llama la pantalla 9 (información del sitio) presionando la tecla 9 (ver figura 15) .

Para introducir los datos en esta pantalla presionar la tecla e , y automáticamente se ubica el cursor en el primer renglón y en la primera columna , en donde se encuentra ubicado el SITIO (SITE) .



Figura 15 . Pantalla 9

Donde :

SITIO (SITE) En los espacios disponibles se coloca el número del vértice o placa que se va a medir , esta numeración debe contar con 4 dígitos como máximo .

SESIÓN (SESS) Clave de la sesión (1 dígito) una letra del abecedario .

RECEPTOR (RCV) Los 3 últimos dígitos del número de serie del receptor .

ANTENA (ANT) Los 3 últimos dígitos del número de serie de la antena .

MES , DÍA (MMDD) Mes y día de la medición .

OPERADOR (OPR) Iniciales del operador (tres letras) .

CÓDIGO (CODE) Registra el nombre del método con el cual se está midiendo (12 espacios disponibles) .

En el caso de medición de un control geodésico se introducirá la clave del estado , municipio , y la clave de la placa GPS que le corresponda .Ejemplo de llenado de la pantalla 9

SITE C001 SESS A RCV 123 ANT 190
MMDD 1011 OPR VGB CODE CINEMÁTICO

Donde :

ALTURA INICIAL (BEF) Altura promedio de la antena al iniciar la sesión o medición .

ALTURA FINA (AFT) Altura promedio de la antena al finalizar la sesión o medición .
Presionar (e) para aceptar los datos y (c) para cancelar .

> < Esta tecla sirve para iluminar el campo en que se desea introducir el dato .

∇ Sirve para mover el cursor hacia abajo .

Δ Sirve para desplegar la tabla de conversión alfanumérica .

En las pantallas restantes , no se registra ningún tipo de dato , solo se utilizan para el llenado del " formato de registro de observaciones " (ver anexo) y verificar la medición

SATÉLITE (SV) Número de satélite captado .

CANAL (CHAN) Número de canal en que se captado el satélite (Ver figura 13)

ELEVACIÓN (ELV) Elevación sobre el horizonte de cada satélite .

AZIMUT (AZM) Azimut que guarda el satélite (El dato observado multiplicado por 10) .(Ver figura 16)



Figura 18. Pantalla 3

Pantalla 10 :

En esta pantalla se verifica la posición y desplazamiento de cada uno de los satélites respecto a la elevación y azimut que guarda. Esto con la finalidad de quitar posibles obstáculos como pueden ser árboles o arbustos de esta forma tener una mejor geometría satelital y con mediciones más seguras al momento de procesar la información (ver figura 19).

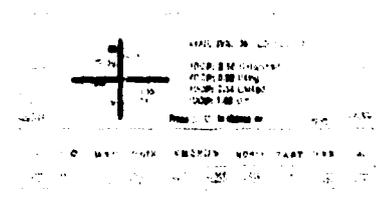


Figura 19. Pantalla 10 Principal

Para ver en forma individual el desplazamiento de cada uno de los satélites presionar cualquiera de las teclas Δ o ∇ . (ver figura 20).

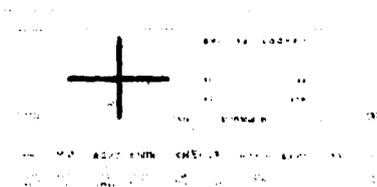


Figura 20 Trayectoria del Satelite

Pantalla 8 :

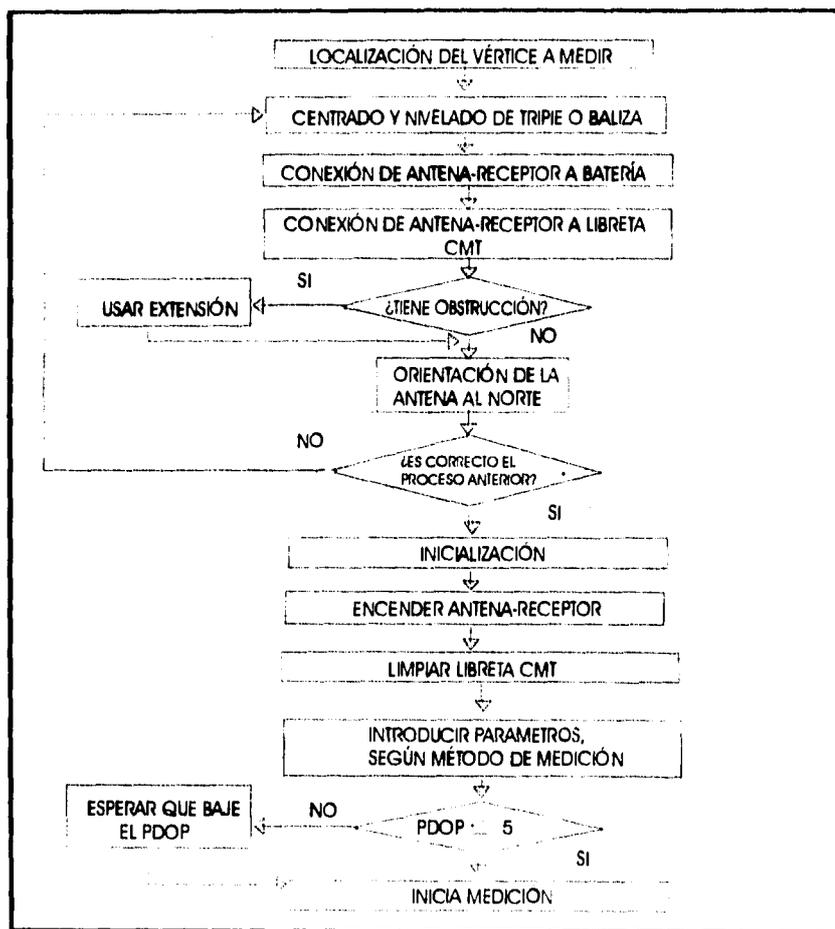
Momentos antes de terminar la medición o al apagar el aparato verificar la creación del archivo realizado , el tiempo en que se tomo el último registro y la disponibilidad de memoria del receptor . Otro aspecto importante , antes de iniciar la medición es necesario verificar la cantidad de memoria disponible . en caso de no ser suficiente borrar los archivos de días anteriores . (ver figura 21).



Figura 21 Pantalla 8

El Modelo DIMENSIÓN

A continuación se presenta el diagrama de flujo, con las acciones o requerimientos de montaje e inicialización de equipo GPS, modelo DIMENSIÓN.



Cuando se tenga localizado el vértice o vértices a medir, se procede a centrar y nivelar el tripie de la misma manera como se realiza para el equipo GPS modelo PXII.

La instalación de las baterías se realiza en las 3 formas siguientes :

1.- Conectar la (s) batería (s) directamente a la antena-receptor (ver figura 22).

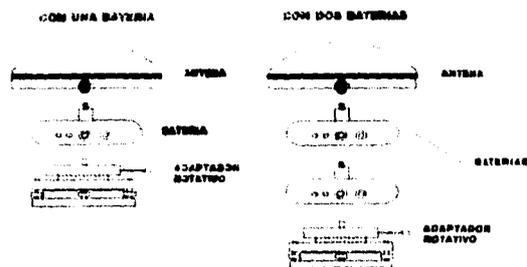


Figura 22 . Conexión de Pila por Medio de Tornillo

2.- A través del cable de poder (ver figura 23).

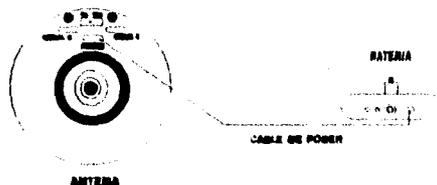


Figura 23 Conexión de Pila con Cable de Poder

3.- Combinación de los métodos 1 y 2

- Conectar el cable de la antena-receptor a la unidad de control (libreta CMT) , para la introducción de datos y parámetros (ver figura 24).

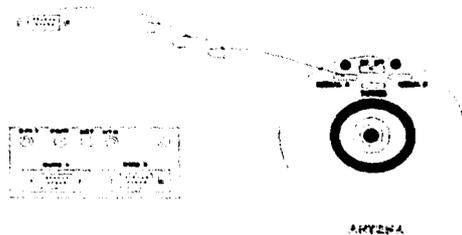


Figura 24 . Conexión Antena-Receptor con Unidad de Control (CMT)

- En el caso de tener obstrucción utilizar las extensiones que sean necesarias para librar tal obstáculo . Seguir las mismas indicaciones del modelo PXII .

A continuación se orienta la antena-receptor al norte :

- Utilizar la brújula .
- Girar suavemente la antena-receptor hasta ubicar el norte .
- Fijar el tornillo del adaptador (ver figura 25) .

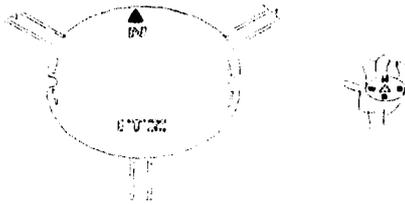


Figura 25 .Orientación de Antena

Posteriormente se mide la altura de la antena-receptor .

- Esta se mide utilizando la varilla de medición del centro de la placa o trompo a ambas muescas colocadas en la antena-receptor . (ver figura 26) .

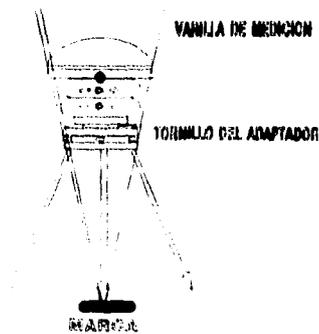


Figura 26 . Medición de Altura

Cuando las indicaciones anteriores se llevan a cabo correctamente , se esta en condiciones de inicializar el equipo GPS modelo DIMENSIÓN .

Encender la antena-receptor . Accionando el interruptor hacia la izquierda , aparece una luz amarilla lo que indica que el receptor ha sido encendido y esta rastreando satélites . (ver figura 27) .

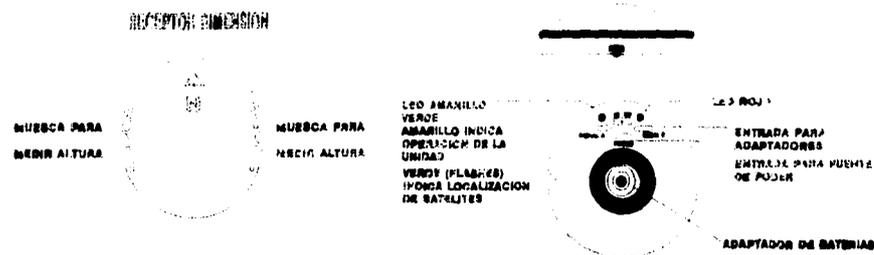


Figura 27 Encendido de la Antena-Receptor

Cuando ha captado los satélites aparece una luz verde parpadeando , la cual indica el número de satélites que tiene captados ; este proceso se repite cada 3 segundos .

Periódicamente se recomienda limpiar la unidad de control para evitar problemas al momento de las mediciones , cuando la libreta esta encendida . (ver figura 28) . Debe aparecer la siguiente pantalla (ver figura 29) , esta es la sesión F para fines de medición . la sesión que se necesita es la B para hacer el cambio , se presiona la siguiente secuencia de datos :

6 B SH 2 ENTER ENTER

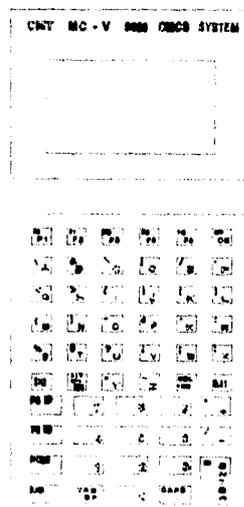


Figura 28 . Unidad de Control

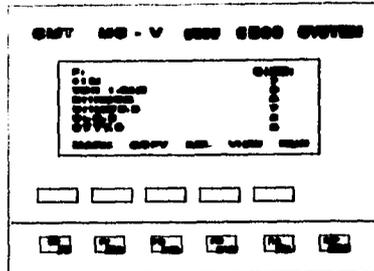


Figura 29 Pantalla sesión F

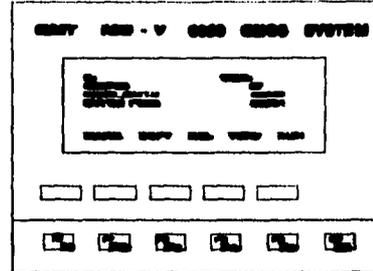


Figura 30 Pantalla sesión 8

Y despliega la siguiente pantalla (ver figura 30).

Ubicar el cursor en **DIME-cmt.x** con la tecla **PGDN** y además presionar **F10/F5** para correr el programa (ver figura 31).

SURVEY SETUP
R - T DIFF NAV
OPERATION ESTATUS
RECEIVER CONTROL

Permite definir datos del levantamiento .
 No es ejecutable , para este fin .
 Permite verificar el estado de la operación durante el levantamiento .
 Se utiliza para cerrar archivos y conocer la disponibilidad de memoria del receptor .

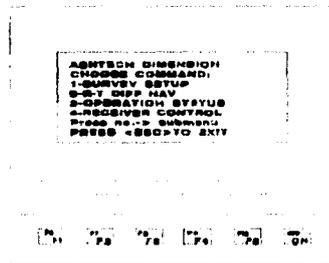


Figura 31. Menú Principal

Localizados en el menú principal y cuando el receptor tenga captados como mínimo 4 satélites en ese momento se actualiza el archivo de medición ; el paso siguiente es checar la geometría satelital (PDOP) existente , si el $PDOP \leq 5$ secuencia 3 1 , en ese instante , se esta en condiciones de introducir los datos de sitio , registro de intervalos , máscara de elevación y mínimo de satélites .

Al introducir los parámetros ya se debe tener decidido que método se utilizará en la medición . Se puede elegir entre :

- a) ESTÁTICO
- b) CINEMÁTICO
- c) ESTÁTICO-RÁPIDO (En caso de existir código de precisión) .

Considerando la precisión entre los métodos se puede mencionar que tiene una mayor precisión el estático que los cinemático y estático-rápido tomando como referencia el tiempo de medición . Mientras que el estático utiliza rangos que oscilan entre 1-3 horas , el estático-rápido 10 minutos por vértice y el cinemático utiliza 5 minutos por vértice .

Regresando nuevamente al menú principal se procede a introducir los datos del sitio a medir . La opción que se elija , deberá presionar el número de submenú a usar . Para definir datos del sitio , seleccionar 1 (aparece figura 32) .

Ahora presionar 1 SITE ID (identificación del sitio) . Se introduce el sitio de 4 caracteres y se presiona ENTER para aceptar , de igual forma se anota el intervalo de registro (2 RCRD IN) , altura de la antena (3 ANT HT) mínimo de satélites (4 MIN SV) , elevación de la máscara (5 ELV MASK) . Los datos anteriores se utilizan para el método estático , si es cinemático adicionalmente se utiliza la opción 8 KINEMANT en ella se introduce las épocas de medición en cada vértice .

Con la tecla ESC se regresa al Menú Principal . El resto de los submenús (pantallas) , (ver figura 31) , no se registra ninguna información sólo se utilizan para el llenado del formato " Registro de Observaciones " (ver anexo VII.2) y para verificar la información durante el periodo de medición . Por ejemplo se puede mencionar el submenú (3 OPERATION STATUS) presionando el número 3 despliega la siguiente pantalla (figura 33) .

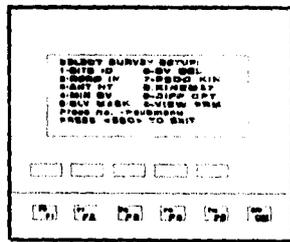


Figura 32 Submenu Definición de Sitio

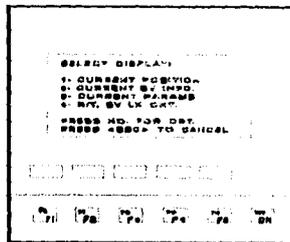


Figura 33 Selección de Datos de Información Satelital

Ahora se selecciona la opción 1 CURRENT POSITION (posición actual del receptor) De esta pantalla se obtiene la siguiente información : Latitud , Longitud y Altura (ver figura 34)

Con la opción 2 **CURRENT SV INFO** (información de los satélites) y de ellas se obtienen datos como :

- PRN** Número de satélite captado .
- AZ** Azimut de cada satélite .
- EL** Elevación de cada satélite . (ver figura 35)

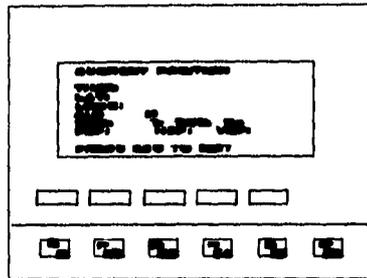


Figura 34 Posición Actual del Receptor

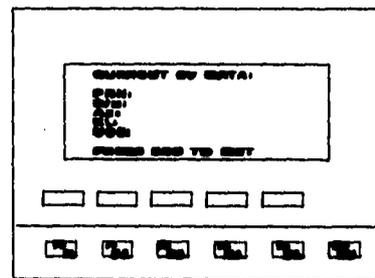


Figura 35 Información de los Satélites .

Presionando la opción 3 **CURRENT PARAMS** (verificación de parámetros) , esta pantalla tiene a su vez 3 páginas (ver figura 36) en las cuales se puede verificar los datos que se introdujeron en el sitio .

- RCI** Intervalo de registro
- MSV** Número mínimo de satélites
- ELM** Elevación mínima de satélite
- ST** Número de estación
- ANH** Altura de la antena

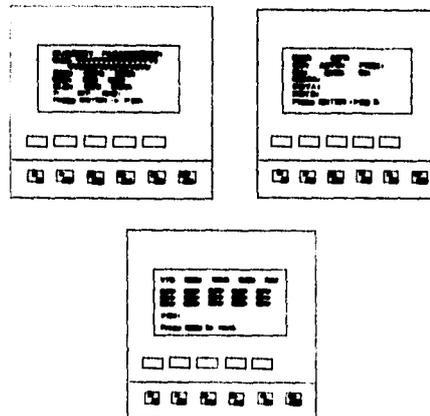


Figura 36 Verificación de Parámetros.

Y por último la opción **4 D / T , SV , LK , CNT** (ver figura 37) , proporciona datos continuos colectados por cada satélite para salir de estas pantallas presionar la tecla marcada con :

ALT
CLT
ESC

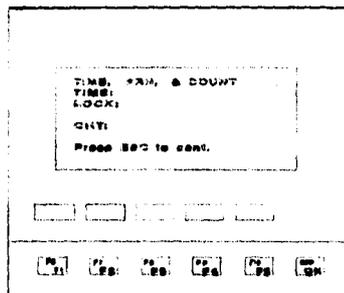


Figura 37 . Información Continua por Satélite

III.2 LOS MÉTODOS : ESTÁTICO , ESTÁTICO-RÁPIDO Y EL CINEMÁTICO .

Los métodos de medición son los siguientes:

A) Para proceso con software de Post-Procesado de la Información GPS (GPPS)

1. Estático
2. Estático - rápido

B) Para proceso con Software de Navegación y Topografía Diferencial Precisa con GPS (PNAV)

1. Cinemático

*** Selección del método .**

Una vez conocida el área por medir y el equipo disponible , se elige el método a utilizar considerando los siguientes aspectos : (ver cuadro 6)

- Topografía del terreno .
- Vegetación existente y elementos que interfieran la recepción de la señal .
- Los accesos a los vértices a medir .
- La ventana satelital .
- Tipo y número de equipos con que se cuente .

ÁREA A MEDIR	EQUIPO GPS	MÉTODO	OBSERVACIONES
LÍNEA DE CONTROL GEODÉSICO	PXII	ESTÁTICO	INVARIABLEMENTE
PERÍMETRO DE LAS GRANDES ÁREAS	PXII O DIMENSIÓN	ESTÁTICO-RÁPIDO * O CINEMÁTICO	SIMILAR
AL INTERIOR DE LAS GRANDES ÁREAS	PXII O DIMENSIÓN	ESTÁTICO-RÁPIDO * O CINEMÁTICO	SIMILAR

* Solo con Equipo PXII y Código de precisión .

Cuadro 6 . Especificaciones de los Métodos

La combinación de estos métodos permite efectuar levantamientos con mayor rapidez , aumentado la productividad y optimizar el uso de los equipos con tecnología GPS .

A. Para proceso con el software de Postprocesado de información GPS (GPPS) .

1. Método Estático .

En este método los receptores permanecen instalados en los vértices a medir por tiempos prolongados , en sesiones de una o más horas . Es un método lento que da mayor precisión que el estático-rápido y cinemático . Para iniciar el levantamiento se instala el equipo GPS en cada punto a medir .

Teniendo por lo menos cuatro satélites disponibles con geometría adecuada (PDOP menor o igual a 5) , hacer observaciones de manera continua durante 1 - 3 horas . Al realizar la medición es conveniente iniciar 5 minutos antes y terminar 5 minutos después de la hora programada y hacer la planeación de misiones para asegurar el tiempo mínimo de la sesión .

Tomar registros cada 15 segundos en todos los equipos GPS programados para esa sesión, el mínimo de equipos será de 2 por sesión .

Usar una máscara de elevación de 15° con respecto a la horizontal , como se ilustra en la figura 38 :

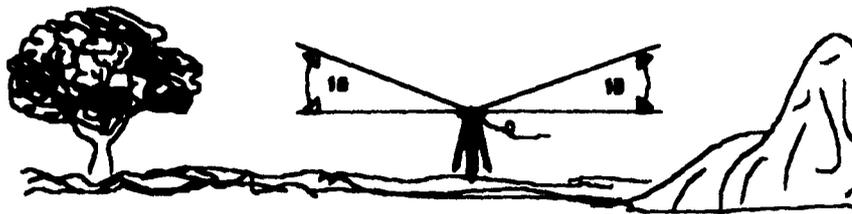


Figura 38 . Máscara de Elevación

2. Método Estático - Rápido

Este método es muy similar al método Estático , tanto en el levantamiento de puntos como en el procesamiento de la información . Las variantes son las siguientes :

- * Solo se puede aplicar en presencia del código de precisión (P) .
- * Se utilizan equipos GPS de 2 bandas invariablemente .
- * Disminución del tiempo de medición en cada punto o estación .
- * Requiere 3 equipos GPS como mínimo (dos fijos y un móvil) .

Al utilizar este método , el tiempo de medición en cada punto o estación , dependerá del tamaño de las líneas por medir ; así las líneas menores a 5 km , se mide durante 10 minutos , y por cada kilómetro adicional dos minutos más , tal como se muestra en el cuadro 7.

TAMAÑO DE LA LÍNEA BASE	TIEMPO MÍNIMO DE MEDICIÓN
MENOR A 5 Km.	10 MINUTOS
5 A MENOS DE 6 Km.	12 MINUTOS
6 A MENOS DE 7 Km.	14 MINUTOS
7 A MENOS DE 8 Km.	16 MINUTOS
8 A MENOS DE 9 Km.	18 MINUTOS
9 A MENOS DE 10 Km.	20 MINUTOS

Cuadro 7 . Tamaño de la Línea Base.

Se requiere de 3 equipos PXII como mínimo para aplicar este método , pudiendo aumentar el número en función de las características del terreno , premura del levantamiento y disponibilidad del equipo .

B. Para Proceso con el Software de Navegación y Topografía Diferencial Precisa con GPS (PNAV).

La diferencia del levantamiento GPS para proceso con PNAV , se basa en el tiempo de medición y la forma de recolectar datos .

A continuación se describe de manera general la forma en que se realiza un levantamiento con el para proceso PNAV , así como los parámetros a utilizar .

a) Elaboración del programa de medición .

El tiempo de medición en cada vértice será de 2 minutos , con un intervalo de registro a cada 5 segundos , lo cual equivale a registrar 24 épocas por vértice . Los puntos de inicio y final del levantamiento se medirán por 5 minutos (60 épocas) . En caso de perder la señal (captar menos de 4 satélites) , durante el recorrido , se deberá trasladar al siguiente vértice para realizar una segunda medición por un espacio de 5 minutos (60 épocas) .

Cuando la medición se realice con equipo DIMENSIÓN el tiempo de cierre será se 10 minutos , en caso de inicio y pérdida de señal medir 30 minutos , según cuadro 8 .

CONCEPTOS	PXII	DIMENSIÓN
INICIO Y CIERRE EN LÍNEA BASE CONOCIDA .	5 MINUTOS	30 Y 10 MINUTOS RESPECTIVAMENTE
OCUPACIÓN POR VÉRTICE	2 MINUTOS	2 MINUTOS
PERDIDA DE SEÑAL	5 MINUTOS	30 MINUTOS
INTERVALO DE REGISTROS	5 SEGUNDOS	5 SEGUNDO
MÍNIMO DE SATÉLITES	4 SATÉLITES	4 SATÉLITES
MÁSCARA DE ELEVACIÓN	10 GRADOS	10 GRADOS

Cuadro 8 . Comparación Equipos PXII y DIMENSIÓN

Para el equipo PXII estos tiempos son aplicables cuando el código de precisión (P) está activado , en caso contrario utilizar los tiempos del equipo DIMENSIÓN .

b) Selección de la línea base para instalar los equipos fijos .

De acuerdo al número de lados de control establecidos en el polígono , seleccionar aquel que se localice más cercano al área por medir (acceso) , ya que en los puntos que conforman la línea base se instalarán los equipos fijos .

1. Método Cinemático .

El método cinemático es el más rápido de los levantamientos con tecnología GPS , pero al mismo tiempo es el más exigente en cuanto a la colecta de datos en cada vértice y procedimientos

por lo que se debe ser extremadamente cuidadoso al realizarlo para evitar la pérdida de señal de los satélites captados. los aspectos a considerar son :

1.1 Equipo

Utilizar por lo menos 3 equipos (DIMENSIÓN o PXII), pudiendo trabajar con más a la vez para tener un mayor aprovechamiento de los equipos fijos ; estos se instalan con tripie mientras que los móviles utilizan bipode.

1.2 Inicialización

La inicialización del levantamiento se puede efectuar de dos formas :

- * En vértices de coordenadas desconocidas .
- * En vértices de coordenadas conocidas .

1.3 Tiempo de medición (Ver Cuadro 9).

ACTIVIDADES	PXII	DIMENSION
INICIO EN VÉRTICES DE COORDENADAS DESCONOCIDAS	5 MINUTOS	30 MINUTOS
INICIO EN VÉRTICES DE UNA LÍNEA BASE DE COORDENADAS CONOCIDAS	5 MINUTOS	10 MINUTOS

Cuadro 9 Tiempos de Medición

1.4. Procedimiento de campo .

Preparación del equipo .

- * Instalar el equipo en el vértice de inicio .
- * Orientar la antena al norte .
- * Medir la altura de la antena e introducir el dato al receptor .
- * Introducir los parámetros .

Para efectos de esta investigación y por la versatilidad del equipo en campo , se considera pertinente analizar únicamente el modelo PXII , como se aprecia a continuación .

Equipo GPS modelo PXII .

- 1 Entrar a la pantalla 4 (Ver figura 39) y teclear los siguientes parámetros .
 - Intervalos de registro (REC INT) 5 SEGUNDOS .
 - Mínimo de satélites (MIN # SV) 4 SATÉLITES
 - Mascara de elevación (ELE MASK) 10 GRADOS

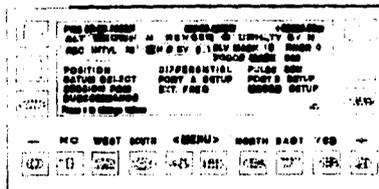


Figura 39 Pantalla 4

2 Entrar en la pantalla 9 y registrar los siguientes datos

- Clave del vértice
- Clave de la sesión
- Número de serie de receptor
- Iniciales del operador
- Número de serie de la antena
- Mes y día
- Comentarios

Esta información sólo se registra en los receptores móviles

- Número mínimo de satélites (MIN SV): 4
- Registrar información (RECORD): Y
- Contador de épocas a registrar (EPOCH): 24 - 60
(Ver figura 40).

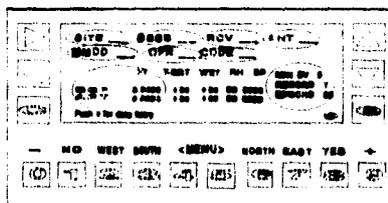


Figura 40 . Pantalla 9

Oprimir la tecla **e** para aceptar y automáticamente se inicia el registro de datos , gradualmente el contador de épocas va bajando la numeración hasta llegar a cero . Al terminar , el receptor emite un " bip " , indicando que se a completado la medición del vértice y la clave del sitio cambia a 4 signos de interrogación (???) , los cuales permanecerán durante el tiempo que dure el desplazamiento del equipo y hasta que se le indique el número del nuevo vértice .

1.5 Estrategia

* Instalar los equipos fijos en un punto de una línea base de coordenadas conocidas (preferentemente en puntos de control geodésicos) ; los equipos móviles en vértices de coordenadas desconocidas que pueden ser cualesquiera de los vértices del área a medir

(perímetro, grandes áreas, terrenos, etc.) (ver figura 41).

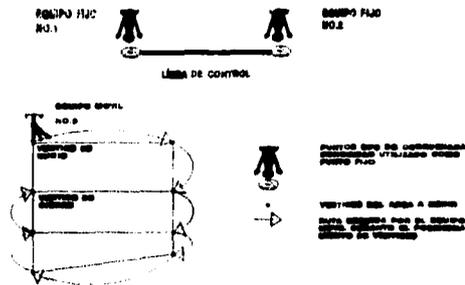


Figura 41 . Estrategia de Medición .

* Encender los equipos fijos simultáneamente y el receptor móvil al mismo tiempo o bien , después de que los fijos ya han sido encendidos , pero nunca antes que estos , pues para el proceso se requiere de la recepción de la señal en tiempos comunes . Tanto receptores fijos como móviles deberán permanecer encendidos durante toda la sesión .

* Posteriormente , se llevará al equipo móvil a todos y a cada uno de los vértices a medir , permaneciendo en ellos 2 minutos (24 épocas) . Al desplazarse entre vértice y vértice , se debe tener cuidado de no inclinar la antena o de pasar cerca o por debajo de obstáculos que impidan la recepción de la señal (por ejemplo árboles , edificios , casas , etc) (ver figura 42)

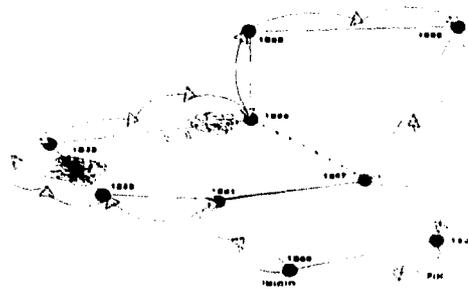


Figura 42 Recorrido Durante la Medición .

Si durante el desplazamiento o al estar midiendo los vértices se pierde la señal , será necesario inicializar nuevamente , en el siguiente vértice por medir .

Se deben apagar los receptores de los puntos fijos , cuando el último de los equipos móviles termine su recorrido .

III . 3 CONTROL GEODÉSICO (MONUMENTACIÓN Y MEDICIÓN)

Para medir la línea de control geodésico se requiere de varias actividades o requerimientos necesarios para una correcta monumentación y medición .

Inicialmente se debe contar con un croquis a mano alzada , requisito que debe reunir el lugar elegido , en cuanto a visibilidad y topografía necesarios para la construcción del monumento .

Realizada la medición se procede a respaldar la información en disquetes para su proceso en la computadora .

1. Croquis a mano alzada .

Es importante tener un croquis a mano alzada para realizar la medición de grandes áreas , ya que , se tiene una panorámica del o de los terrenos que se medirán , y aparecen los rasgos más importantes naturales y culturales del área :

- carretera pavimentada
- terracería transitable en tiempo de secas
- límite predial
- bordos
- puntos GPS
- cementerios
- terracería transitable en todo tiempo
- límite municipal
- presas
- río
- escuela
- etcétera .

Cabe mencionar que al contar con un croquis a mano alzada y el software (MP) se hace el proyecto de medición , en el cual se obtiene el tiempo tentativo que durará la medición , el número de equipos que realizarán la misma , etc .

Es importante manejar la tira marginal porque de ella depende la buena interpretación del croquis (ver figura 43)

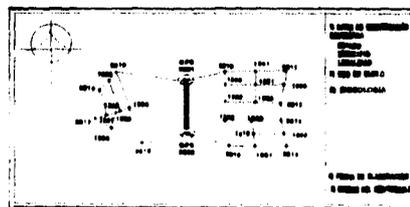


Figura 43 . Croquis a Mano Alzada.

El croquis debe de contar con la numeración de los vértices utilizando rangos que marquen la diferencia entre un vértice perimetral y un punto al interior del área , y puntos GPS , por ejemplo (ver figura 43).

0001 - 0002	Puntos de Control Geodésico (puntos GPS)
0003 - 0999	Perímetro
1000 - 7999	Vértices al interior del área o perímetro
8000 - en adelante	Usar según necesidades
1 - N	Terrenos

2. Establecimiento de Control Geodésico .

Esta actividad consiste en establecer un mínimo de dos puntos GPS de control , con una precisión de 1 : 50 000 (1 cm. por cada 500 m. de error) o mayor en cada polígono ligándose a la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) para ello , se requiere del desarrollo de las siguientes actividades :

- a) Monumentación
- b) Elaboración programa de medición (MP)
- c) Definición de estrategia para la medición

A continuación se da explicación a los puntos anteriores .

a) Monumentación

Una vez determinado el sitio donde se establecerán los puntos GPS de control geodésico se procede a la construcción de un monumento que permita su ubicación y conservación . Esto debe tener las especificaciones siguientes :

- * Solidez y estabilidad de acuerdo a las características del terreno .
- * Contener una placa metálica de identificación .
- * Contar con referencias para su ubicación .

Se considera como monumento a los señalamientos hechos de concreto que contengan un testigo subterráneo alineado verticalmente con el centro de la placa empotrada en el concreto (ver figura 44) .



FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA

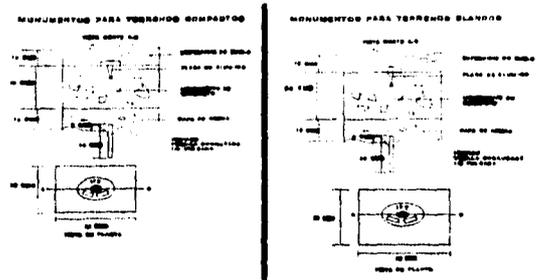


Figura 44 . Monumentación

También los señalamientos hechos de roca con una placa metálica empotrada y fijada en el concreto (ver figura 45) .

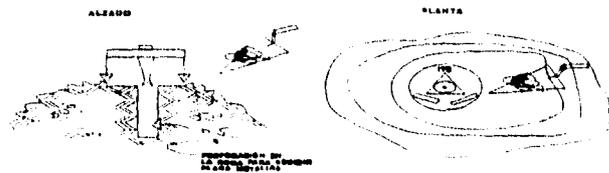


Figura 45 . Monumentación con Placa Empotrada en Roca .

Al realizar la monumentación de los puntos GPS de control , se coloca el testigo (varilla de $\frac{3}{4}$ de pulgada) y la placa exactamente sobre el sitio en el que se encuentra la marca del vértice (trompo o estaca) que los identifica . Para lograr lo anterior , se podrá realizar el plomeo de la placa de dos formas , aunque la combinación de ambas garantiza una mayor precisión .

1. Con estacas auxiliares .

- * Este procedimiento se efectuará antes de sacar la estaca o trompo de madera que indica la ubicación del vértice a medir .
- * Se utilizan 4 estacas auxiliares con una tachuela o clavo en la parte superior , una para cada cuadrante .
- * Se instalan las estacas a una distancia aproximada de 1.5 m. del trompo que indica el punto o vértice a medir .
- * Clavar la primera y anudar en ella un hilo de tres metros de longitud aproximadamente.
- * Anudar este hilo en el extremo a la segunda estaca , la cual irá colocada en el cuadrante opuesto , de tal manera que el hilo pase por centro del trompo que identifica el punto .
- * Se proceden a instalar las dos estacas restantes en los cuadrantes respectivos siguiendo el mismo procedimiento antes descrito , formando una cruz con los hilos de tal manera que el punto donde se interceptan los hilos corresponda con el centro del trompo que identifica el punto (ver figura 46) .

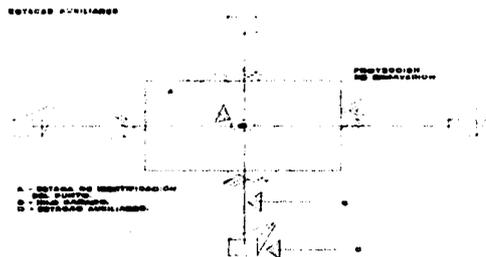


Figura 46 . Estacas Auxiliares

* Una vez realizado lo anterior se desatan los hilos de las estacas auxiliares y se prepara el terreno para monumentar como se aprecia en la figura 44 . Cabe aclarar que no se deben retirar las estacas auxiliares hasta que concluya la monumentación .

* Al colocar el testigo se vuelven a amarrar los hilos en sus respectivas estacas con el objeto de que quede perfectamente centrado , clavar el testigo y monumentar auxiliándose de una plomada para lograr el objetivo .

* Finalmente se repite el procedimiento para la colocación de la placa de identificación .

2. Con tripie y plomada .

* Instalar el tripie centrando sobre el tronpo o estaca que identifica el punto

* Colocar la plomada en el tripie de tal manera que quede al centro de la placa . Puede usarse un tripie con plomada óptica integrada .

* Fijar el tripie y proceder a preparar el terreno para monumentar , cuidando de no mover el tripie para evitar se desnivele y se mueva el punto .

* Al clavar la varilla (testigo) y la placa , se procede a plomear para determinar el sitio exacto de su colocación , ya sea con la plomada óptica o con la plomada mecánica .

* Con esto se logra que el testigo y la placa queden alineadas en el punto en donde fue marcado (ver figura 47) .



Figura 47 . Plomeo con Tripie y Plomada .

En la placa metálica se registran los datos de identificación del punto GPS , como son : clave del estado , clave del municipio , el número que le corresponda al punto y la fecha (día , mes , año) , en que se realiza la monumentación (ver figura 48) .

ejemplo	ESTADO	MUNICIPIO	No. DE PUNTO GPS
	17	069	0001



Figura 48 . Placa Metálica .

Con el fin de facilitar su localización , por cada punto GPS de control generado , se deben establecer de tres a cuatro marcas de referencia ubicadas estratégicamente . Su colocación debe ser en un radio no mayor de 20 m. y considerando por lo menos tres de los cuatro cuadrantes , con lo que se garantiza su permanencia y estabilidad (construcciones , árboles , rocas , etc.) con clavos , varillas , cemento , pintura , etc .

Una vez establecidas las referencias , numeradas del 1 al " n " , e iniciando con la menor en el azimut y en el orden en que giran las manecillas del reloj . El azimut se determina a partir de la ubicación de la referencia con respecto al punto GPS y se indica con una flecha la dirección hacia donde se localiza el punto GPS del control (ver figura 49) .

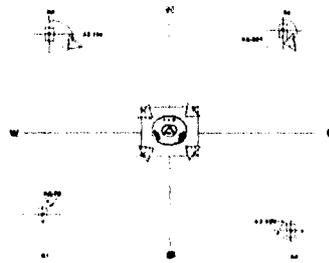


Figura 49 . Ubicación de Marcas de Referencia .

En el caso de no existir elementos permanentes sobre el terreno para colocar las referencias en el radio especificado , construir mojoneras pequeñas con cemento , empotrando un clavo o varilla (en el centro) y marcando sobre el cemento la dirección hacia el punto principal y el número que lo identifique . Esta información se registra en el formato C.1.0. " Información de vértices geodésicos " (ver figura 50 y anexo VII.2) .



Figura 50 . Ubicación de Referencias con Mojoneras Empotradas .

Es importante mencionar que la monumentación de los vértices deberá efectuarse antes de hacer la medición .

b) Elaboración del programa de medición (MP) .

Antes de realizar la monumentación es importante hacer un reconocimiento en campo con la ayuda del croquis a mano alzada y la persona dueña o guía que conozca toda el área a medir . Programar el trabajo especificando los tiempos de medición , el orden de cobertura y la distribución del personal .

Para ello , se procederá a :

- calendarizar la disponibilidad de por lo menos cuatro satélites con geometría adecuada (PDOP menor o igual a 5) .
- programar los horarios de medición , respetando el tiempo en horas indicando en los resultados del MP .
- realizar una sesión para la medición de los puntos de la línea de control geodésico .
- programar el número de sesiones a realizar , considerando el número de puntos a medir y el número de equipos disponibles .
- determinar los tiempos de traslado de acuerdo a los medios de transporte y vías de comunicación .
- programar los lugares de reunión para capturar , respaldar y procesar la información de campo .

Una vez elaborado el programa de medición se asignan las cargas de trabajo para cada grupo o pareja que componen la brigada .

c) Definición de la estrategia para la medición .

La medición de los puntos de la línea de control geodésico se efectúa invariablemente con equipos de dos bandas (modelo PXII) y con el método estático .

Colocar un equipo en cada uno de los puntos , durante el tiempo especificado (ver figura 51) .

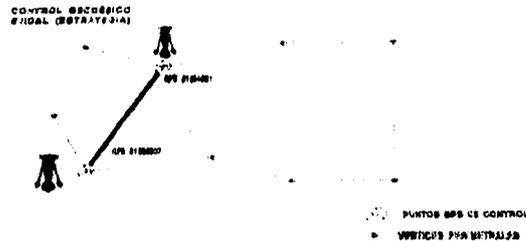


Figura 51 . Medición de la Línea de Control .

Cuando se decida establecer más de una línea de control , la medición se efectuará ligando los puntos conformando una Red . Invariablemente el vector que forma la línea de control se debe medir en una misma sesión .

A continuación se realiza este procedimiento con la utilización de 3 equipos , modelo PXII. Cabe hacer notar que la combinación de formas varia y que se define considerando las características de cada polígono y el número de líneas de control requeridas . (ver figura 52) .

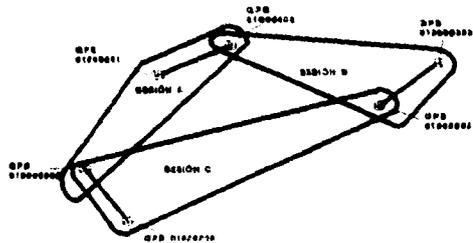


Figura 52 . Medición de Líneas de Control en Diferentes Sesiones .

En la colocación de estos puntos , la brigada de geodesia deberá determinar el sitio donde se establecerá la línea de control geodésico para lo anterior , se deben seguir los siguientes pasos :

- * Establecer rigurosamente un mínimo de 2 puntos (línea de control geodésico) por polígono , independientemente del número de lados que lo conforman .
- * Sólo deben establecerse en los vértices perimetrales .
- * La distancia mínima entre los 2 puntos debe ser mayor a 500 m y menor de 200 m
- * Deben ser visibles entre si .
- * El lugar elegido sea fácilmente localizarse y accesible .
- * Qué el terreno sea firme y permita la monumentación , así como la colocación del equipo .
- * Por cada 10 -14 lados de desarrollo del levantamiento del polígono se establece adicionalmente una línea de control geodésico más .

1. ligar la medición a los puntos de la línea de control geodésico .
2. ligar los vectores que conforman el perímetro .
3. determinar el número de sesiones requeridas para medir todos los vértices del trabajo. considerar que algunos de ellos deberán medirse en más de una ocasión .

La medición del perímetro se puede realizar después de medida la línea de control y para las mediciones al interior del polígono se puede hacer indistintamente .

La importancia de medir el perímetro radica en establecer un límite bien definido para no tener problemas con las colindancias , que puedan ser de propiedad privada , federal , estatal o internacional .

Con respecto al llenado de cédulas de información se realiza de la misma forma que para una línea de control geodésico . (ver anexo VII.2) .

III . 4 INICIALIZACIÓN Y LOGÍSTICA DE MEDICIÓN (Método Cinemático) .

La medición al interior del polígono se realiza con el método cinemático. Todos los métodos son eficientes de acuerdo a las condiciones en las cuales se apliquen , pero el método cinemático tiene mayor utilidad es en las partes planas , lomeríos, valles , en si en todos los lugares donde no se obstruya la antena del receptor , de esta manera se hace más eficiente la medición en cuanto a equipo y mano de obra .

A continuación se hace referencia a la inicialización y logística de medición , utilizando el método cinemático que es el más rápido dentro de los métodos con GPS .

- Elaboración del programa de medición .

Se realiza en forma similar al programa de medición descrito en el control geodésico :

- Estrategia .

Las mediciones de los vértices al interior se efectuarán mediante la combinación de equipos PXII y/o DIMENSIÓN , para efectos de este trabajo se utilizan únicamente PXII ; de tal manera que el aprovechamiento de los equipos y la productividad sean óptimas . Para ello, 2 de los equipos se colocarán en la línea de control durante el tiempo que duren las sesiones y los otros receptores (móviles) se instalarán en los puntos por medir (ver figura 56) .

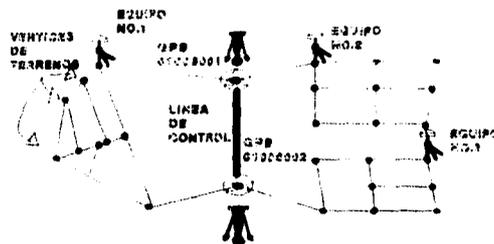


Figura 56 .Medición de Vértices , combinando Equipo PXII Y DIMENSION .

Posteriormente , terminada la medición de los primeros vértices , se traslada el (los) equipo (s) móvil (es) , al (los) siguiente (s) , esta secuencia se repite hasta agotar la carga de trabajo del día , cuidando de no pasar la antena por debajo de árboles , líneas de alta tensión , construcciones , etcétera . Con el objeto de tener el menor número de pérdidas de la señal (menos de cuatro satélites) y con ello terminar más rápido la carga de trabajo . La mejor técnica para evitar que esto pase es transportar la antena en forma vertical , cuidando de no obstruirla , golpearla o inclinarla durante el trayecto .

Los equipos que se encuentran en la línea de control geodésico deben permanecer fijos en los sitios durante el tiempo que se realicen las sesiones de medición y sólo se apagarán cuando la cantidad de satélites o el PDOP determinado con anterioridad por el MP indique que no es posible continuar midiendo , o bien , en los periodos en que ninguno de los equipos móviles estén trabajando (ver figura 57) .

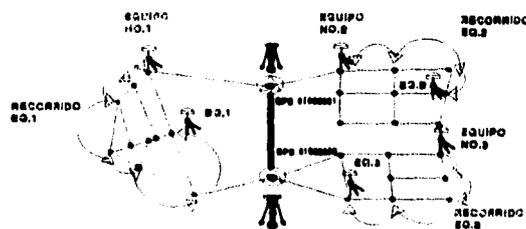


Figura 57 . Recorrido de Equipos 1 , 2 , 3 .

Otro requerimiento importante son las brigadas de medición donde cada una de las personas que la integran desempeñen las siguientes actividades.

1. Jefe de Receptor . Persona encargada de operar el equipo GPS , por lo tanto , es el responsable del fracaso o éxito de las mediciones hechas diariamente , además es el que organiza el seguimiento de medición , así como las rutas de recorrido entre los vértices , por el equipo móvil como por el equipo fijo , el que se estaciona en el punto GPS de la línea de control geodésico .

2. **Balicero (brigadista)** . Persona dedicada a la **transportación de la baliza durante la sesión o sesiones de medición a través de cada uno de los vértices** .

3. **Bitacorista (brigadista)** . Realiza el registro de cada uno de los vértices medidos , el número de épocas , PDOP existente , hora GMT , tiempo de inicialización , las pérdidas de señal , además proporciona la información del siguiente vértice la cantidad y ubicación de obstrucciones para no pasar por debajo de ellos , todo esto se ve plasmado en los formatos " ubicación de obstáculos " que son levantados durante el marcaje de los vértices o en los recorridos de reconocimiento así como la información levantada durante la medición registra en la cédula C.1.2 (ver anexo VII.2) .

Guía . Persona que conoce el terreno o área a medir , por lo regular es el dueño . Es importante contar con esta para agilizar los trabajos , tanto de marcaje como de medición .

Equipo GPS fijo :

Cuando el equipo GPS está ubicado sobre la línea de control tiene la capacidad de almacenamiento de 23 horas continuas con el código C/A y cuando el código de precisión (P) esta activado se reduce a únicamente 10 horas . La disminución de la capacidad de memoria se debe a que el receptor recibe mayor cantidad de observaciones satelitales y de mejor calidad.

Equipos GPS móvil :

Cuando el equipo GPS móvil se desplaza de un vértice a otro consume la misma cantidad de memoria que en el equipo GPS fijo , porque permanece encendido todo el tiempo y la diferencia radica cuando se pierde la señal y el receptor deja de captar información .

III.5. RESPALDO Y PROCESO DE LA INFORMACIÓN.

Al término de las sesiones programadas para un día de medición , la brigada se reunirá en la localidad previamente seleccionada para bajar o descargar la información de los receptores al equipo de computo . Esta actividad la lleva a cabo el jefe receptor y el llenado de la cédula los dos brigadistas que complementan la brigada . Se le identifica con una clave para llevar a cabo el control tanto en la medición como en el proceso , esto es en caso de que algún vértice no pase el proceso y se pueda identificar a la brigada que lo midió . La persona que opera la computadora (técnico) descarga y respalda la información de cada uno de los receptores , en un disquete (tamaño 3.5 plg.) , además verifica que existan los archivos correspondientes a las sesiones de trabajo realizadas durante el día.

Estos archivos son:

- B = número de épocas registradas.
- E = datos de las efemérides transmitidas.
- S = datos del sitio o estación.

La finalidad de lo anterior es evitar la incoherencia de información . Como en el caso de que se teclee mal un vértice , se sugiere que cuando se baje la información se haga del conocimiento del técnico para que corrija antes de procesar la información .

En grandes áreas lo primero que procede es el procesamiento de la línea de control geodésico , ya que las coordenadas generadas de ésta son los datos necesarios para la evaluación de la información captada por los equipos móviles (método cinemático).

Por lo que , es de suma importancia anotar en forma clara y correcta en el registro de observaciones con los siguientes datos :

- clave del punto GPS de control geodésico o vértice .
- clave de la sesión (al día se tienen varias sesiones) .
- tipo de receptor utilizado (PXII , DIMENSIÓN , otro) .
- utilización de tripie o bipode .
- especificar el uso de extensión .
- especificar la altura inclinada de la antena y la longitud de la extensión , si es el caso.

Si los resultados del archivo de salida son aceptables se realiza un ajuste libre en GEOLAB, en caso contrario, se opta por eliminar los satélites ruidosos, y se cambia el modo del procesamiento. En el cual se definen: el tipo de datos, y se lleva a cabo sin la utilización de información geoidal, se recomienda no variar el factor varianza.

Si los resultados son aceptables se hace el ajuste fijo, en caso contrario se eliminan líneas marcadas y se reprocesa con GPPS o en su defecto se hace otro levantamiento.

El ajuste fijo se realiza considerando el elipsoide ITRF, sin considerar ondulaciones, resolviendo la rotación y escala, si no se cuenta con el mínimo de 3 estaciones fijas. Cuando los resultados entran dentro de las siguientes tolerancias, el proceso se considera terminado. (Ver Cuadro 10).

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
800	.009	.011	.014	37308	17.
820	.009	.011	.018	39108	17.
840	.009	.011	.018	40808	17.
860	.009	.011	.018	42508	17.
880	.009	.011	.018	44208	17.
900	.009	.011	.018	45908	17.
920	.009	.011	.018	47608	17.
940	.009	.011	.017	49308	19.
960	.009	.011	.017	51008	19.
980	.009	.012	.018	52708	18.
1000	.009	.012	.018	54408	18.
1020	.009	.012	.018	56108	18.
1040	.009	.012	.019	57808	18.
1060	.009	.012	.018	59508	18.
1080	.009	.012	.020	61208	18.
1100	.009	.012	.020	62908	18.
1120	.009	.012	.021	64608	18.
1140	.009	.012	.021	66308	18.
1160	.009	.012	.022	68008	18.
1180	.009	.012	.022	69708	18.
1200	.009	.012	.022	71408	18.
1220	.009	.012	.023	73108	18.
1240	.009	.012	.023	74808	18.
1260	.009	.012	.024	76508	18.
1280	.009	.012	.024	78208	18.
1300	.009	.012	.024	79908	18.

(1) Distancia en metros
(2) Error teórico en metros para L1/L2
(3) Tolerancia en metros entre los cursos al 95% de confianza para L1/L2
(4) Semieje mayor en metros para L1/L2
(5) Precisión teórica para L1/L2
(6) PPM máxima para L1/L2

Cuadro 10 Tolerancias.

En la columna 1 se tabula la distancia (en metros) entre puntos de la línea de control geodésica, en base a ella se checan las columnas 4 y 6 respectivamente: la primera indica el semi-eje mayor en metros para un receptor GPS, modelo PXII, la segunda indica las partes por millón (ppm) aceptables. Los datos que arroje el procesamiento deben de entrar en estos rangos, para que las coordenadas UTM sean precisas, de no hacerlo se procede a verificar los posibles errores en los puntos fijos, líneas conocidas; o en su defecto reprocesar la información. Si después de reprocesar no entran en estos rangos lo que se recomienda es volver a medir la línea de control geodésico.

Para la medición de grandes áreas, se sugiere utilizar el método Estático-rápido, siempre y cuando exista código de precisión, el procesamiento, es el mismo que para el método Estático. La diferencia entre ambos métodos es el tiempo de medición, mientras que en el segundo requiere de 3 horas, el primero necesita únicamente de 10-15 minutos.

Procesamiento con PNAV

El software de Navegación y Topografía Diferencial Precisa con GPS (PNAV) , que procesa la información obtenida por los receptores GPS , modelo PXII , de la empresa ASHTECH. Su objetivo es calcular las posiciones relativas precisas entre un sitio conocido (un receptor que permanece registrando información en el mismo sitio durante todo el levantamiento) , denominado BASE y sitios medidos mediante un receptor en movimiento llamado móvil .

PNAV procesa los datos diferencialmente , esto es calcula la posición relativa de un receptor hacia otro receptor el proceso de información registrada simultáneamente en ambos receptores .

PNAV fue diseñado primariamente para levantamientos de alta precisión (nivel de centímetro) , lo cual se logra con el procesamiento de la señal de :

- a) La fase portadora
- b) La fase del código

Ventajas del PNAV

- a) Posibilidad de resolver y/o fijar las ambigüedades de los satélites, mientras el receptor está en movimiento .
- b) No requiere una inicialización estática (con receptor PXII) .
- c) No requiere que el operador regrese a un punto conocido si se pierde la señal , durante el traslado en un vértice a otro .

Es importante hacer notar que al momento de iniciar el proceso sólo se introduce un punto conocido de la línea de control geodésica ; posteriormente , el otro y se analizan los mejores resultados . En levantamientos cinemáticos existen 2 puntos fijos conocidos con el fin de obtener una doble radiación .

Iniciado el proceso se identifica el día juliano , tiempos de inicio y término de una medición , los receptores que permanecieron como fijos contienen el mismo nombre de sitio , mientras los receptores en movimiento tienen diferentes nombres de sitios .

Posteriormente , se introduce la (s) altura (s) del (os) instrumento (s) y su radio correspondiente en base al tipo de aparato GPS , utilizando todos los sitios levantados por los receptores móviles , es necesario modificar la altura para cada sitio .

Después se selecciona el tipo de proceso hacia adelante o hacia atrás si se realiza caminando o en automóvil . En caso que la solución del proceso hacia adelante fuera inadecuado ,

hacerlo ahora hacia atrás y compararlo para elegir la mejor . No se debe modificar ningún parámetro , los parámetros que maneja PNAV por default son aceptables para el procesamiento . Para el método Cinemático no se itera , pero para el Estático-rápido se debe de iterar , es otra de las diferencias entre ambos métodos .

Es recomendable que los valores para la desviación estándar (m) y el residuo (m) sean preferentemente bajos al milímetro o al centímetro . , dependiendo de la longitud de la línea . Cabe mencionar que al igual que en GPPS , el paquete GEOLAB es quien da la pauta para la eliminación de líneas o de sitios , reprocesamiento o problemas en las alturas de instrumentos , este proceso es el control de calidad anterior al ajuste . Cuando los resultados fueron aceptables , el siguiente objetivo es procesar a partir del otro sitio fijo base conocida (línea de control geodésica) hacia el mismo equipo móvil y elegir entre ambos cual es el más preciso .

Reprocesamiento.

Cuando la solución obtenida en PNAV no sea la adecuada y se identifique que posiblemente el error esta siendo causado por :

- a) Obstrucciones - A fin de evitar la pérdida de señal , se puede elevar el ángulo de elevación , a más de 10 ° , pero nunca disminuirlo .
- b) Problemas en un satélite
- c) El satélite de referencia puede ser el problema - Es difícil identificar cuando es este satélite el que causa el problema , la opción es reprocesar para identificarlo.

Los parámetros que rigen para poder aceptar el proceso de un determinado número de vértices medidos con equipos GPS , modelo PXII y utilizando el método cinemático son los que se enlistan en el cuadro 11 .

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
800	.021	.041	.022	27748	70.
820	.021	.041	.022	24887	80.
840	.021	.041	.027	28882	80.
860	.021	.041	.022	28848	80.
880	.021	.042	.022	27222	87.
900	.021	.042	.040	28221	87.
920	.021	.042	.042	28221	88.
940	.021	.042	.042	28221	88.
960	.021	.042	.042	28221	88.
720	.021	.042	.042	28220	88.
740	.021	.042	.042	28220	88.
760	.021	.042	.042	28220	88.
780	.021	.042	.042	28220	88.
800	.021	.042	.042	28220	88.
820	.021	.042	.042	28220	88.
840	.021	.042	.042	28220	88.
860	.021	.042	.042	28220	88.
880	.021	.042	.042	28220	88.
900	.021	.042	.042	28220	88.
920	.021	.042	.042	28220	88.
940	.021	.042	.042	28220	88.
960	.021	.042	.042	28220	88.
980	.021	.042	.042	28220	88.
1000	.021	.042	.042	28220	88.

(1) Distancia en metros.
(2) Error estándar en metros.
(3) Tolerancia en metros.
(4) Sumable mayor en metros para cinemático.
(5) Precisión tablas.
(6) ppm máximo para cinemático.

Cuadro 11 . Tolerancias Parámetros .

Considerando la distancia entre el punto base (fijo) y los vértices medidos con el equipo móvil se compara con los valores de la columna (9) y (11) , si los resultados del proceso no exceden estos valores se considera que los vértices son aceptables.

Cuando se han medido todos los vértices y pasan las especificaciones del proceso . Estos en conjunto forman un archivo final denominado DXF ; posteriormente , se digitaliza para la edición de resultados finales .

III.6 EDICIÓN DE RESULTADOS FINALES

La edición de resultados se lleva a cabo una vez que se ha terminado la medición en campo y su correspondiente proceso en la computadora .

En la edición se unen cada uno de los vértices de tal manera que se formen los terrenos , propiedades y cuencas tal y como se encuentran en campo , posteriormente se enumeran los vértices .

Una de las ventajas de los levantamientos geodésicos en cuanto a la edición de resultados finales es la posibilidad de poder imprimir planos individuales o únicamente el plano general , dibujando sus respectivas colindancias y datos , tanto del dueño como de la propiedad . además contiene : la superficie total , distancia entre vértices ,ubicación , simbología , escala gráfica y numérica , acotación , dependencia o empresa que realizó el levantamiento , persona responsable de la medición , fecha de elaboración , identificación geográfica (estado , municipio , localidad , carta topográfica , número de polígono) , clase de la tierra y su correspondiente clave , cuadro de distribución de superficies, cuadro de construcción (ver anexo plano general e individual) .

La utilidad que puede tener un plano general es muy variada , por citar algunos se puede mencionar ; sus fines constructivos , industriales , agropecuarios , forestales , urbanización , explotación de recursos naturales (petróleo , flora , fauna) , metales (oro , cobre , plata , zinc) .

La preferencia de elegir levantamientos geodésicos con tecnología GPS , radica en proporcionar resultados de alta confiabilidad debido a la precisión y calidad que reúnen . El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es actualmente la técnica más moderna en lo que se refiere a levantamientos geodésicos , desplaza a los levantamientos Doppler , que hasta hace unos años eran los más precisos . La constante investigación y la insaciable necesidad de encontrar cada vez técnicas que realicen levantamientos con el mínimo esfuerzo , dinero y las máximas normas de calidad en lo que se refiere a precisión , es lo que ha desarrollado este tipo de tecnologías .

Una vez que pasa el control de calidad la información , se procede a la impresión de los planos correspondientes , mediante un plotter (punta de pluma) y con tecnología de inyección .

Cuando se requiere de planos individuales inmediatamente después de imprimir el plano general , se editan en impresoras laser , para que la calidad tanto en el plano general como en el individual sean iguales .

Los resultados finales no necesariamente deben ser los planos generales o individuales. El GPS puede generar los siguientes tipos de resultados finales :

- Coordenadas de una línea de control geodésica (X , Y , Z) , las cuales ubican levantamientos generados con tránsito , estación total o fotogrametría a la cartografía nacional o internacional .

- Densificación de la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) .

- Coordenadas de puntos perimetrales que delimiten municipios , estados y países .

- Participar en estudios sobre movimientos de la corteza terrestre , actividad sísmica y otras disciplinas en el campo de la geofísica . Por ejemplo estudios sísmicos en el área de la Bahía de San Francisco en el Golden Gate , se están haciendo estudios sobre ingeniería estructural , sobre un diseño sísmico retrospectivo para perfeccionar la estabilidad de la estructura con un modelo digital tridimensional del puente .

- Cálculo de una cuenca hidrológica , vaso de almacenamiento y/o presa , proporciona elevaciones , superficies y coordenadas de cualquier punto que se requiera .

- Al proporcionar altitud se está en la posibilidad de hacer un plano de pendientes .

- Seguimiento de derrames de petróleo , utilizando boyas que contienen electrones , que al utilizar el GPS y un sistema de radio se determina el movimiento de los derrames . Esto lo realizan varias compañías de E.U.

- Se utiliza para la previsión de incendios , basados en la realización de planos en los que se identifican los posibles lugares en los que pudiera ocurrir un incendio , todo desde un helicóptero en el cual va instalado un equipo GPS , esto se realiza en Australia .

- Los guardacostas de los E.U. utilizan el GPS , para ver el movimiento de los huracanes , por medio de boyas , de esta manera se asegura que los barcos reanuden su viaje sin peligro alguno.

- En Michigan . E.U. , es utilizado para la localización de cardúmenes (banco de peces) .

- Determinación de la altimetría de los aviones .

- El GPS asociado con imágenes de satélite se utiliza para hacer inventarios de vegetación (de árboles principalmente) .

- Una aplicación más del GPS consiste en monitorear los cambios localizados en mapas . las líneas de costa , pantanos , estructuras ingenieriles , y otras relacionados , los datos recopilados se procesan en un Sistema de Información Geográfica en la que se comparan con datos históricos y un modelo de efectividad de medida preventiva , semejante al rompeolas .

- Creando un modelo con datos de la línea de costa y batimétricos se determinan cambios en la alta mar y volumen de los sedimentos acarreados por los ríos .

-Además de la elaboración de perfiles longitudinales y transversales.

- Elaboración de bloque-diagrama y modelos digitales del terreno .

-Localización geográfica , planimetría , medición de distancias .

Como se ve la utilización de un levantamiento (con la utilización de tecnología GPS) resulta muy remunerativo tanto en eficiencia , rapidez , precisión y economía , razón por la cual cada día tiene mayor aplicación dentro de investigaciones geográficas y otras ramas afines .

IV. CONSIDERACIONES ESPECIALES DE OPERACIÓN EN CAMPO .

En campo se requiere de algunas consideraciones para lograr buenas mediciones , dicha medida repercutirá en el ahorro de mano de obra , equipo y consecuentemente en la reducción de tiempo de trabajo .

La importancia de lo anterior radica en la no improvisación en cuanto a equipo y ventanas satelitales , esto quiere decir , no medir por falta de equipo . ejemplo : extensiones , pilas , cables , croquis , etc.

Entre las consideraciones que se deben tener presentes en campo son :

1. Instalar correctamente el equipo en el vértice a medir .- Al colocar el equipo debe verificarse que la antena , las partes de la extensión , el regatón (punta de la baliza) y las partes del bipode o tripie , estén bien atomillados , ya que de no ser así , permitirá que el aire mueva el equipo y existan errores en la medición (ver figura 58) .

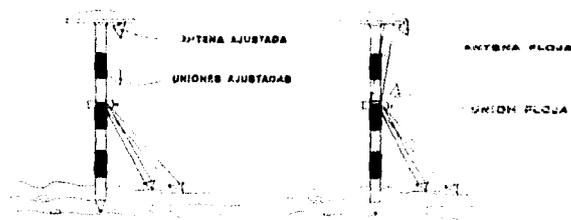


Figura 58 Medición Correcta e Incorrecta .

2. Evitar obstáculos que interfieran la recepción de la señal .- Cuando uno o varios vértices a medir se encuentren junto a un obstáculo que interfiera la recepción de señales , derramar o cortar , de manera tal que se pueda medir en ese momento. En el caso de una casa- habitación o cualquier otro tipo de construcción el cual no se pueda quitar es recomendable dejar dichos vértices para que se midan en otra sesión , cuando la geometría satelital favorezca o bien , utilizar un método diferente . (ver figura 59) .



Figura 59 Mediciones Incorrectas .

3. Contar con un croquis a mano alzada .- Se sugiere llevar un croquis del área asignada para cada equipo , tanto móvil como fijo , para tener un cuidadoso registro de los puntos que se puedan medir con el método cinemático y registrar en el mismo , los puntos que a criterio de la persona que va a realizar el levantamiento no sean posibles de medirse . Si el vértice está obstruido levantar la cédula llamada " ubicación de obstáculos " (ver anexo VII.2) para determinar en gabinete : el horario , el método de medición , el equipo complementario (extensiones) o los criterios que deben tomarse para la medición de dichos puntos o vértices . De tal manera que garantice su calidad y precisión . Los puntos que no se puedan medir por las condiciones del sitio se marcarán en el croquis como pendientes , encerrándolos en un círculo de color azul , esto con el fin de llevar un control detallado del levantamiento .

4 Uso de extensiones .- Cuando se utiliza la extensión al medir un vértice se mide la altura inclinada , sin extensión y se anota en el formato " Registro de Observaciones " (ver anexo VII.2) misma que se introduce al receptor. Por separado se obtiene la altura de la extensión y se anota como la altura vertical ; hecho esto se coloca la antena sobre la extensión y realizar la medición (ver figura 60).

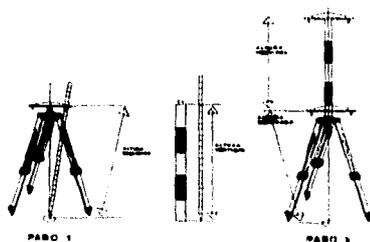


Figura 60 . Medición de Altura Inclinada y Vertical .

5. Usar contrapesos .- Se debe observarse que no exista el riesgo de que se caiga la antena , por usar una extensión muy alta , debido al viento o por el desnivel que presenta el terreno a fin de prevenirlo , es necesario que se coloquen contrapesos en las patas del tripié o bípode o en su defecto utilizar tensores (ver figura 61).

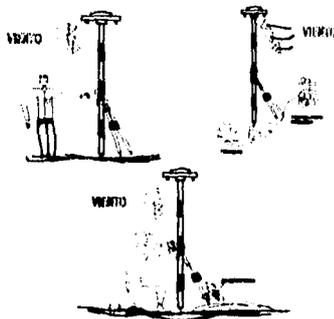


Figura 61 . Riesgo de la Antena por Viento o Relieve .

6. Mantener vertical la antena .- Si existe la necesidad de pasar la baliza de mano en mano sobre algún obstáculo , por ejemplo : sobre una cerca , muro , río, etc. , es importante mantenerla vertical . Con la finalidad de no perder la comunicación con los satélites en el traslado entre vértices .

7. En distancias grandes entre vértices , debe utilizarse vehículo .- Cuando sea necesario utilizar un vehículo para transportar el equipo de un vértice a otro, se evita pasar por debajo o muy cerca de obstáculos que interfieran la señal . Esto se justifica cuando la distancia entre vértices es muy grande o cuando el terreno lo permita , el acceso en camioneta . Esto último , es conveniente detener el vehículo y rodear el obstáculo a pie para después continuar el recorrido en camioneta .

8. Descargar y respaldar la información de campo .- Descargar y respaldar diariamente la información levantada en campo y borrar los archivos del receptor , para mantener siempre una buena capacidad de memoria en los trabajos siguientes .

9. Checar el equipo periódicamente .- Revisar periódicamente que la plomada óptica , las burbujas de los niveles , balizas y hipode no estén desajustados , de estarlo repararlo inmediatamente .

10. Utilizar el equipo correctamente .- Al conectar y desconectar el equipo se debe tener cuidado de no forzar las conexiones , ya que existen cables que entran a presión . Al momento de desconectarlos , tener la precaución de no jalar directamente del cable , ya que puede desprenderse fácilmente ; utilizar la parte metálica que hace conexión .

Adicionalmente , a lo que hasta ahora se ha mencionado se pueden describir otros aspectos importantes en la operación del equipo GPS en campo , tales como : la morfología del terreno (relieve) , las afectaciones hidrográficas (cuerpos de agua : efecto multipac) , estructuras metálicas (torres de conducción de energía de alta tensión : efecto multipac) , influencia de la vegetación elevada y abundante . Por lo que a continuación se describen .

Morfología del terreno .

Por definición la morfología se encarga de describir las formas superficiales de la tierra . Estas formas tienen mucho que ver con el buen funcionamiento del equipo GPS , ya que en base a la forma que tenga el terreno a medir estará el avance o retraso de la medición.

Si la topografía es muy accidentada , el número de vértices medidos será mínimo , por ejemplo existen cortes en los cerros que pueden tener una pendiente de 90° con respecto a la horizontal . El acceso de los vértices es muy difícil y por consecuencia muy tardado . tal vez la

solución sería dar la vuelta o llegar a los vértices por otro acceso , es por ello que tiene mucha importancia la morfología del terreno , otro ejemplo sería tener puntos en el fondo de barrancas , además de la forma del terreno influyen otros aspectos como la abundante vegetación y el difícil acceso a los vértices.

Caso contrario sería medir en un valle o un lomerío , el número de vértices medidos en un día sería del rango de 50 - 100 , dependiendo de la distancia entre ellos .

El equipo GPS esta diseñado para operar en condiciones ideales , como pueden ser lugares despejados , contar con accesos a los vértices en camioneta , no tener vértices localizados en el fondo de barrancas profundas , distancias pequeñas entre vértices (10-30 m.) , medir de vértice en vértice sin perder contacto con los satélites ya que este es el principio fundamental del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) , como se ve es muy versátil y esto significa que se puede medir aunque el terreno sea muy accidentado , lo único que pasa es que baja un poco su rendimiento .

Afectaciones hidrográficas (cuerpos de agua : efecto multipac) .

El efecto multipac se puede definir como la recepción indirecta (rebote) de señales satelitales , ocasionada por cuerpos de agua y estructuras metálicas .

Respecto a las condiciones hidrográficas como son cuerpos de agua (lagunas , ríos , presas , lagos , mares , océanos) ; afectan al Sistema de Posicionamiento Global (GPS) por medio del efecto multipac . Se puede decir que las señales emitidas por los satélites son rebotadas por los cuerpos de agua y posteriormente son captadas por la antena del equipo . La consecuencia de dicho efecto es una baja calidad de captación y por consiguiente mediciones iguales ; lo que aumenta la posibilidad de que no pasen el proceso .

Estructuras Metálicas (efecto multipac) :

Este efecto también se presenta en armaduras metálicas de las líneas eléctricas de alta tensión , las cuales por el contenido de aluminio y otros materiales que la constituyen , atraen las señales satelitales con más fuerza que la antena del equipo GPS , después las rebotan hacia la antena o en dirección diferente . Originando reducción en la capacidad de captación satelital y como consecuencia mediciones de baja calidad , esto se soluciona midiendo por más tiempo , cuando la ubicación de los satélites haya cambiado .

El efecto multipac ocurre cuando el vértice o punto a medir se encuentra cerca o bajo la armadura , dicho caso que pasa continuamente porque los dueños de los terrenos , utilizan las armaduras como linderos por tener una mayor permanencia , lo que no sucede con un trompo o estaca de madera .

En ocasiones por el ángulo que guardan los satélites no ocasionan ninguna variación en la recepción de la señal , pero aumenta el problema cuando los satélites están en el cenit (arriba de la antena exactamente) y el vértice está abajo de la armadura .

Efecto de la Vegetación elevada y abundante .

Como ya se mencionó , el principio básico del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es tener una visibilidad sobre el horizonte superior de la antena GPS . Es por ello que se ve afectada o nulificada la capacidad de captación satelital por la presencia de una vegetación elevada y abundante . De ahí que se recurra a deliberar que soluciones pueden implementarse para reducir tal efecto . Las cuales se mencionan a continuación :

Una de ellas es , ver la posibilidad de planear sesiones de tal manera que si la vegetación se tiene al Norte , medir cuando la constelación satelital esta al Sur , o si está al Este cuando los satélites estén al Oeste . El problema se agrava cuando si el punto esta en el centro de una vegetación elevada y espesa ; y por consecuencia la visibilidad es nula o casi nula , en este caso se procede a derramar un árbol de manera que proporcione una oquedad por donde penetren los rayos solares y consecuentemente las señales satelitales . por otra parte , se puede derribar uno o varios árboles dependiendo de la importancia del vértice (puede ser el límite municipal , estatal , nacional o internacional) y además del tipo de árbol que exista , de tal manera que no afecte la ecología o si se afecta que sea a pequeña escala ; si el vértice está al interior de la gran área , se puede optar por su desplazamiento ya que en línea recta o en un sitio , que por común acuerdo de los colindantes, se pueda realizar . Si el vértice no se opta por su desplazamiento , en este caso se utilizan extensiones del tal manera que la antena sobrepase la copa de los árboles , si la altura es tan grande que no se puede instalar una baliza , se recurre como último recurso trepar un árbol para que la antena salga de la copa de los árboles y pueda recibir señales satelitales . Para estos casos utilizar el método estático .

Como se observa la vegetación alta y abundante proporciona muchos contratiempos en estas condiciones no es recomendable utilizar la estación total o la fotogrametría . La primera requiere de la visibilidad entre puntos , y por lo que es necesario derribar una gran cantidad de árboles . La segunda técnica se basa en fotografías de contacto y debido a la vegetación señalada no se puede realizar el picado (fotoidentificación) del vértice , dado a que no se observa ningún rasgo que ayude a su localización . Lo único que se observa es una superficie negra en la cual es imposible identificar el vértice .

Efecto de las tormentas eléctricas .

Al respecto se puede mencionar que a una distancia menor de un kilometro del lugar donde se encuentra tormenta eléctrica con respecto a la antena GPS no existe el riesgo de atraer los rayos . Frecuentemente durante la medición se presenta una tormenta , si el trabajo tiene mucha premura se puede medir sin ningún problema a los aparatos no les afecta la lluvia .

El efecto del que se habla , es que la antena GPS puede actuar como pararrayos , durante una tormenta eléctrica ; no es tanto que no se pueda utilizar , sino el riesgo que se corre al estar vertical , transportándola entre vértice y vértice , no sólo de destrucción del aparato sino de la persona (s) que lo transporta .

Por comodidad y conveniencia no se recomienda medir durante una tormenta eléctrica , además que es incomodo trabajar bajo la lluvia sobre todo mojado de pies a cabeza . En ocasiones debido a la ubicación geográfica del lugar a medir las condiciones climatológicas son adversas y casi es imposible medir sin lluvia , lo que se sugiere es estos casos , es medir cuando no exista la presencia de tormentas eléctricas .

Tomando en cuenta estas consideraciones se tendrá un óptimo rendimiento y los equipos se aprovecharán al máximo .

V . ANÁLISIS Y PLANEACIÓN DEL PROYECTO DE MEDICIÓN.

Para realizar el análisis y la planeación del proyecto de medición se necesitan varios requerimientos , los cuales conducirán a no cometer errores al momento de la medición . Un aspecto fundamental en la planeación es el tiempo que se utilizará para concluir las actividades de medición y de no analizar todos los aspectos , lo más probable es que no se termine el levantamiento en el plazo establecido .

Para tener éxito en esta actividad , se recomienda hacer un recorrido de reconocimiento de todos y cada una de las zonas a medir para considerar aspectos de mucha importancia en la planeación como son la topografía , las condiciones hidrográficas , climatológicas, vegetación y accesos . Asimismo , el equipo con que se cuente para realizar la medición y la cantidad de personal capacitado para la operación de equipo.

La finalidad de utilizar las cartas topográficas es tener un conocimiento más amplio de la topografía del terreno , con la ayuda de las curvas de nivel , también calcular la distancia aproximada entre vértices perimétrales así como planear accesos a vértices . El tener ubicados los puntos GPS en el croquis a mano alzada esta en relación al cálculo de la hora de inicio y término de las sesiones diarias ; por ejemplo , si los puntos GPS son los más alejados , calcular el tiempo de traslado y programar la hora que estarán listos para que inicien los equipos móviles .

Conocer la densidad de los vértices y el número de polígonos es importante por la siguiente razón : no tiene caso utilizar varios equipos en una zona donde existen muchos vértices , si estos van a terminar rápidamente (por la cercanía entre ellos) y desperdiciar horas-trabajo de los equipos; es recomendable dividir toda el área y asignar una a cada equipo móvil , así al terminar el primero ayuda a los demás para que todos terminen igual y aprovechen al 100% los equipos .

Se deben conocer las vías de comunicación e infraestructura existente , esto debido a que se incluyan los tiempos de traslado en vehículo o caminando , y cuando el área a medir esta retirada de la población cercana , se debe tener contacto por teléfono para alguna eventualidad o requerimiento de equipo . Asimismo , conocer las distancias de los servicios públicos existentes , en caso que se requiera acampar en el área de medición o en la población cercana . Esto viene al caso, porque el equipo utiliza baterías recargables y se necesita el servicio de energía eléctrica .

El conocer el número de vértices totales y la superficie aproximada donde están ubicados da una idea del tiempo que se utilizará para la medición . Con esta información se esta en condiciones de analizarla para posteriormente . hacer la planeación del proyecto de medición , considerando los siguientes aspectos :

a) Definición del Método de Levantamiento .

Dependiendo de la topografía y distancia entre los vértices se define el método a utilizar: estático , estático-rápido o cinemático y el equipo GPS , considerando el mínimo de equipos necesarios para la medición y la prontitud con la que se requiera el levantamiento , por parte de la persona o institución solicitante para así aumentar el número de equipos , según las necesidades de tiempo e inversión .

b) Elaboración del Programa de Cobertura .

A partir del reporte de la planeación de misiones y de calendarizar el programa de cobertura tomando en cuenta el área a medir : líneas de control geodésico , perímetro de grandes áreas , al interior de las grandes áreas , pudiendo estar continuas o aislados los terrenos y con ello la distribución de vértices , en ocasiones la densidad de vértices es tal que un receptor puede medir más de 100 vértices diarios .

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) está diseñado para medir grandes áreas y por consiguiente distancias grandes entre vértices , es donde es más preciso ; caso contrario ocurre en distancias pequeñas en los cuales es más preciso la comercialmente llamada Estación Total (ET) .

c) Determinación del Período de Levantamiento .

Con la información anterior se esta en condiciones de poder definir el periodo de levantamiento a fin de conocer el tiempo en que se realizarán las mediciones completas de una área determinada y en su caso de toda la gran área .

d) Estimación de Recursos Materiales .

Se realizará una estimación de los materiales requeridos para los trabajos de medición ; asimismo , se deben considerar los apoyos que se soliciten al dueño o dueños de las grandes áreas a medir .

De igual manera se estimarán los recursos financieros necesarios por brigada para cubrir sus gastos de campo .

VI. VENTAJAS Y DESVENTAJAS

El Sistema de Posicionamiento Global presenta varias ventajas y desventajas ; las primeras se relacionan con la economía , precisión , eficiencia y aplicaciones ; Mientras las últimas corresponden a su factibilidad en que se basa el objetivo que se pretende alcanzar con un levantamiento geodésico utilizando tecnología . Las cuales se enlistan en el Cuadro 12.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
1. BAJO COSTO	1. NO ES RECOMENDABLE EN ZONAS DE ALTA Y DENSA VEGETACIÓN
2. ALTA PRECISIÓN	2. NECESITA PERSONAL CAPACITADO PARA LA OPERACIÓN DEL EQUIPO
3. EFICIENTE	3. REQUIERE VISIBILIDAD SOBRE EL HORIZONTE
4. MENOR MANO DE OBRA	4. AFECTACIÓN DE FENÓMENOS IONOSFÉRICOS
5. MAYOR CALIDAD DE TRABAJO	5. CONTENER FORMATO DE RINEX
6. TECNOLOGÍA DE PUNTA	6. AFECTACIÓN DE TORMENTAS ELÉCTRICAS
7. NO REQUIERE DE VISIBILIDAD ENTRE ESTACIONES	
8. REPOSICIÓN DE MARCAS EN CASO DE DESTRUCCIÓN	
9. NO AFECTAN LAS CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS	
10. VERSÁTIL	
11. NO IMPORTA LA UBICACIÓN DEL LEVANTAMIENTO CON RESPECTO A LAS ESTACIONES FIJAS (RGNA)	
12. ESTABLECIMIENTO DE ESQUEMAS DE INTEGRACIÓN Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL	

Cuadro 12 . Ventajas y Desventajas

A continuación se especifican cada una de las ventajas y desventajas :

Ventajas .

1. **Bajo costo .-** Sistema que por su relativo bajo costo , facilidad de manejo y capacidad de respuesta en tiempos mínimos esta haciendo caer , en la obsolencia a los sistemas convencionales (topográficos , fotogramétricos) .

2. **Alta precisión .-**Permite la observación de resultados extremadamente precisos en tiempos relativamente cortos en comparación con los métodos tradicionales , lo cual representa una significativa ventaja , desde el punto de vista de su calidad . Actualmente , el único estándar disponible de igual o superior precisión que el GPS , se apoya en las técnicas de medición por interferometría de bases muy largas (VLBI) y/o la medición laser satelitaria (SLR o Setellite Lasser Ranging) .

3. **Eficiente .-**Los levantamientos son más rápidos porque no se requiere aumentar significativamente la densidad de las estaciones para medir grandes distancias , cuenta con un radio de acción de 500 km .

4. Menor mano de obra .-La brigada que opera el equipo GPS móvil está formada por 3 personas ; los equipos GPS que están en base (fijos) requieren únicamente una persona en cada uno de los 2 receptores ; adicionalmente un técnico que procesa la información y un responsable de la medición. Esta cuadrilla mínima puede realizar un levantamiento geodésico , como se observa requiere de poca mano de obra un levantamiento con GPS .

5. Mayor calidad de trabajo .-Cómo el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) utiliza equipo computacional (cibernética) y además tiene una alta precisión , que al conjuntar estos aspectos dan como resultado una excelente calidad en los resultados finales de un levantamiento geodésico.

6. Tecnología de punta .-La tecnología GPS esta experimentando una amplia aceptación dentro de la comunidad geodésica nacional con tendencias a incrementarse , debido a los enormes avances tecnológicos que ha desarrollado en los últimos años . Por lo anterior , se le considera una tecnología de punta o de reciente adquisición .

Los Estados Unidos de Norteamérica se reservan el derecho de uso del segmento usuario , control y espacial . Pero la insaciable necesidad de crear a llevado a varios países a desarrollar más esta tecnología , de tal manera que en la actualidad puede hacer uso del segmento espacial y con ello de equipos GPS en mediciones de grandes áreas en cualquier parte de la República Mexicana y del mundo .

7. No requiere de visibilidad entre estaciones .-Con el GPS no se requiere tener visibilidad entre vértices , dado que permite el desarrollo de redes geométricamente bien configuradas , en contraste con lo que se puede lograr , normalmente , con otros tipos de levantamientos .

8. Reposición de marcas en caso de destrucción .-En caso de destrucción o perdida de marcas geodésicas el GPS permite reponer con facilidad y mucha precisión las marcas .

9. No afectan las condiciones climatológicas .-En lo general el GPS no depende de las condiciones climáticas , ya que se puede medir cuando está nublado , lloviendo , granizando o nevando .

10. Versátil .-Con el sistema GPS el usuario puede ubicarse prácticamente en cualquier sitio del globo terráqueo , solamente debe estar sujeto a tener una buena recepción de las señales satelitales .

11. No importa la ubicación del levantamiento con respecto a las estaciones fijas de la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) .-Con el GPS los posicionamientos son diferenciales y la única dependencia es respecto a la RGNA , en donde como se verá la distancia de levantamiento a las estaciones fijas no representa ningún problema el tamaño de la misma .

12. Establecimiento de esquemas de integración y cooperación internacional .-La operación del sistema GPS permite calcular datos precisos así como establecer esquemas de integración y cooperación con otras redes de monitoreo en el ámbito internacional , lo que

permitirá a México participar activamente en el desarrollo científico y tecnológico de alto nivel en la materia .

A continuación se describe el cuadro 13 cuya finalidad es comparar el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) , con levantamientos hechos a base de fotografías aéreas y con la estación total (distanciómetro electrónico) y así corroborar las ventajas antes mencionadas .

En el primer término se tiene el método fotogramétrico en donde una hectárea tiene un costo de NS 26 050.00.

Respecto al número de integrantes por brigada es menor a los utilizados por otros métodos. El rendimiento de este método en terrenos sin vegetación es considerable , ya que en los lugares planos y semiplanos se pueden fotoidentificar hasta 100 vértices diarios , no así en lugares con vegetación , en donde también disminuye hasta en un 50 % , debido a que la vegetación dificulta la identificación de vértices ; por ejemplo , en terrenos muy accidentados lo único que se lograría ver sería un manchón de árboles.

La Estación Total es el equipo más costoso con un precio de N\$ 150 829.46 , el cálculo día-equipos es de N\$ 82 .64 ; debido que el número de integrantes aumenta y gastos por brigada asciende a N\$ 748 .28 , ya que se necesitan 5 personas (3 brigadistas , 1 responsable , 1 auxiliar de jefe de brigada) . El rendimiento en terrenos sin vegetación , en sitios planos es de 40 vértices , en semiplanos aumenta considerablemente a 70 , en accidentados 50 y muy accidentados ni siquiera entra . En lugares con vegetación también disminuye hasta 15 vértices . Además en la aplicación de este método se debe tomarse en cuenta el clima , hora del día (reverberancia) y la neblina . Porque si existe ésta última en el lugar no se puede trabajar , debido a la nula visibilidad entre vértices .

El GPS es el método que tiene la más alta precisión y un precio bajo N\$ 62 256.50 siendo el más recomendable de los tres métodos por su funcionalidad , manejo y costo . El cálculo día-equipos es de N\$ 34 .11 ; los integrantes de la brigada son 3 (responsable o auxiliar y dos brigadistas) , y se tiene un gasto de N\$ 458 .20 diarios por brigada . El rendimiento en terrenos sin vegetación es muy alta , porque son las condiciones ideales para trabajar con dicho equipo , pero no se descarta su utilización en cualquier lugar ; en lugares planos y semiplanos puede realizarse un levantamiento de hasta 180 vértices diarios , en terrenos accidentados baja hasta 50 y muy accidentados a 15 . En terrenos con vegetación este rendimiento disminuye y se observa que en terrenos planos se levantan 50 vértices al igual que en semiplanos ; en lugares accidentados es de 30 y muy accidentados sólo se tienen 10 .

Como se observa en las columnas del promedio el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) , presenta el mayor rendimiento en terrenos planos y semiplanos con 115 vértices diarios , en accidentados 40 y muy accidentados 12.5 , es el único de los tres métodos que se puede utilizar en terrenos adversos .

Tal vez el costo parece ser alto , pero no es así , ya que la inversión lo vale y el trabajo es de muy buena calidad , como se requiere para competir con los países desarrollados .

Desventajas .

1. No es recomendable en zonas con alta y densa vegetación .-Cómo ya se mencionó anteriormente , el principio básico del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) , se basa en tener una buena captación satelital para ello , se requiere que no existan obstrucciones sobre la antena del equipo estas pueden ser proporcionadas por una vegetación alta y densa . Esto no significa que no se pueda medir lo que sucede es que se lleva más tiempo y ello afecta el rendimiento .

2. Necesita personal capacitado para la operación del equipo .- Inicialmente , la falta de conocimiento adecuado del sistema GPS puede conducir a que no se obtengan los resultados que se requieren para un levantamiento dado . Esto se resuelve asegurando que , tanto la planeación como la ejecución de los levantamientos , se hagan conforme a lineamientos establecidos y con personal debidamente calificado para ello , lo cual indica necesidades de capacitación .

3. Requiere visibilidad sobre el horizonte .-Se requiere de una buena recepción de los satélites y evitar que cualquier condición que lo limite (árboles , arbustos , fondos de barranca, construcciones , etc.) , de modo que en un levantamiento dado pueda observarse simultáneamente no menos de 4 satélites con una buena configuración geométrica (PDOP) y procurando mantener una recepción constante durante todo el tiempo que dure la sesión de medida .

4. Afectación de fenómenos ionosféricos .- La presencia de efectos ionosféricos diferenciales (torres de alta tensión) que en el caso de los equipos de doble frecuencia no son significativos (modelo PXII) , pero que afecta a los de una sola frecuencia (modelo DIMENSIÓN) .

5. Contener formato RINEX .-Aún cuando el usuario puede hacer uso de equipos de cualquier fabricante y utilizar el software que mejor le convenga debe contar con la opción de leer archivos digitales con el formato RINEX que es el más comúnmente usado .

6. Afectación de tormentas eléctricas .-La antena GPS puede actuar como pararrayos durante una tormenta eléctrica y poner en peligro la integridad física de los operarios y consecuentemente del (los) equipo (s) utilizado (s) .

VI. RECOMENDACIONES

* Es importante efectuar calibraciones internas y externas a receptores en periodos de una semana para evitar filtraciones de basurillas en la memoria .

* Se sugiere que cuando en los receptores GPS modelo PXII ocurran anomalías tales como : no despliega pantalla , trabazón y no corra programa , debe ejecutarse una doble calibración y se inicialice durante 15 minutos . De no corregirse es necesario reportarlo para su reparación por un técnico especializado .

* Cuando el horizonte de captación se reduce debido a obstrucciones como pueden ser arboles frondosos , cortes de cerros , fondos de barranca ; en estos casos se recomienda medir más tiempo hasta que se tengan 4 satélites y una geometría satelital (PDOP) menor o igual a cinco , en un tiempo continuo que dependerá del método utilizado . Los puntos que se localizan en estos lugares es posible que pasen el proceso , cuando la constelación satelital se tenga exactamente en el cenit (arriba de la antena) . Verificar en la pantalla 10 (ver figura 20) , y calcular la hora en que los satélites estén en la posición que favorezcan .

Una última opción es cambiar el método de medición de cinemático a estático-rápido o a estático .

* Cuando se hace el recorrido de campo este debe de hacerse a detalle para que la planeación del proyecto de medición sea la adecuada y evitar retrasos en la medición .

* Considerar las condiciones meteorológicas del lugar en la planeación del proyecto de medición .

* Cuando se esta midiendo con el método cinemático al transportar la antena a través de algún obstáculo , ejemplo sobre una cerca , muro , río , etc . , se recomienda portarla verticalmente de esa manera no se perderá la señal y así realizar el levantamiento en menor tiempo esto traerá como consecuencia la optimización del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) .

* Durante la medición se recomienda el uso de radio transmisores-receptores tales como banda civil o FM , con la finalidad de establecer la comunicación entre las brigadas de medición .

* Cuando existan tormentas eléctricas no se recomienda efectuar las operaciones , debido a que la antena puede actuar como pararrayos de esta manera correr el riesgo de destrucción del equipo y personas que se encuentran cerca del mismo .

* La información obtenida en campo se recomienda descargarla y respaldarla diariamente, permitiendo así identificar rápidamente algún problema que se pudiera tener durante la medición y si fuera necesario volver a medir .

* Al descargar y antes de iniciar el proceso se recomienda identificar los siguientes datos :

- a) Nombre del sitio
- b) Altura de la antena (vertical y/o inclinada)
- c) Equipo utilizado (radio de la antena)

* Calcular en forma adecuada la distancia entre bases (línea de control geodésica) , bases-vértices (método estático-rápido o estático) , así elegir el modo de proceso .

L1 \leq 20 km.

L1c $>$ 20 km.

* Cuando una línea de control geodésico no pasa el proceso , se recomienda reprocesar o medir nuevamente los vértices .

* Para no tener problemas por falta de energía en el receptor se sugiere sujetar las conexiones de la batería con cinta aislante o marking tape ya que es muy común este tipo de accidentes debido al transporte que se proporciona al equipo durante la medición .

* La sugerencia para reducir el efecto multipac es hacer una buena planeación de misiones con la ayuda de software MP , así poder decidir que horario es el adecuado para realizar la medición . Una sugerencia más es dejar midiendo el equipo más tiempo del normal , de tal forma que al procesar la información el técnico tenga material de donde elegir realizando los cortes necesarios para la obtención de las mejores observaciones del inicio o final de la sesión .

CONCLUSIONES

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) , como técnica geodésica de grandes áreas ofrece : calidad , precisión , eficiencia , versatilidad y economía utilizando tecnología de punta .

La precisión del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) en grandes distancias (>2 km .) , no puede ser igualada por otro tipo de levantamiento (fotogramétrico y topográfico) , basados en la utilización de fotografías aéreas , tránsito o la comercialmente estación total (ET) , esto se debe a efectos de temperatura (reverberancia , neblina , etc .) y la precisión del equipo que trae de fábrica .

La eficiencia de esta técnica geodésica se basa en la reducción de los tiempos de medición (por vértice y total del área) .

La versatilidad de los levantamientos geodésicos se ve reflejada en que se puede aplicar para la gran mayoría de terrenos sobre la superficie terrestre , la dificultad de la topografía está directamente relacionada con el rendimiento obtenido en la medición . Cuando los terrenos son planos o semiplanos y poco obstruidos se alcanza su máximo rendimiento .

Al utilizar esta técnica en medición de grandes áreas reduce en forma significativa los costos de operación . Esto se debe a que requiere menos personal , aunque es necesario que se tenga cierta capacitación para el manejo de los equipos .

Al reducir el tiempo de medición , mano de obra y la no necesaria visibilidad entre vértices, ya que los equipos GPS modelo PXII y DIMENSION trabajan con una constelación satelital (NAVSTAR) y esto trae como consecuencia un bajo costo , permitiendo el uso de este tipo de levantamientos a todas las personas que se interesen en la utilización de un sistema de medición económico y que al mismo tiempo ofrezca precisión , calidad y eficiencia .

La no afectación de las condiciones climatológicas permite trabajar a cualquier hora del día bajo lluvia , niebla , etc . , esto resulta de utilidad cuando existe mucha premura en determinar las coordenadas , superficies y consecuentemente los resultados finales .

La calidad se ve reflejada en la edición de resultados finales (plano general e individual) , pues el ploteo (punta de pluma) generado por computadora no se compara con la caligrafía manual .

Cuando se ha elegido hacer mediciones con tecnología GPS no importa donde se encuentre ubicada la zona dentro de la República Mexicana , ya que la Red Geodésica Nacional Activa

(RGNA) , distribuidas estratégicamente a lo largo y ancho del territorio , cada una de sus 14 estaciones fijas tienen un radio de acción de 500 km , lo que permite tener información de al menos una estación . De esta manera se ubica correctamente el levantamiento en la cartografía nacional e internacional , también permite la reposición de marcas en caso de destrucción o desplazamiento .

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) permite el establecimiento de esquemas de integración y cooperación internacional , lo que permitirá a México involucrarse a la par con países desarrollados en el contexto científico y tecnológico en materia de levantamientos geodésicos en la utilización de tecnología GPS .

VIL. A N E X O S

VII.1 CONCEPTOS GENERALES

Con el fin de recordar los conceptos fundamentales que permitan un mejor desarrollo y mayor comprensión del tema que se presenta , se exponen las definiciones siguientes :

- * Almanaque - Es un archivo de datos mediante el cual se puede calcular las órbitas predichas y la posición de cada uno de los satélites , para la planeación de proyectos de levantamiento .
- * Altitud - Se define como la distancia lineal en metros de un punto con respecto al nivel medio del mar .
- * Ambigüedades - Es el número total de ondas o ciclos que sumados a la fase portadora fraccionaria , harían la medida total del satélite al receptor . Estos ciclos completos se llaman
 - a) Números ambiguos enteros
 - b) Ciclos ambiguos
 - c) Ambigüedades .

Las exactitudes requeridas para levantamientos geodésicos se obtienen al resolver las ambigüedades y esto se logra con el post-proceso .

- * Archivos DXF - Información resultado del proceso .
- * Atmósfera - Envoltura gaseosa de la Tierra
- * Bípode - Instrumento utilizado para mantener vertical una baliza , lo constituyen dos patas
- * Carta - Se diseña específicamente para la navegación tanto aéreo como marítima a escalas pequeñas .
- * Código C/A - Es una serie única de ceros y unos diferentes para cada satélite : Cada cero o uno se pone en la portadora de la señal cada 10 tics del reloj fundamental , en otras palabras , en cada segundo hay 1' 023 000 ceros o unos de código C/A , el mensaje de código se repite cada milésima de segundo .
- * Código P - Es otra serie de ceros y unos , cada cero o uno se pone en la señal portadora en cada uno de los tics , del reloj fundamental , es decir en cada segundo se registran 10' 230 000 ceros o unos .
- * Datum Geodésico - Descripción del sistema de coordenadas y a la serie de puntos y líneas cuyas coordenadas , longitudes y direcciones han sido establecidas mediante la medición o cálculo junto con un elipsoide elegido y su orientación .

- * **Día Juliano** - Día consecutivo a partir del 1 de Enero hasta agotar los 365 días del año .
- * **Dilución de la Precisión por Posición (PDOP)** - La precisión con la que determinan las posiciones con observaciones GPS , dependen de la configuración geométrica de los satélites al tiempo en que se realiza la medición y la precisión de las observaciones . Geométricamente el PDOP , es inversamente proporcional al volumen del cuerpo geométrico formado por todos los vectores unitarios dirigidos del receptor a cada satélite y la esfera de radio unitario centrada en el receptor .
- * **Directorio** - Espacio creado en una computadora para introducir información , se le asigna un nombre de ocho caracteres como máximo .
- * **Ecuador** - Circulo máximo del globo terrestre , perpendicular al eje de la Tierra y equidistante entre los polos ; divide la Tierra en hemisferio norte y sur . Su perímetro es de 40 076 59 km²
- * **Efemérides Precisas** - Información orbital estimada a partir de observaciones hechas por redes globales de estaciones rastreadoras como las estaciones de control y otras que funcionan en diferentes países .
- * **Efemérides Predichas** - Información orbital de posición y variación del satélite calculada en base a observaciones pasadas y extrapoladas a una época de referencia , se obtiene del programa Misión de Planeaciones (MP) .
- * **Elipsoide de Clarck de 1866** - Figura matemática para una determinación aproximada de la verdadera forma de la Tierra ; Es un elipsoide de referencia que es usado por los países de Norteamérica para uniformizar los sistemas geodésicos de los tres países (Canadá , E.U. y México) .
- * **Enter (e)**- Tecla computacional utilizada para aceptar instrucciones .
- * **Época** - Es un instante del evento .
- * **Escala** - Es la relación que existe entre las dimensiones de la representación en un mapa y la real en el terreno . Se expresa mediante una simple relación numérica .
- * **Estereoscopia** - Es una disciplina que trata de los efectos tridimensionales , mediante métodos con los cuales se pueden producir tales efectos .
- * **Estereoscopio** - El instrumento más simple para observar objetos en tres dimensiones , estos pueden ser de espejos , de lentes o combinados de ambos , además de tener diferentes aumentos .
- * **Exactitud** - Implica cercanía al valor real de la variable que se desea determinar , por eso para saber si las observaciones son exactas , hay que calibrar previamente el instrumento (equipo) utilizado . Es importante comprender que gran precisión en una serie de observaciones , no indica necesariamente gran exactitud .

- * **Fotografía aérea** - Es la fotografía tomada desde una aeronave , con el eje de la cámara aproximadamente perpendicular a la superficie de la Tierra y al plano de la película tan cerca a la horizontal como sea practicable .
- * **Fotomapa** - Documentos cartográficos con características de las fotografías y del mapa (fotografías con coordenadas e información marginal) .
- * **Frecuencia Portadora** - Es la frecuencia de la señal que transporta información desde los satélites y consiste en una senoide repetida .
- * **Geoide** - Forma real de la Tierra determinada por la geodesia , con las variantes que lo distinguen de un elipsoide de revolución . Los satélites artificiales han contribuido a un conocimiento más detallado del geoide terrestre .
- * **GEOLAB** - Software utilizado para el ajuste de la información generada por GPPS y PNAV
- * **GPPS** - Sistema de Post-procesado del Sistema de Posicionamiento Global de Ashtech
- * **GPS-CADD** - Software para la edición de gráficos de tecnología GPS
- * **Hora GMT** - Hora del Meridiano de Greenwich .
- * **Inicialización** - Tiempo requerido al inicio de la medición para resolver las ambigüedades al momento de procesar la información de campo .
- * **Interferometría** - Es el método antiguo utilizado por el Sistema GPS en el cual se utilizaba el radiotelescopio para recibir y registrar el conjunto de señales que provenían de los cuerpos celestes. Se usaban relojes atómicos .
- * **Intervalo** - Es el tiempo entre dos épocas ; los receptores continuamente reciben las señales de los satélites pero solamente graban información a intervalos fijos que se conocen como épocas .
- * **Ionósfera** - Capa de la atmósfera comprendida entre los 90 y 400-500 km. de altura ; en esta capa los gases se encuentran ionizados debido a la absorción de las radiaciones solares de alta frecuencia , como consecuencia , la temperatura es muy elevada (más de 1000° C) . Debido a sus características la ionosfera se comporta como una pantalla en la que rebotan las ondas lo que permite la radio comunicación .
- * **ITRF-92** - Es un sistema convencional de referencia terrestre , utilizado por la tecnología GPS .
- * **Latitud** - La latitud de un punto de la superficie terrestre es el arco del meridiano expresado en grados entre el Ecuador y dicho punto (oscila entre 0° a 90° Norte o Sur) .
- * **Línea de Control Geodésica** - Es la determinación de coordenadas (latitud , longitud , altitud) de dos puntos constituyentes referidas a la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) .

- * **Longitud** - Es el arco de paralelo medido en grados , entre el meridiano de Greenwich y un punto cualquiera en la superficie (oscila de 0° a 180° hacia el Este u Oeste) .
- * **Mapa** - Representación reducida , simplificada y generalmente plana de la superficie terrestre , con una determinada relación entre la extensión real y su representación , sirviéndose de una determinada proyección .
- * **Máscara de Elevación** - Ángulo formado entre la horizontal y la recta con origen en el centro de la antena , varía de 10-15° .
- * **Meridiano** - Círculo máximo de la esfera celeste que pasa por los polos del mundo y por el cenit y nadir del punto de la Tierra a la que se refiere .
- * **Mojonera** - Construcción de concreto con varilla en el centro , de menores dimensiones que el monumento ; Que se utiliza para referenciar al monumento .
- * **Monumento** - Construcción de concreto empotrado en roca y/o en suelo de manera que asegure su permanencia ; Se usa para delimitar algunas propiedades , municipios , etc .
- * **NAD27** - Datum Horizontal de Referencia Norteamericano de 1927 .
- * **NAVSTAR -GPS** - Es un sistema mundial de radio navegación satélital continuo .
- * **Notebook** - Este término se usa para identificar microcomputadoras portátiles , el tamaño es similar al de un cuaderno .
- * **Paralelo** - Cada uno de los círculos menores paralelos al Ecuador que se suponen en el globo terráqueo y que sirven para determinar la latitud de cualquier punto de la superficie terrestre .
- * **Perdida de Señal** - Es creada por una discontinuidad en la cuenta del número de ciclos en la medición de la fase de la onda portadora , esta discontinuidad es creada a su vez por una perdida temporal de la señal en el receptor . Al realizar una medición la perdida de ciclos se puede dar en un satélite , o en la totalidad de los satélites de que se esté recibiendo señal al momento de la medición .
- * **Plan de Vuelo** - Son los datos anteriores a un vuelo , en el que se consideran la altura del avión , escala , extensión del territorio a fotografiar , combustible , etc . .
- * **Planeación de Misiones (MP)** - Software mediante el cual se obtiene la posición de cada satélite en la fecha y hora que se desea .
- * **Plano** - Es un mapa detallado a escala grande generalmente construido con fines específicos , sin tener en cuenta la curvatura de la Tierra .
- * **PNAV** - Software de Navegación y Topografía Diferencial Precisa con GPS

- * **Posición Absoluta** - Es una técnica de posición para obtener levantamientos a nivel de 50-100 metros , necesitan dos receptores .
- * **Posición Relativa** - Es una técnica de posición para obtener levantamientos geodésicos a nivel de decímetros o centímetros , en donde dos o más receptores GPS reciben señales simultáneamente del mismo grupo de satélites .
- * **Posicionamiento Doppler** - Es una técnica que opera con ondas de radio , es independiente del clima y de la hora del día , de tal manera que se acumula una abundancia de información dentro de un corto intervalo de tiempo .
- * **Precisión** - La precisión de una serie de observaciones simplemente indica la consistencia en que se repiten . Si todas las observaciones se repiten con aproximadamente los mismos valores , podemos decir que las observaciones son precisas , pero esto no quiere decir que sean exactas .
- * **Proyección Cartográfica** - Dibujo sistemático de líneas , sobre una superficie plana para representar los paralelos de latitud y los meridianos de longitud de la Tierra , de una sección o en total de ella .
- * **Quasar** - Son fuentes que emiten luz y microondas (rayos X) y se alejan a una velocidad muy próxima a la de la luz . Están en los confines del universo y las ondas que se reciben son las que se formaron en el momento del origen mismo . Los quasars son menores que las galaxias y emiten una luz varias veces mayor que ellas . También son equivalentes a una supernova a nivel de galaxias .
- * **Rectificación** - Es una técnica utilizada para corregir desplazamientos en la imagen provocada por la pendiente del terreno , dando una escala definida .
- * **Red Geodésica Nacional Activa (RGNA)** - Conjunto de puntos situados sobre el terreno dentro del ámbito del territorio nacional , establecidos físicamente mediante monumentos permanentes , sobre los cuales se han hecho medidas directas y de apoyo de parámetros físicos, que permiten su interconexión y la determinación de su posición y altura , así como el campo gravimétrico asociado , en relación con un sistema de referencia dado .
- * **Restitución** - Proceso para determinar las posiciones planimétrica y altimétrica verdadera de las imágenes que aparecen en las fotografías aéreas . También se le asigna a los métodos gráficos , analíticos , ópticos , mecánicos o combinación de estos para pasar las imágenes fotográficas que se encuentran siempre en proyección perspectiva a la proyección ortogonal o cartográfica , que es el plano o carta respectivamente .
- * **Superficie Elipsoidal** - Superficie matemática de un elipsoide de revolución seleccionado para representar el verdadero tamaño y forma de la Tierra .
- * **Tira Marginal** - Es una serie de datos complementarios de carácter gráfico descriptivo del mapa, Se imprimen fuera del recuadro de este (mapa) con la finalidad de aclarar la información para una mayor comprensión .

*** UTM - Proyección Universal Transversa de Mercator - Es el paso del esferoide al plano , los paralelos son círculos concéntricos ; los meridianos son líneas curvas que parten de los polos al Ecuador , tiene mayor concavidad conforme se alejan del meridiano central ; No se conservan las áreas ; se representan dos hemisferios .**

UBICACIÓN DE OBSTÁCULOS

C.1.0.8

UBICACIÓN DE OBSTÁCULOS	DATOS DE IDENTIFICACIÓN
	NOMBRE Y CLAVE DE LA LOCALIDAD [][][][] <hr/> NÚMERO DE POLÍGONO _____ CLAVE DEL PUNTO GPS _____ LONGITUD: _____ COORDENADAS LATITUD: _____ CLAVE DE LA CARTA TOPOGRÁFICA _____ <hr/> FECHA _____ ELABORADO POR: _____ <div style="text-align: center;"> NOMBRE _____ APELLIDO PATERNO APELLIDO MATERNO </div>

REGISTRO DE OBSTÁCULOS					REGISTRO DE OBSTÁCULOS				
OBSTÁCULOS					OBSTÁCULOS				
NUM. DE OBST.	NUM. DE PUNTOS	ELEVACIÓN	AZIMUT	TIPO DE OBSTÁCULO	NUM. DE OBST.	NUM. DE PUNTOS	ELEVACIÓN	AZIMUT	TIPO DE OBSTÁCULO

**REGISTRO DE OBSERVACIONES
- PUNTOS GPS -**

C.1.1

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

1. ESTADO :	_____	NOBRE	____
2. MUNICIPIO:	_____	NOBRE	____
3. LOCALIDAD:	_____	NOBRE	____
4. POLIGONO NÚMERO	_____		____

REFERENCIA CARTOGRÁFICA

5. CLAVE DE CARTA TOPOGRÁFICA 1:50000	_____
---------------------------------------	-------

ESTACIÓN GPS

6. TIPO DE ESTACIÓN:	
6a. CONTROL GEODÉSICO	<input type="checkbox"/>
6b. PERÍMETRO	<input type="checkbox"/>
6c. POLIGONAL DE APOYO	<input type="checkbox"/>
6d. PERÍMETRO GRANDES ÁREAS	<input type="checkbox"/>
6e. OTRO TIPO	<input type="checkbox"/> ESPECIFICAR _____
7. CLAVE DEL PUNTO GPS O VÉRTICE AL INTERIOR	_____

LEVANTAMIENTO

8. FECHA DE LA SESIÓN:	_____
HORARIO DE LA SESIÓN	
8a. INICIAL	_____
8b. HORA LOCAL	_____
8c. HORA GMT	_____
10. FINAL	_____
10a. HORA LOCAL	_____
10b. HORA GMT	_____
11. CLAVE DE LA SESIÓN:	_____
12. COORDENADAS (POSICIÓN ABSOLUTA):	
12a. LATITUD	_____
12b. LONGITUD	_____
12c. ELEVACIÓN: m.	_____

EQUIPO

13a. RECEPTOR-MODELO	PXII <input type="checkbox"/>	DIMENSIÓN <input type="checkbox"/>	13b. NO. DE SERIE:	_____
14a. ANTENA-MODELO:	_____	14b. NO. DE SERIE	_____	
15. CABLE DE ANTENA	15a. NÚMERO DE EXTENSIONES: <input type="checkbox"/>	15b. LONGITUD TOTAL:	m.	_____

FUENTE DE ENERGÍA

16. E. ELÉCTRICA	<input type="checkbox"/>	17. VEHICULO	<input type="checkbox"/>	18. PLANTA DE ENERGÍA PORTÁTIL	<input type="checkbox"/>	19. BATERÍA	<input type="checkbox"/>
20. OTRA FUENTE	<input type="checkbox"/>	(ESPECIFICAR) _____					

**REGISTRO DE OBSERVACIONES
PARA MÉTODOS
ESTÁTICO-RÁPIDO , CINEMÁTICO
Y PSEUDOCINEMÁTICO**

C.1.2

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

1. ESTADO :	NOMBRE
2. MUNICIPIO:	NOMBRE
3. LOCALIDAD:	NOMBRE
4. POLIGONO NÚMERO	

REFERENCIA CARTOGRÁFICA

5. CLAVE DE CARTA TOPOGRÁFICA 1:50000

TIPO DE LEVANTAMIENTO

6. MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO
 6.1 ESTÁTICO RÁPIDO 6.3 PSEUDOCINEMÁTICO 6.2 CINEMÁTICO

EQUIPO

7. a. RECEPTOR-MODELO RXN **DIMENSIÓN** **7. b. NO. DE SERIE:**

8. a. ANTENA-MODELO: **8. b. NO. DE SERIE:**

9. CABLE DE ANTENA 9. a. NÚMERO DE EXTENSIONES: **9. b. LONGITUD TOTAL:**

FUENTE DE ENERGÍA

10. ELÉCTRICA 11. VEHÍCULO 12. PLANTA DE ENERGÍA PORTÁTIL 13. BATERÍA

14. OTRA FUENTE (ESPECIFICAR)

COORDENADAS (POSICIÓN ABSOLUTA)

15.1 LATITUD **15.2 LONGITUD**

15.3 ELEVACIÓN

16. OBSERVACIONES

.....

.....

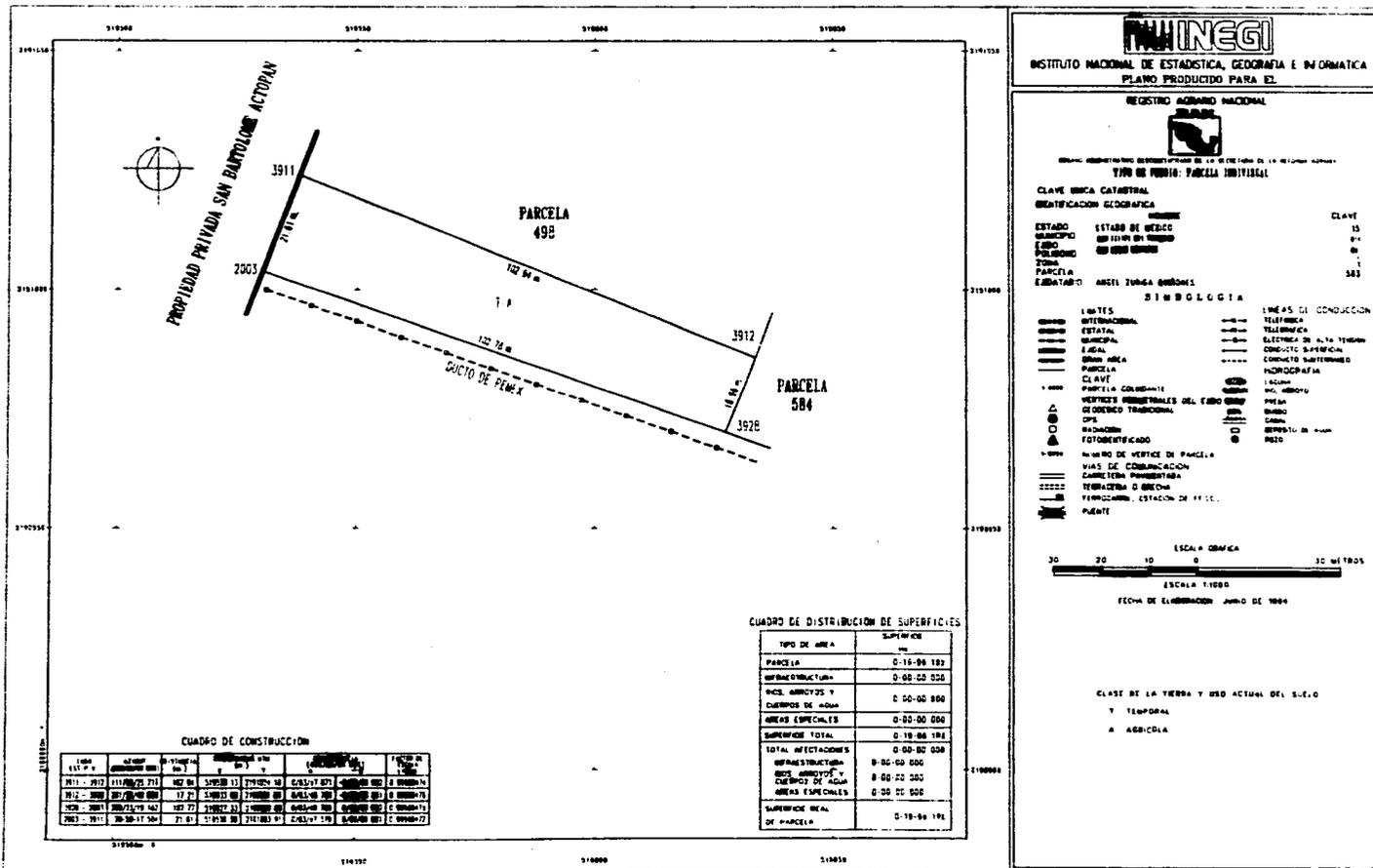
.....

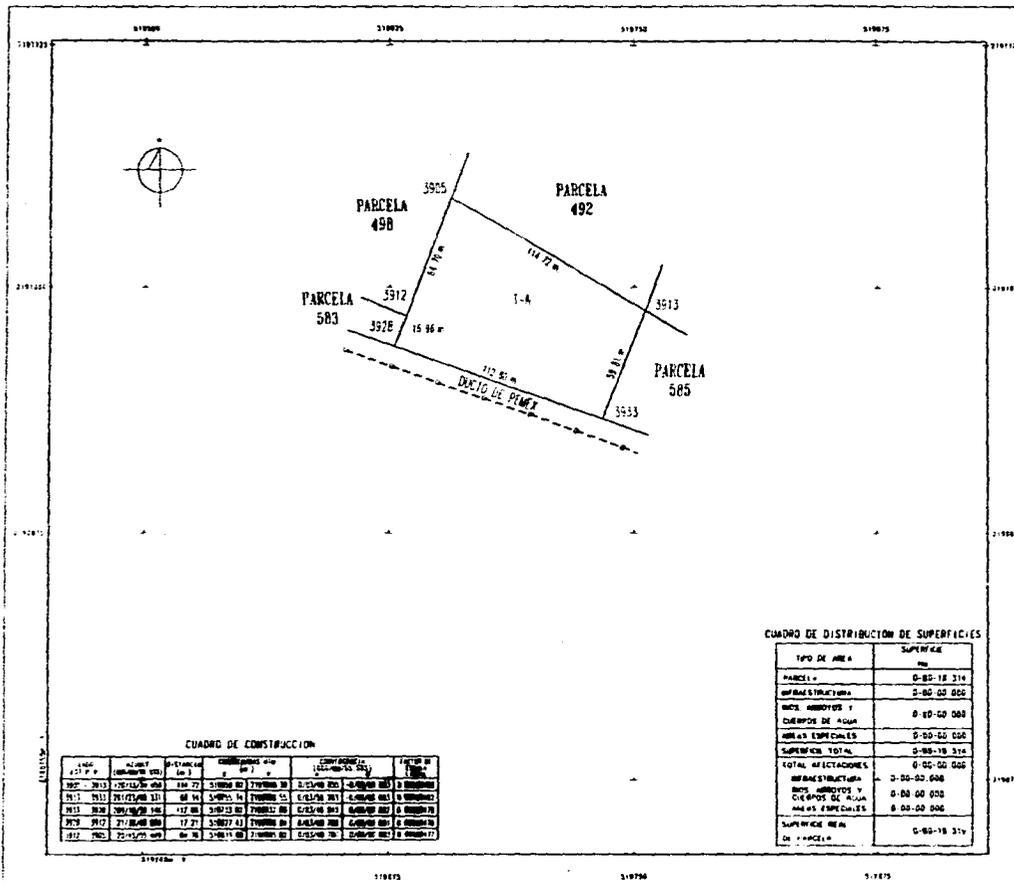
.....

VII.3 ANEXO CARTOGRÁFICO

TESIS SIN PAGINACION

COMPLETA LA INFORMACION





CUADRO DE CONSTRUCCION

Parcela	Alcance	Superficie							
498	127.74	127.74	127.74	127.74	127.74	127.74	127.74	127.74	127.74
492	114.77	114.77	114.77	114.77	114.77	114.77	114.77	114.77	114.77
583	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96
585	112.81	112.81	112.81	112.81	112.81	112.81	112.81	112.81	112.81

CUADRO DE DISTRIBUCION DE SUPERFICIES

TIPO DE AREA	SUPERFICIE
PARCELA	0-00-18 314
INFRAESTRUCTURA	0-00-00 000
OTROS ANEXOS Y CUERPOS DE AGUA	0-00-00 000
AREAS ESPECIALES	0-00-00 000
SUPERFICIE TOTAL	0-00-18 314
TOTAL AFECTACIONES	0-00-00 000
INFRAESTRUCTURA	0-00-00 000
OTROS ANEXOS Y CUERPOS DE AGUA	0-00-00 000
AREAS ESPECIALES	0-00-00 000
SUPERFICIE AREA DE PARCELA	0-00-18 314

ININEGI
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA
PLANO PRODUCIDO PARA EL

REGISTRO AGROPECUARIO NACIONAL

PLAN

PLANO AGROPECUARIO REGISTRADO EN LA SECRETARIA DE AGRICULTURA GANADERIA Y PESQUERA
TIPO DE TERRENO: PARCELA INDIVIDUAL

CLAVE UNICA CATASTRAL: **W00000** CLAVE: **W00000**

IDENTIFICACION GEOGRAFICA: **ESTADO DE MEXICO** CLAVE: **15**

ESTADO: **ESTADO DE MEXICO** CLAVE: **15**

MUNICIPIO: **SAN FELIPE DEL PUEBLO** CLAVE: **214**

SECTOR: **SAN LUCAS MULLINES** CLAVE: **034**

ZONA: **1** CLAVE: **1**

PARCELA: **1** CLAVE: **004**

EXHIBITANTE: **ERUB BASTIDA GARCIA**

SIMBOLOGIA

LINEAS	LINEAS DE CONDUCCION
INTERNACIONAL	TELEFONO
ESTATAL	TELEFONIA
MUNICIPAL	ELECTRICA Y LUNA TENUES
LOCAL	CONCRETO SUPERFICIA
GRAN AREA	CONCRETO SUBTERRANEO
PARCELA	MOHONCHALIA
CLAVE	LOCOMOCION
PARCELA CONTIGUA	NO ANEXOS
VERTICES PRINCIPALES DEL AREA	RESEA
GEODESICO TRADICIONAL	RESEA
GPS	CANAL
TRADICIONAL	RESEA DE AGUA
FOTODENTICADO	RESEA
NUMERO DE VERTICE DE PARCELA	
VIAS DE COMUNICACION	
CANALIZADA PAVIMENTADA	
TERMINADA O SIN	
FERRUCARRIL - ESTACION DE T.R.C.C.	
PUNTE	

ESCALA GRAFICA

70 50 25 0 25 50 75 METROS

ESCALA 1:2700

FECHA DE ELABORACION JUNIO DE 1984

CLASE DE LA TIERRA Y USO ACTUAL DE: **SUELO TEMPORAL A AGRICOLA**

30200 100' 00" 30400 30600 100' 00" 30800

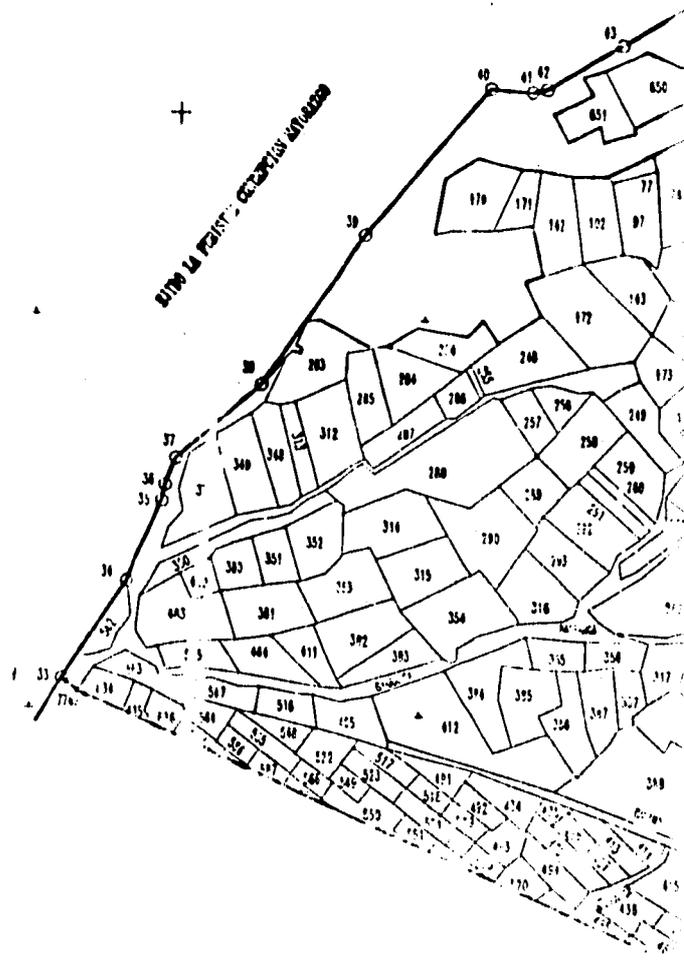
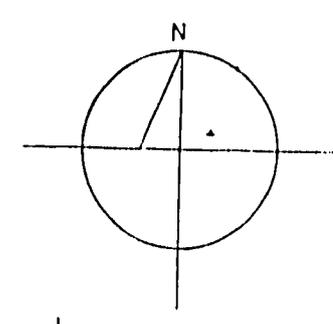
9177500

9175500

9173500

9171500

9169500

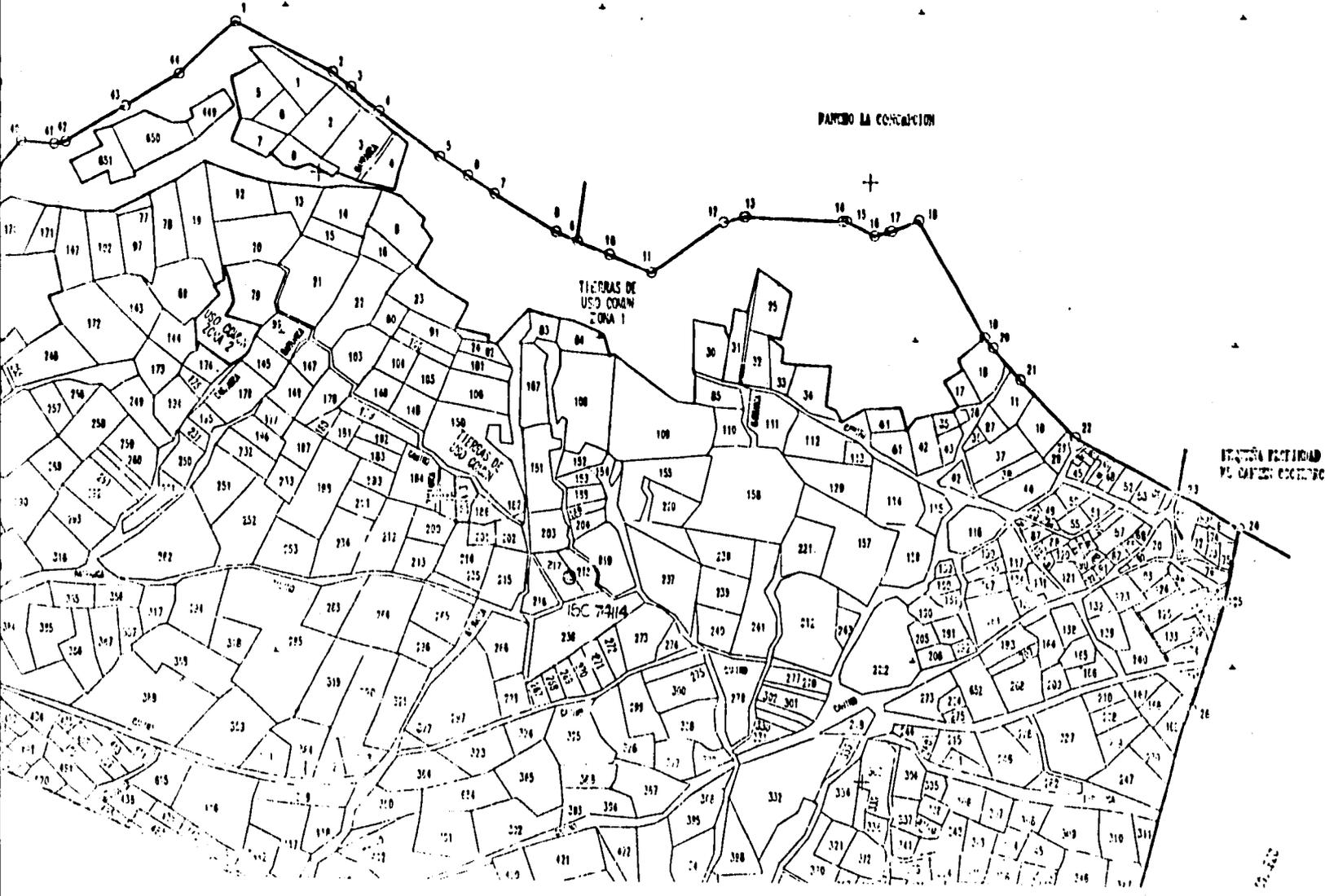


300000

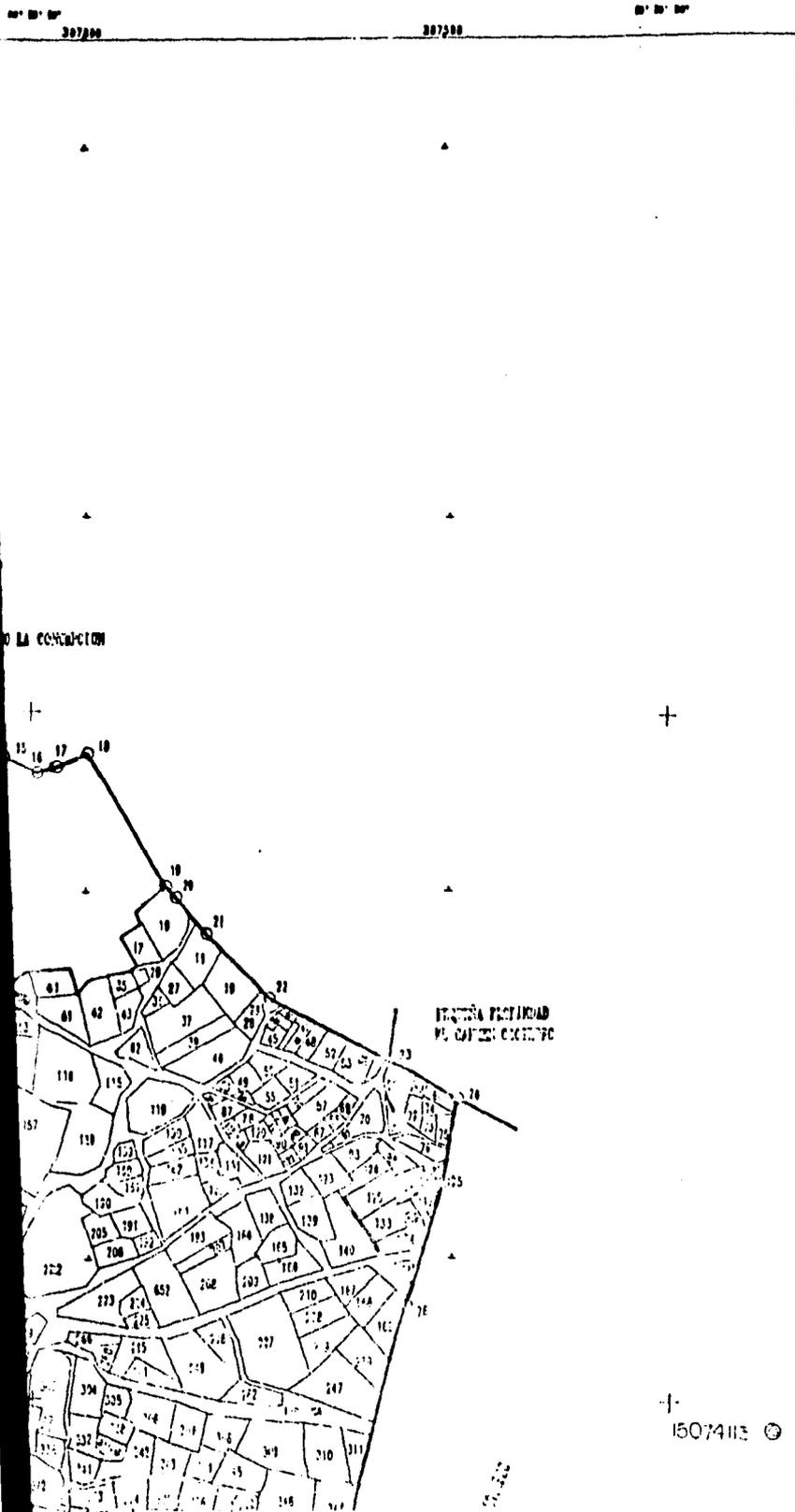
310000

320000

330000



15077



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA

PLANO PRODUCIDO PARA EL

REGISTRO AGRARIO NACIONAL



ORGANISMO ADMINISTRATIVO ESPECIAL CREADO POR LA REFORMA AGRARIA DE LA REVOLUCION MEXICANA

TIPO DE PLANO: INTERNO

IDENTIFICACION GEOGRAFICA

	NOMBRE	CLAVE
ESTADO	ESTADO DE MEXICO	15
MUNICIPIO	SAN FELIPE DEL PROGRESO	072
EJIDO	SAN LUCAS COATEPEC	054
POLIGONO		1/

CLAVE CATASTRAL: E15074113

SIMBOLOGIA

-----	FRONTERA
-----	FRONTERA INTERNACIONAL
-----	FRONTERA ESTADAL
-----	FRONTERA MUNICIPAL
-----	FRONTERA EJIDAL
-----	FRONTERA GRANDES AREAS INTERIORES DEL EJIDO
-----	FRONTERA MANZANA
-----	FRONTERA PARCELA

1-9999	CLAVES PARCELA
1-99	CLAVES MANZANA
1-99	CLAVES ZONA DE GRANDES AREAS

△	VERTICES PERIMETROS DEL EJIDO
○	VERTICES GEODESICOS TRADICIONALES
○	VERTICES GPS
○	ESTACION
△	FOTODENTIFICADO

1-N	NUMERO DE VERTICE
1-9999	VERTICES PERIMETROS DE GRANDES AREAS INTERIORES DEL EJIDO

1-9999	NUMERO DE MANZANA
--------	-------------------

-----	VIAS DE COMUNICACION
-----	CARRERA FEDERAL
-----	CARRERA ESTADAL
-----	CARRERA MUNICIPAL

-----	FRONTERA
-----	FRONTERA INTERNACIONAL
-----	FRONTERA ESTADAL
-----	FRONTERA MUNICIPAL

-----	FRONTERA
-----	FRONTERA INTERNACIONAL
-----	FRONTERA ESTADAL
-----	FRONTERA MUNICIPAL

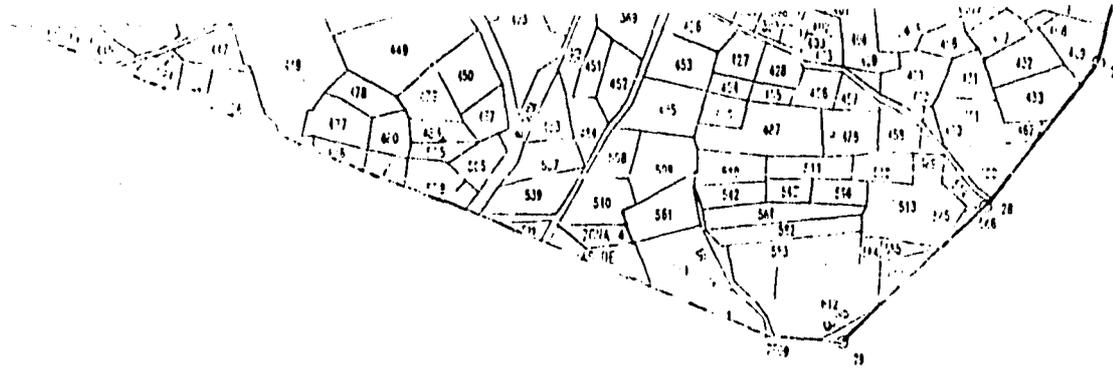
-----	FRONTERA
-----	FRONTERA INTERNACIONAL
-----	FRONTERA ESTADAL
-----	FRONTERA MUNICIPAL

-----	FRONTERA
-----	FRONTERA INTERNACIONAL
-----	FRONTERA ESTADAL
-----	FRONTERA MUNICIPAL

-----	FRONTERA
-----	FRONTERA INTERNACIONAL
-----	FRONTERA ESTADAL
-----	FRONTERA MUNICIPAL

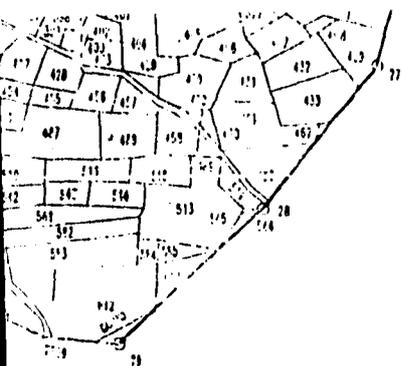
CUADRO DE CONSTRUCCIÓN

LADO EST - PV	AZIMUT (GG/MM/SS.RSS)	DISTANCIA (m)	COORDENADAS UTM X (m)	COORDENADAS UTM Y (m)	CONVERGENCIA(A) (GG/MM/SS.RSS)	CONVERGENCIA(H) (GG/MM/SS.RSS)	FACTOR DE ESCALA LINEAL
1 - 2	116.06/13.319	693.36	395920.51	2176973.33	-0.20.04.133	0.00.00.020	0.99974400
2 - 3	125.06/49.257	150.32	396076.62	2176896.84	-0.20.02.481	0.00.00.006	0.99974300
3 - 4	132.52/09.323	221.00	396106.98	2175874.69	-0.20.02.117	0.00.00.010	0.99974300
4 - 5	123.00/11.430	476.36	396147.70	2175837.31	-0.20.01.623	0.00.00.018	0.99974300
5 - 6	122.40/15.548	208.84	396243.28	2176768.98	-0.20.59.454	0.00.00.007	0.99974300
6 - 7	122.64/40.065	204.64	396289.23	2176740.79	-0.19.59.978	0.00.00.007	0.99974300
7 - 8	119.41/17.333	476.40	396332.58	2176713.62	-0.19.59.411	0.00.00.015	0.99974300
8 - 9	111.09/04.581	131.88	396411.70	2176637.11	-0.19.58.211	0.00.00.004	0.99974100
9 - 10	111.50/00.787	204.93	396447.11	2176641.41	-0.19.57.813	0.00.00.005	0.99974200
10 - 11	111.10/24.217	295.48	396514.77	2176624.63	-0.19.57.250	0.00.00.007	0.99974200
11 - 12	055.47/54.107	530.20	396581.65	2176517.94	-0.19.58.478	0.00.00.002	0.99974200
12 - 13	076.29/34.314	137.24	396709.16	2176476.37	-0.19.55.732	0.00.00.002	0.99974200
13 - 14	091.67/07.687	615.66	396733.60	2176382.38	-0.19.54.751	0.00.00.001	0.99974200
14 - 15	099.40/06.314	24.00	396886.82	2176677.61	-0.19.52.978	0.00.00.000	0.99974100
15 - 16	114.43/35.841	196.76	396892.82	2176377.54	-0.19.52.969	0.00.00.005	0.99974100
16 - 17	073.03/42.108	101.56	396937.77	2176356.64	-0.19.52.377	-0.00.00.002	0.99974100
17 - 18	069.01/28.502	185.68	396962.83	2176681.23	-0.19.52.100	-0.00.00.004	0.99974100
18 - 19	143.14/02.019	413.72	397035.33	2176695.83	-0.19.51.569	0.00.00.045	0.99974100
19 - 20	136.49/40.776	813.72	397112.44	2176407.89	-0.19.50.265	0.00.00.064	0.99974100
20 - 21	139.07/41.170	83.00	397126.10	2176422.27	-0.19.50.101	0.00.00.013	0.99974100
21 - 22	139.04/33.349	260.88	397148.78	2176442.93	-0.19.49.578	0.00.00.023	0.99974100
22 - 23	118.07/52.387	498.68	397236.69	2176354.33	-0.19.48.509	0.00.00.023	0.99974000
23 - 24	119.33/06.421	414.72	397419.61	2176287.81	-0.19.46.574	0.00.00.013	0.99974000
24 - 25	189.40/25.090	461.80	397509.28	2176216.97	-0.19.45.597	0.00.00.030	0.99974000
25 - 26	197.57/41.724	700.80	397489.88	2176103.16	-0.19.45.684	0.00.00.044	0.99974000
26 - 27	184.43/03.427	1428.92	197475.83	2175936.41	-0.19.46.190	0.00.00.090	0.99974000
27 - 28	218.32/25.619	933.92	197345.89	2175640.50	-0.19.47.620	0.00.00.045	0.99974000
28 - 29	328.41/27.518	1021.08	197199.33	2175463.69	-0.19.48.693	0.00.00.044	0.99974000
29 - 7809	275.54/14.451	210.20	197007.60	2175239.88	-0.19.50.730	-0.00.00.280	0.99974200
7809 - 7769	292.29/07.509	8034.80	396813.58	2175249.50	-0.19.57.158	0.00.00.074	0.99974400
7769 - 33	305.27/26.557	103.56	396841.79	2176923.12	-0.20.13.194	-0.00.00.004	0.99974600
33 - 34	012.23/17.028	581.72	395840.70	2176038.14	-0.20.13.947	-0.00.00.033	0.99974500
34 - 35	014.04/19.500	445.32	395120.79	2176163.11	-0.20.13.650	-0.00.00.027	0.99974500
35 - 36	019.44/52.270	82.34	395166.23	2176284.73	-0.20.12.672	-0.00.00.005	0.99974500
36 - 37	020.20/04.040	147.68	395170.06	2176284.98	-0.20.12.600	-0.00.00.009	0.99974600
37 - 38	044.37/33.084	381.88	395182.89	2176319.60	-0.20.12.472	-0.00.00.020	0.99974600
38 - 39	053.07/09.776	914.00	395292.36	2176415.74	-0.20.11.268	-0.00.00.030	0.99974500
39 - 40	040.37/37.512	939.80	395423.51	2176607.54	-0.20.09.840	-0.00.00.049	0.99974500
40 - 41	044.07/53.221	213.76	395579.77	2176784.75	-0.20.05.498	0.00.00.001	0.99974500
41 - 42	077.53/18.873	74.44	395833.07	2176784.90	-0.20.07.543	-0.00.00.001	0.99974500
42 - 43	080.01/30.193	444.80	325851.27	2176784.80	-0.20.07.335	-0.00.00.075	0.99974400
43 - 44	059.20/27.524	393.40	395747.60	2176840.36	-0.20.09.254	-0.00.00.013	0.99974400
44 - 1	040.50/14.877	484.28	395812.20	2176990.51	-0.20.05.394	-0.00.00.022	0.99974400



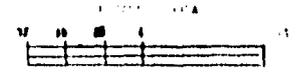
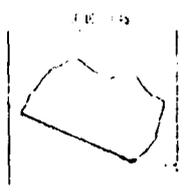
CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES

TIPO DE ÁREA	SUPERFICIE (Ha)
PARCELADA	3258.69.87.110
TIERRAS DE USO COMÚN	410.09.22.178
TIERRAS DE EXPLOTACIÓN COLECTIVA	0.00.00.000
ASENTAMIENTOS HUMANOS	0.00.00.000
INFRAESTRUCTURA	156.83.16.273
RIOS, ARROYOS Y CUERPOS DE AGUA	155.23.32.842
ÁREAS ESPECIALES	0.00.00.000
SUPERFICIE TOTAL	4000.85.78.400
TOTAL DE AFECTACIONES	0.00.00.000
INFRAESTRUCTURA	0.00.00.000
RIOS, ARROYOS Y CUERPOS DE AGUA	0.00.00.000
ÁREAS ESPECIALES	0.00.00.000
SUPERFICIE REAL EJIDAL	4000.85.78.400



10.000.000

10.000.000
10.000.000
10.000.000
10.000.000
10.000.000



CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES

TIPO DE ÁREA	SUPERFICIE (Ha)
PARCELADA	3258 - 69 - 87.110
TERRAS DE USO COMUN	410 - 09 - 22.178
TERRAS DE EXPLOTACION COLECTIVA	0 - 00 - 00.000
ASENTAMIENTOS HUMANOS	0 - 00 - 00.000
INFRAESTRUCTURA	156 - 83 - 36.273
RIOS, ARROYOS Y CUERPOS DE AGUA	155 - 23 - 32.842
ÁREAS ESPECIALES	0 - 00 - 00.000
SUPERFICIE TOTAL	4000 - 85 - 78.400
TOTAL DE AFECTACIONES	0 - 00 - 00.000
INFRAESTRUCTURA	0 - 00 - 00.000
RIOS, ARROYOS Y CUERPOS DE AGUA	0 - 00 - 00.000
ÁREAS ESPECIALES	0 - 00 - 00.000
SUPERFICIE REAL EJIDAL	4000 - 85 - 78.400

BIBLIOGRAFIA

- Anderson , A., Cazanave , A ., 1986 . **Space Geodesy and Geodynamics** , Ed Allen Joel Anderson - Ancy Cazanave , London ,490 pp.
- Ashtech , Company , 1993 , **Survey Mode Supplement Precise Differential GPS Navigation and Surveying (PNAV) Software User's Manual** , California , USA .
- Caire , Lomeli J. 1977. **Fotogrametría Terrestre -1** , Ed. Rodriguez , México , 164 pp.
- Davis , R ., 1979, **Tratado de Topografía** , Ed. Aguilar S.A. , Madrid España .
- Druss , M., 1992 , “ **Recovering History With GPS** ” **GPS World** , News and Applications of the **Global Positioning System** . Vol. 3 . No. 2 , February 1992 , Washington D.C.
- Exon , J ., 1993 “ **The Future of the V.S. Global Position System** ” **GPS World** , News and Application of the **Global Positioning System** , Vol. 4 . No. 7 , July , Washington D.C.
- **Geometric Geodetic Accuracy Standards and Specifications for Using GPS Relative Positioning Techniques . Version 5.0** , National Geodetic Information Center , National Oceanic and Atmospheric , Administration , Rock Ville , MD .
- Hofmann - Weenhof , L. and Collins , 1993 , **GPS Theory and Practice** , Segunda Edición , Spinger , Verlag Wien , New York .
- Horn , J ., 1989 , **GPS a Guide To the Next Utility Trimble Navigations** .
- Hough , H. 1992 , “**Satellite , GPS and Remote Sensing** ” **GPS World** , News and Applications of the **Global Positioning System** . Vol . 3. No. 2 , February , Washington D.C.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática , 1993 , **Apéndice del Manual de la Brigada de Geodesia** , Ed. INEGI , México , 213 pp.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática , 1993 . “ **Aproximaciones al Método Indirecto** ” **Vértices** No. 3 , México, pp. 40-48.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática , 1993 , “ **¿ Es necesario Ampliar el Sistema Geodésico de Referencia en México ?** ” **Vértices** No. 3 , México , pp. 21-30 .

- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática , 1993 , **Instructivo para la Capacitación Complementaria a la Estructura de Fotoidentificación (Versión Preliminar)** , Ed. INEGI . México , 6 pp .
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática , 1994 . **La Nueva Red Geodésica Nacional . Una Visión Hacia el Futuro** , Ed .INEGI , México , 30 pp.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática , 1993 , **Manual de la Brigada de Geodesia** , Ed. INEGI , México , 114 pp.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática , 1994 , **Manual de la Brigada de Geodesia** , Ed. INEGI , México , 205 pp.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática , 1993 , **Manual de Conceptos Básicos de Cartografía Fotogrametría y Fotoidentificación** , Ed. INEGI , México , 7 pp.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática , 1993 , **Manual de Geodesia , Topografía y Cartografía** , De. INEGI , México , 59 pp.
- Kurt , L. , 1988 , **Geophysical Geodesy , the Slow Deformations of the Earth** , Ed. University Printing House , Oxford , 718 pp .
- Langley , R. B. 1992 , “ **Basic Geodesic for GPS** ” **GPS World** , **New and Aplications of the Global Positioning System** , Vol . 3 No. 3 , February , Washinton D. C .
- Langley , R. B. 1991 , “ **Time , Clocks , and GPS** ” **GPS World** , **News and Aplications of the Global Positioning System** , Vol . 2. No. 10 , November - December . Washington D.C.
- Milbert , D.G. 1991, “ **GPS and Geoid 90 - the New Level Rod** ” **GPS World** , **News Aplications of the Global Positioning System** , Vol. 2 , No. 10 November-December . Washington D.C.
- Montes de Oca , M. 1988 , **Topografía General 4a. Edición , Representaciones y Servicios de Ingeniería** , S.A. México , UNAM , Fac.Ingeniería , 344 pp.
- Montgomery , H. , 1992 , **After GPS , Wath ?** **GPS World** , **News and Aplications of the Global Position System** , Vol . 3 . No. 1 , January , Washington D. C.
- Moranchel , P. J. , 1994 , **La Red Geodésica Nacional Activa** , Ed. INEGI , Toluca , México , 47 pp .
- Robb , L . A . , 1994 , **Diccionario para Ingenieros , Cuadragésima Primera Reimpresión** , Ed. Compañía Editorial Continental , S.A.de C.V. , México , 664 pp.
- Sagredo . J. , 1979 , **Diccionario de Geografía . Editora Distribuidora** , México , 189 pp.

-- Schmidt , M. O . , 1983 , **Fundamentos de Topografía** , Compañía Editorial Continental , México .

-- Schupler , B . R . , Clark , T . A . , 1991 , " **How Different Antennas Affect the GPS Observable**" , **GPS World , News and Applications of the Global Positioning System** , Vol . 2 .No . 10 , November - December , Washington D.C.

-- Soler , T . , Love , J. L . , Hall , L. W . , and Fourte , R . H . , 1992 , " **GPS Results From Statewide High Precision Networks in the United States** " **Proceedings Sixth International Geodetic Symposium on Satellite Positioning** , Defence Mapping Agency , Washington D.C.

-- Spofford , P . K . , Kass , W . G . and Dulaney III , R . L . , 1992 , " **National Geodetic Survey Precise GPS Orbit Computations Status, Availability , Accuracy** " **Proceeding Sixth International Geodetic Symposium on Satellite Positioning** , Defence Mapping Agency , Washington D. C.



FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA