



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

EL USO Y MANEJO DEL GPS Y EL
PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION EN UN
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

VICTOR HUGO OROZCO QUINTANA

ASESOR DE TESIS:

ING. JOSÉ RAFAEL PURECO HERNÁNDEZ

MORELIA, MICHOACÁN. OCTUBRE DE 2009



AGRADECIMIENTOS

A mi Papa ya que con su esfuerzo y sacrificios logro darme la oportunidad de terminar mis estudios

A mi Mama que con su comprensión y apoyo incondicional pude enfrentar el camino de la vida

A mis hermanos por su amistad y ánimo brindados

A mi esposa que sin duda fue un gran apoyo e impulso para la culminación de este proyecto

A mi Diego Emiliano que con su mirada y sonrisa me dan la fuerza que necesito para lograr mis objetivos

A mis maestros que me instruyeron en mi formación profesional y al Ing. Rafael Pureco Hernández que se tomo tiempo para revisión de este trabajo y lograr este objetivo

A todos mil **GRACIAS.**

INDICE

INTRODUCCION

CAPITULO I HISTORIA DEL GPS

I.1 El GPS y La Red Geodesica Nacional Activa	1
I.2 Sistemas de Satélites	3
I.3 Descripcion del Sistema GPS	7
I.4 Los Datos del GPS	12
I.5 Servicios de Posicionamiento Disponibles de GPS	14
I.6 Aspectos Generales (La tierra como Geoide)	16
I.7 Datum de Referencia	19

CAPITULO II EQUIPO DE MEDICION GPS

II.1 Descripcion del Equipo Trimble 4600	21
II.1.1 Componentes del Equipo	22
II.1.2 Caracteristicas Generales	24
II.1.3 Operación e Interpretacion del Panel de Control	24
II.2 Colector de Dtos TSCI	26
II.2.1 Teclado	26
II.2.2 Menus del Colector de Datos TSCI	33
II.2.3 Linea de Estado del Colector de Datos TSCI	41
II.3 Creacion de un Trabajo	42

CAPITULO III METODOS DE LEVANTAMIENTO

III.1 Ejecucion de un Levantamiento Cinematico y Estatico	46
III.2 Revision de la sesion de Posicionamiento	56
III.3 Equipo de Medicion Trimble 4700	61
III.3.1 Caracteristicas generales del Trimble 4700	62

III.3.2	Funcionamiento del Panel de Control	62
III.4	Descarga de datos a la PC	63
 CAPITULO IV		
PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION		
IV.1	Requerimiento de Equipo	64
IV.2	Descarga de datos a la PC	65
IV.2.1	Descarga de datos desde el Colector de TSCI	67
IV.3	Creacion del Proyecto	68
IV.4	Importacion de Archivos	72
IV.5	Introduccion de las Coordenadas conocidas	76
IV.6	Procesamiento	77
 CAPITULO V		
AJUSTE DE LA INFORMACION		
V.1	Generacion del Archivo de Puntos	85
V.1.1	Correccion de altura de Antenas	88
V.1.2	Reprocesamiento	89
V.2	Generacion del Archivo DXF	95
V.3	Importacion de Archivos CGP	97
V.3.1	Definicion del cuerpo del formato	98
V.3.2	Tratamiento de puntos duplicados	100
V.3.3	Procedimiento de Importacion de Archivo CGP	101
V.3.4	Insercion de Linea	102
V.4	Generacion del DXF	103
V.5	Procedimiento para calcular areas, distancias y acimutes	105
CONCLUSIONES		107

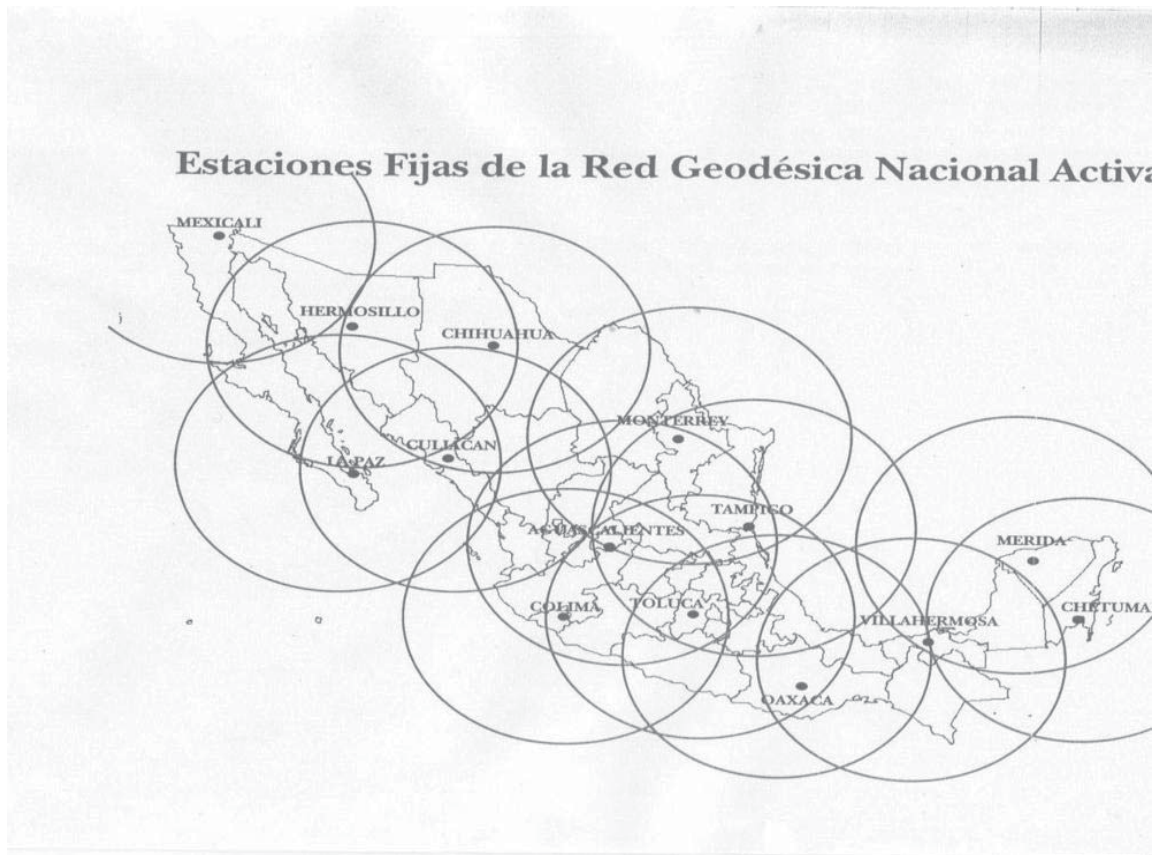
CAPITULO I. HISTORIA DEL GPS.

I.1. El GPS y la Red Geodésica Nacional Activa.

El equipo de medición GPS (Sistema de Posicionamiento Global) funciona a través de señales satelitales de la constelación NAVSTAR. El levantamiento con este equipo estará ligado a la Red Geodésica Nacional Activa para dar ubicación geográfica precisa a cada uno de los vértices medidos.

La Red Geodésica Nacional Activa, no es mas que una serie de puntos con coordenadas conocidas (latitud, longitud y altura elipsoidal), distribuidos a lo largo y ancho del territorio nacional, son catorce estaciones y se encuentran ubicadas en:

Hermosillo, Son.	Mexicali, B.C.	La paz, B.C.S.	Culiacán, Sin.
Colima, Col.	Chihuahua, Chih.	Monterrey, N.L.	Oaxaca, Oaxaca.
Tampico, Tamps.	Aguascalientes, Ags.	Toluca, Méx.	
Villahermosa, Tab.	Mérida, Yuc.	Chetumal, Q. Roo.	



En la figura anterior se puede observar la cobertura de las estaciones por estados.

En relación con las características de la Red Geodésica Nacional Activa, el criterio seguido para el establecimiento de las estaciones, fue asegurar el cubrimiento 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 procesamiento de las efemérides transmitidas por los satélites con métodos convencionales y software comercial.

I.2. Sistemas de Satélites

SISTEMA TRANSIT

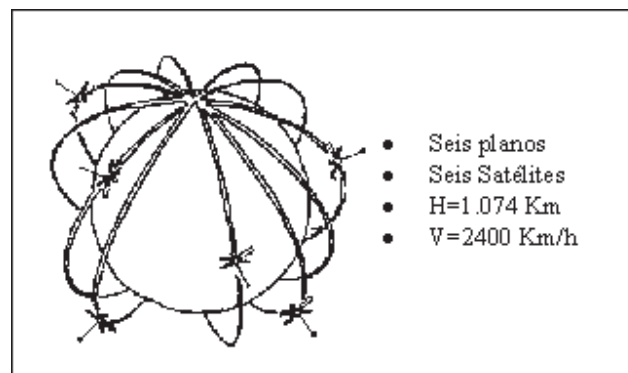
El primer sistema de navegación basado en satélites fue el SISTEMA TRANSIT. Que entro en servicio en el año de 1965.

Al principio de los 60's los departamentos de defensa, transporte y la agencia espacial norteamericanas (DoD, DoT y NASA respectivamente) tomaron interés en desarrollar un sistema para determinar la posición basado en satélites.

El sistema debía cumplir los requisitos de globalidad, abarcando toda la superficie del globo; continuidad, funcionamiento continuo sin afectarle las condiciones atmosféricas; altamente dinámico, para posibilitar su uso en aviación y precisión.

Esto llevó a producir diferentes experimentos como el Timation y el sistema 621B en desiertos simulando diferentes comportamientos.

El sistema TRANSIT estaba constituido por una constelación de seis satélites en órbita polar baja, a una altura de 1074 Km. Tal configuración conseguía una cobertura mundial pero no constante. La posibilidad de posicionarse era intermitente, pudiéndose acceder a los satélites cada 1.5 h. El cálculo de la posición requería estar siguiendo al satélite durante quince minutos continuamente.



CONSTELACIÓN TRANSIT

TRANSIT trabajaba con dos señales en dos frecuencias, para evitar los errores debidos a la perturbación ionosférica. El cálculo de la posición se basaba en la medida continua de la desviación de frecuencia Doppler de la señal recibida y su posterior comparación con tablas y gráficos.

El error de TRANSIT estaba en torno a los 250 m. Su gran aplicación fue la navegación de submarinos y de barcos.

NAVSTAR. Sistema de posicionamiento global (GPS)

TRANSIT tenía muchos problemas. La entonces URSS tenía un sistema igual que el TRANSIT, de nombre TSICADA. Había que dar un gran salto. La guerra fría fomentaba invertir unos cuantos billones de pesetas en un revolucionario sistema de navegación, que dejara a la URSS definitivamente atrás.

Se concibió un sistema formado por 24 satélites en órbita media, que diera cobertura global y continua. ROCKWELL (California) se llevó uno de los contratos más importantes de su época, con el encargo de 28 satélites por 170.000.000.000 (ciento setenta mil millones) de pesetas.

El primer satélite se lanzó en 1978, y se planificó tener la constelación completa ocho años después. Unido a varios retrasos, el desastre de la lanzadera Challenger paró el proyecto durante tres años. Por fin, en diciembre de 1983 se declaró la fase operativa inicial del sistema GPS. El objetivo del sistema GPS era ofrecer a las fuerzas de los EE.UU. la posibilidad de posicionarse (disponer de la posición geográfica) de forma autónoma o individual, de vehículos o de armamento, con un costo relativamente bajo, con disponibilidad global y sin restricciones temporales. La iniciativa, financiación y explotación corrieron a cargo del Departamento de Defensa de los EE.UU. (DoD), el GPS se concibió como un sistema militar estratégico.

En 1984 un vuelo civil de Korean Airlines fue derribado por la Unión Soviética al invadir por error su espacio aéreo. Ello llevó a la administración Reagan a ofrecer a los usuarios civiles cierto nivel de uso de GPS, llegando finalmente a ceder el uso global y sin restricciones temporales, de esta forma se conseguía un retorno a la economía de los

EE.UU. inimaginables unos años atrás. Además suponía un gran liderazgo tecnológico originando un vertiginoso mercado de aplicaciones.

Desde 1984, con muy pocos satélites en órbita, aparecieron tímidamente fabricantes de receptores GPS destinados al mundo civil (Texas Instruments y Trimble Navigation).

El GPS hoy

Hoy en día el GPS supone un éxito para la administración y economía americana no interesando a nadie que se reduzca la inversión en el sistema, sino todo lo contrario. La política de la administración de EE.UU. es mantener costo 0 para el usuario el sistema GPS, potenciar sus aplicaciones civiles a la vez que se mantiene el carácter militar.

Las aplicaciones disponibles se orientan a principalmente a sistemas de navegación y aplicaciones cartográficas: topografía, cartografía, geodesia, sistema de información geográfica (GIS), mercado de recreo (deportes de montaña, náutica, expediciones de todo tipo, etc.), patrones de tiempo y sistemas de sincronización, aplicaciones diferenciales que requieran mayor precisión además de las aplicaciones militares y espaciales.

En cuanto al reparto del mercado los más importantes son la navegación marítima, la aérea y la terrestre.

Con una flota de 46 millones embarcaciones en todo el mundo, de los que el 98% son de recreo, la navegación marítima supone un mercado nada despreciable. Recreo, pesqueros, mercantes, petroleros, dragados y plataformas petrolíferas son perfectos candidatos al uso del GPS. El volumen de venta de equipos GPS está en torno a los 300 millones de dólares anuales.

En cuanto a la navegación aérea con unos 300.000 aviones en todo el mundo. El equipamiento de GPS para navegación intercontinental o entre aeropuertos tiene una penetración anual del 5% (aproximadamente unas 15.000 unidades). Sin embargo en aproximación el GPS no tiene la suficiente integridad y precisión aunque la FAA esta financiando el proyecto WAAS (Wide Area Augmentation System) que refuerza el sistema GPS y será útil para aproximaciones de clase I (en EE.UU).

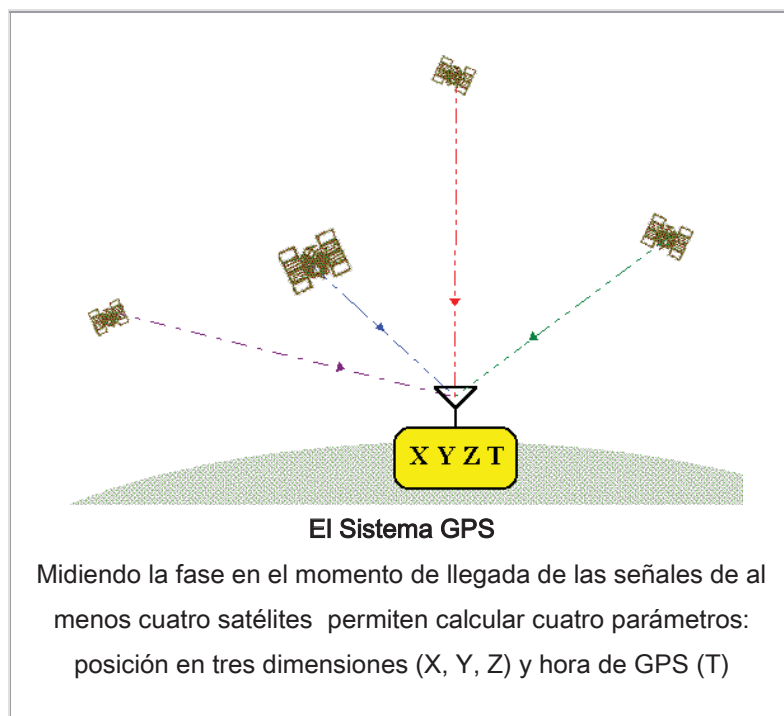
Pero el auténtico mercado del GPS en el mundo es la navegación terrestre. Con 435 millones de turismos y 135 millones de camiones es el más amplio mercado potencial

de las aplicaciones comerciales del GPS. De hecho el crecimiento de equipamiento de GPS mundial es en torno a los 2.000 millones de dólares anuales, lo que lleva a una penetración del 4% en el año 2001. Entre las aplicaciones con más desarrollo contamos con sistemas de navegación independiente, sistemas de seguimiento automático, control de flotas, administración de servicios, etc. Solo en los EE.UU existen 25.000 autobuses equipados con GPS y en Japón hay ya un millón y medio de vehículos privados que cuenta con sistema GPS en su equipamiento.

En España el mercado del GPS está en plena expansión habiendo alcanzado en 1998 las 200 unidades para aplicaciones topográficas y geodésicas, unas 300 para aeronáutica, mas de 3.500 para la náutica y alrededor de 4.000 unidades OEM para aplicaciones terrestres.

I.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA GPS

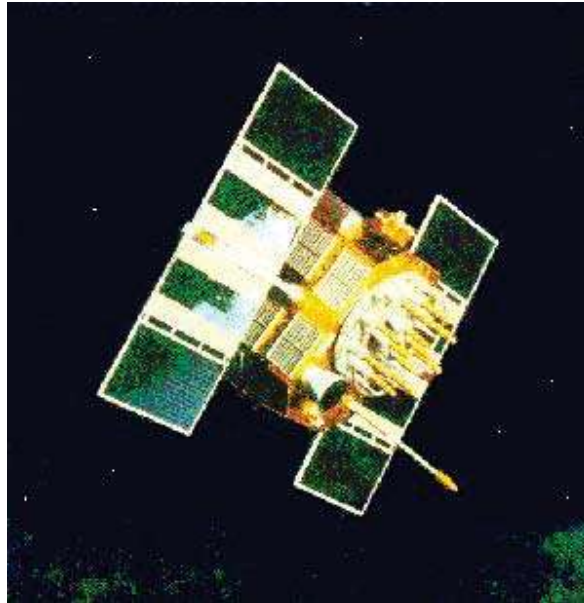
El GPS funciona mediante unas señales de satélite codificadas que pueden ser procesadas en un receptor de GPS permitiéndole calcular su posición, velocidad y tiempo. Así como en la topografía nos permite calcular distancias entre dos o más puntos, determinar áreas y perímetros.



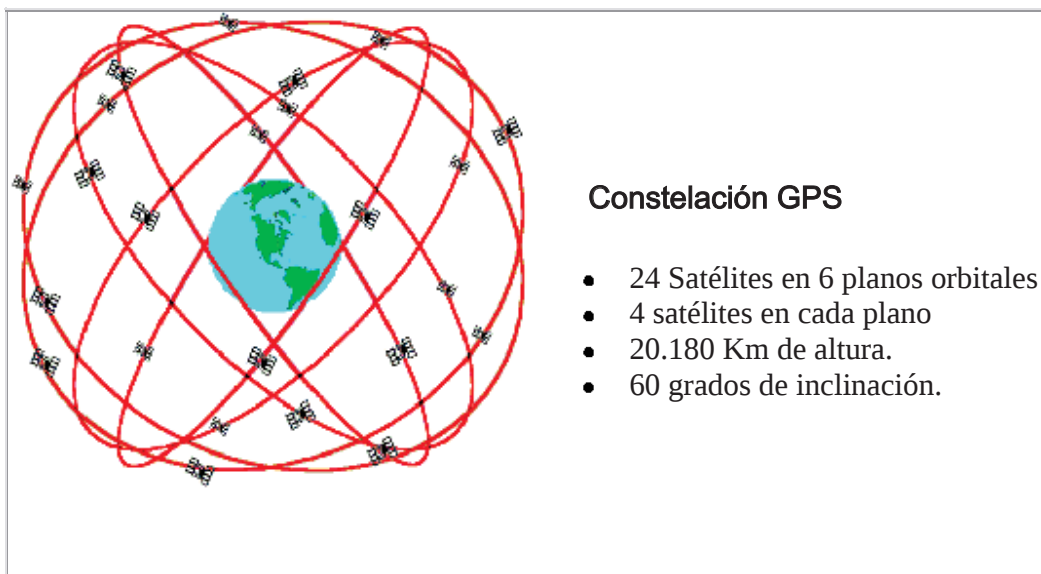
Se utilizan cuatro señales para el cálculo de posiciones en tres dimensiones y del ajuste del reloj del receptor en el bloque receptor.

SEGMENTO ESPACIAL

El segmento del espacio del sistema está formado por los satélites GPS que mandan señales de radio desde el espacio.



Nominalmente la constelación operacional de GPS consiste en 24 satélites que orbitan alrededor de la tierra en 12 horas.



Normalmente hay más número de satélites ya que se ponen en órbita unidades nuevas para reponer satélites antiguos que tienen una vida media aproximada de siete años y medio. Hasta la actualidad han habido tres generaciones de satélites, los Block I (actualmente inoperativos), Block II (9 satélites entre 1989 y 1990 y 19 adicionales hasta el 1997) y Block IIR (un satélite en 1998). En enero de 1999 orbitaban 27 satélites GPS en total.

Los satélites están situados a 20.180 Km de altura desplazándose a una velocidad de 14.500 Km./h. Las órbitas son casi circulares y se repite el mismo recorrido sobre la superficie terrestre (mientras la tierra rota a su vez sobre si misma) de esta forma en prácticamente un día (24 horas menos 4 minutos) un satélite vuelve a pasar sobre el mismo punto de la tierra. Los satélites quedan situados sobre 6 planos orbitales (con un mínimo de 4 satélites cada uno), espaciados equidistantes a 60 grados e inclinados unos 15 grados respecto al plano ecuatorial. Esta disposición permite que desde cualquier punto de la superficie terrestre sean visibles entre cinco y ocho satélites.

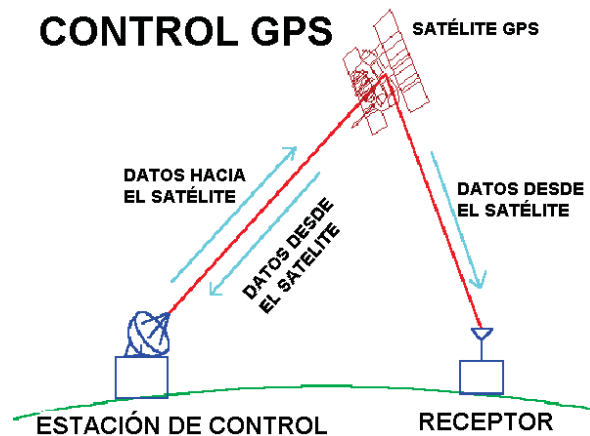
SEGMENTO DE CONTROL

El segmento de control consiste en un sistema de estaciones de seguimiento localizadas alrededor del mundo.



Red de control del sistema GPS

La estación maestra de control (MCS) está situada en Falcon AFB en Colorado Spring. Las estaciones de control miden las señales procedentes de los satélites y son incorporadas en modelos orbitales para cada satélite. Los modelos calculan datos de ajuste de órbita (efemérides) y correcciones de los relojes de cada satélite. La estación maestra envía las efemérides y correcciones de reloj a cada satélite. Cada satélite envía posteriormente subconjuntos de estas informaciones a los receptores de GPS mediante señales de radio.

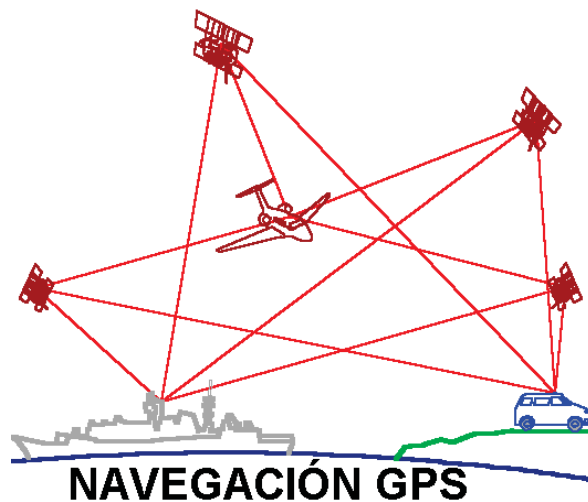


SEGMENTO DE USUARIO

El segmento de usuario lo forman los receptores y la comunidad de usuarios. Los receptores convierten las señales recibidas de los satélites en posición, velocidad y tiempo estimados. Se requieren cuatro satélites para el cálculo de la posición en cuatro dimensiones X , Y , Z y tiempo. Los receptores son utilizados para navegación, posicionamiento, estimaciones temporales y otras investigaciones.

- La navegación en tres dimensiones es la función principal del GPS. Se construyen receptores GPS para aviones, embarcaciones, vehículos terrestres y equipos portátiles de pequeño tamaño.
- El posicionamiento preciso es posible usando receptores en posiciones de referencia proporcionando datos de corrección y posicionamiento relativo a receptores

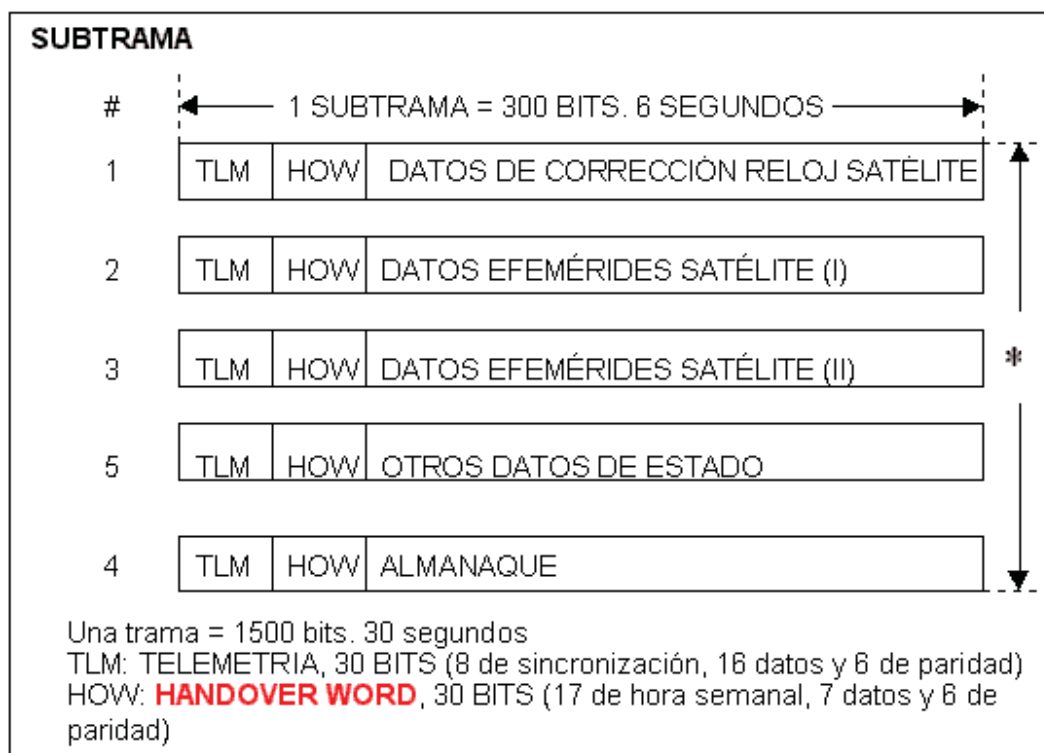
remotos. Vigilancia, control geodésico y estudios de las placas tectónicas son ejemplos.



- Las aplicaciones de tiempo y estabilización de frecuencia se basan en la precisión de los relojes que incorporan los satélites y que son monitorizados continuamente por las estaciones de control. Los satélites actuales incorporan cuatro relojes atómicos, dos de Rubidio y otros dos de Cesio que ofrecen una estabilidad de frecuencia equivalente a un error de un segundo en 30.000 años. (Hay que tener en cuenta que un error de 30ns Provoca un error de 30cm.). Los observatorios astronómicos, sistemas de telecomunicaciones, sincronización de centrales eléctricas y laboratorios de certificación pueden obtener señales de tiempo y frecuencia de alta precisión mediante receptores especiales de GPS. Las señales de GPS han sido utilizadas para medir parámetros atmosféricos.

I.4. Los datos del GPS

El mensaje de navegación del GPS consiste en unas tramas temporizadas de datos que marcan el tiempo de transmisión de cada subparte del mensaje en el momento en que son transmitidas por el satélite. Una trama de datos ocupa 1500 bits divididos en subpartes de 300 bits. Las tramas se transmiten cada 30 segundos (50 bit/s). Tres subpartes de 6 segundos contienen datos orbitales y temporales. Las correcciones del reloj son transmitidas en la primera subparte y en la segunda y tercera se transmiten datos de información orbital (efemérides). La cuarta contiene información del estado del satélite y otros parámetros de navegación y la quinta se usa para transmitir el almanaque (información sobre las órbitas) de un satélite. Cada 12 minutos y medio se retransmite toda la información completando 25 tramas completas.



Formato de datos de GPS

Ilustración 1

Los parámetros de reloj describen la relación entre el reloj de satélite y del sistema GPS. Los datos de efemérides definen de forma muy precisa la posición de un satélite en un instante dado (18 parámetros acerca de la órbita del satélite). Normalmente los receptores renuevan su información de efemérides cada hora, pero pueden utilizar los datos de efemérides hasta 4 horas sin demasiado error. Los parámetros de efemérides se utilizan con un algoritmo que calcula la posición del satélite para cada instante dentro de la porción de órbita descrita en el conjunto de datos de efemérides.

El almanaque es un conjunto de parámetros orbitales aproximados de todos los satélites. Los diez parámetros describen la órbita de cada satélite para largos periodos de tiempo (pueden ser utilizados durante varios meses en la mayoría de los casos). Son enviados por cada satélite cada 12 minutos y medio (25 tramas de datos) como mínimo. El tiempo de adquisición de señal en el arranque de un receptor GPS puede ser mejorado significativamente si dispone del almanaque actualizado.

Los datos de aproximación orbital se usan para ajustar en el receptor la posición aproximada del satélite y la frecuencia Doppler de la portadora (desplazamiento de frecuencia causada por el movimiento del satélite) en cada satélite de la constelación.

Cada conjunto de datos de satélite completo incluye un modelo ionosférico que se usa en el receptor para aproximar el retardo de fase por la ionosfera en cada punto e instante. También se envía la desviación del reloj del sistema GPS respecto al UTC (Universal Time Coordinated), esta corrección se usa en el receptor para fijar la hora UTC con un error menor de 100 ns. Otros parámetros y banderas de estado se envían para informar detalles del sistema.

I. 5. Servicios de posicionamiento disponibles de GPS

El plan Federal de Radionavegación especifica dos tipos de servicios de posicionamiento para el sistema GPS, Servicio de posicionamiento preciso (PPS) y Servicio de posicionamiento standard (SPS).

SERVICIO DE POSICIONAMIENTO PRECISO (PPS)

Únicamente algunos usuarios autorizados y equipados con dispositivos criptográficos, llaves y receptores especiales utilizan el sistema de posicionamiento preciso. Este sistema está reservado para los ejércitos de los EE.UU. y sus aliados, ciertas agencias estatales del gobierno estadounidense, y algunos civiles selectos especialmente aprobados por el gobierno de los EE.UU.

La precisión estimada del sistema PPS es de 22 metros en sentido horizontal, 27.7 metros en sentido vertical y 100 nanosegundos de precisión temporal.

SERVICIO DE POSICIONAMIENTO STANDARD (SPS)

Los usuarios civiles de todo el mundo utilizan el SPS sin cargo ni restricciones. La precisión del sistema SPS es degradada de forma intencionada por el departamento de defensa estadounidense mediante la llamada disponibilidad selectiva.

- La precisión estimada del SPS es de 100 metros en el plano horizontal, 156 metros en el eje vertical y 340 nanosegundos de precisión temporal.
- Estas precisiones derivan del plan federal de radionavegación de 1994. Las predicciones se cumplen en un 95% de los casos y expresan el valor de dos desviaciones el error radial desde la posición real de la antena hacia una serie de estimaciones de posición resultantes del ángulo de elevación de los satélites (5 grados) y las llamadas condiciones PDOP (Position Dilution of Precision, menos de 6).

- Para precisión horizontal una figura de un 95% equivale 2 drms (distancia RMS) o dos veces el error de desviación radial. Para vertical y errores temporales el 95% es el valor de dos desviaciones standard de error vertical o temporal.
- Los fabricantes de receptores suelen utilizar otras medidas de precisión. El error RMS es el valor de una desviación típica (68%) del error en una, dos o tres dimensiones. El error circular probable (CEP) es el valor del radio de un círculo centrado en la posición real que contiene un 50% de las posiciones estimadas. El error esférico probable (SEP) es el equivalente esférico del CEP, es decir, el radio de una esfera centrado en la posición real que contiene el 50% de las estimaciones de posición en tres dimensiones. Al contrario que 2drms, drms o RMS, CEP y SEP no se ven afectadas por grandes errores espurios haciendo de ellos unas medidas de precisión bastante optimistas.
- Algunas tablas de características de receptores de GPS expresan la precisión horizontal en RMS o CEP sin tener en cuenta la Disponibilidad Selectiva haciendo parecer sus receptores como más precisos que los de otros fabricantes más conservadores con sus medidas.

I.6. ASPECTOS GENERALES

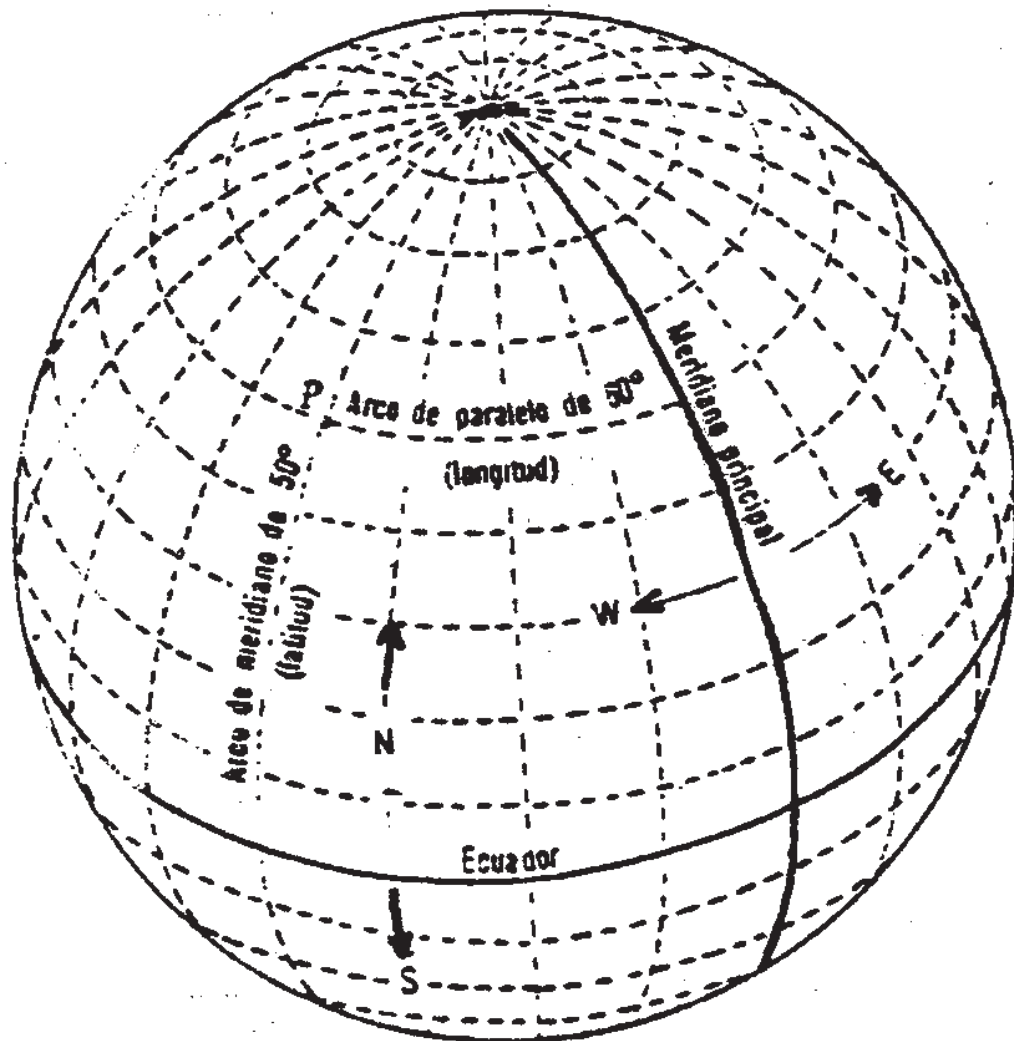
I.6.1. LA TIERRA COMO GEOIDE.

La tierra puede tener varias interpretaciones en cuanto a su forma se refiere, quizá la mas común sea la que nos proporciona la superficie topográfica real, con sus valles y montañas así como con sus océanos, todos estos accidentes naturales tienen gran influencia sobre la fuerza de gravedad, es entonces cuando la Geodesia que es la ciencia que se ocupa de investigar la forma y dimensiones exactas de la tierra, así como la ubicación de puntos precisos sobre la superficie terrestre entra en función.

Para cálculos matemáticos este concepto de superficie no es muy propicio, por lo que se ha desprendido el concepto denominado Superficie Nivelada de la Tierra que esta ligado intrínsecamente al de la gravedad. A esta superficie nivelada se le llama Geoide y pudiera considerarse que corresponde al nivel del mar. Sin embargo no es así, aún cuando es mas llano que la superficie topográfica, todavía tiene elevaciones y depresiones gracias a las diferentes fuerzas que actúan sobre los océanos como la atracción centrífuga, por mencionar alguno.

Entonces con el objeto de simplificar los cálculos de las posiciones sobre la superficie terrestre, se ha establecido o estandarizado una superficie matemática simple que se asemeja mucho a la superficie real de la tierra.

Se dice que la tierra tiene la figura aproximada de una esfera, pero sin embargo se observa un poco mas ancha en uno de sus ejes que es el del ecuador. Por lo que la figura mas representativa de la Tierra sería la elipse que al girar alrededor de su eje menor; es decir, el eje que corre desde el polo Norte hasta el polo Sur, tomaría la figura de un elipsoide de revolución.



Para ubicar un punto cualquiera sobre este elipsoide se hizo necesario darle un nombre a dicho punto, al que se le denominó Posición, la cual estará dada en términos de Longitud y Latitud; en donde cada Posición tendrá un solo valor de longitud y uno de latitud para ser determinado.

A estos valores de longitud y latitud se les da también el nombre de coordenadas geográficas y quedarán definidas de la siguiente forma:

A la longitud de un punto se le define como el arco de paralelos, medido este en grados, y que ira del meridiano principal hasta donde este ubicado dicho punto. El meridiano principal es el que pasa por el observatorio de Greenwich, cercano a la ciudad de Londres Inglaterra y que se le conoce precisamente como el meridiano de Greenwich.

La longitud se medirá a partir de este meridiano el cual tendrá longitud 0° y hacia el Este o hacia el Oeste. Entonces, la longitud quedara entre 0° y 180° al Este o al Oeste en grados, minutos y segundos.

Sin embargo con solamente este valor de longitud no podríamos ubicar un punto exacto sobre la tierra, ya que este valor le corresponde a todo este meridiano, el cual nos conduce a determinar otro valor al que se le denominó latitud.

La latitud es un valor medido en grados sobre el arco de meridiano partiendo de el Ecuador, por lo que este valor esta entre los 0° en el ecuador hasta 90° Norte o Sur en los polos y de igual manera estará en grados, minutos y segundos.

Una vez determinados estos valores de latitud y longitud se podrá localizar la ubicación de un lugar de manera exacta con respecto a la red Geográfica.

I.7. DATUM DE REFERENCIA.

Se sabe que para la realización de un levantamiento cartográfico formal se requiere en primera instancia de su ubicación dentro de un determinado marco de referencia espacial que permita definir inequívocamente y con precisión la posición de los diversos puntos de interés representados por el levantamiento. Dada la magnitud de los cubrimientos que son significativos en el ámbito territorial, asociados a las escalas de representación, es necesario que el marco de referencia sea lo más consistente y preciso posible, a fin de mostrar la información en su posición de correspondencia relativa correcta y evitar incongruencias resultantes de fallas en la precisión.

Las técnicas de medición contemporáneas se inscriben ahora en un entorno dinámico-espacial que permite la obtención 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 oportunidad de la información. Se refiere en particular lo anterior al Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

Cabe mencionar que la tecnología de GPS tiene su base de referencia geodésica en el WGS84 (Sistema Geodésico Mundial de 1984), el cual fue desarrollado por los Estados Unidos de América en dicho año para el cálculo de las órbitas satelitales, tanto en el sistema de satélites de navegación (NNSS o Sistema TRANSIT), como para el nuevo Sistema GPS NAVSATAR.

Los parámetros que definen el WGS84 son los siguientes:

Semieje mayor del Elipsoide: 6' 378, 137 m.

Velocidad de rotación de la Tierra: 7' 292, 115 x 10⁻¹¹ rad / seg.

Constante gravitacional newtoniana: 3' 986, 005 x 10⁸ m³ / seg.²

Factor dinámico de formar normalizado C₂₀: -484.16685 x 10⁻⁶

En consecuencia, el WGS84 está también definido dinámicamente, con en el centro de masa terrestre coincidente con el centro geométrico del elipsoide, y es tridimensional.

En la actualidad, el único estándar disponible de igual o superior precisión que el GPS (y en consecuencia del WGS84), se apoya en las técnicas de medición por Interferometría de Bases Muy Largas (VLBI) y / o la medición láser satelital (SLR o Satellite Laser Ranging), las cuales se basan en metodología y equipamiento muy refinados y extremadamente complejos.

El Servicio Internacional de Rotación de la Tierra (IERS o International Earth Rotation Service), el cual emplea las tecnologías VLBI y SLR, desarrolló el Sistema de Referencia denominado ITRF92, cuya sigla corresponde a International Earth Rotation Service (IERS) Terrestrial Reference Frame of 1992. Este sistema se obtuvo como resultado de la combinación de varias soluciones globales tridimensionales y fue propuesto como patrón al cual referir todos los trabajos Geodésicos.

CAPITULO II

EQUIPO DE MEDICION GPS

II.1.DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO TRIMBLE 4600

Los modelos de equipo GPS Trimble 4600LS y 4700, poseen la capacidad de registrar la información emitida por los satélites de la constelación NAVSTAR y también debe ser postprocesada para la obtención de coordenadas de cada uno de los vértices posicionados.

Los dos equipos registran la información de los satélites de acuerdo con la configuración que se haya establecido en su memoria; sin embargo, cuenta con un colector de datos TSC1 que sirve de interfase entre el operador y el receptor para poder lograr la configuración del mismo y así llevar a cabo la ejecución de un levantamiento.

II.1.1. COMPONENTES DEL EQUIPO

El equipo trimble 4600LS esta constituido por lo siguiente:

1. Antena recetor GPS 4600LS
2. Colector de datos TSC1
3. Cargador de baterías externas OSM II
4. Base nivelante
5. Pínula de bronce
6. Flexómetro
7. Cable TSC1 antena receptor
8. Cable para descarga BD9-RS232 TSC1
9. Cable para descarga BD9-RS232 antena receptor
10. Cable adaptador para recargar TSC1
11. Cable batería externa antena-receptor
12. Batería externa
13. Cuatro baterías alcalinas para antena-receptor
14. Batería TSC1

15. Adaptador de batería alcalina TSC1
16. Montura niveleta
17. Estuche de transporte TSC1
18. Bolsa de transporte batería externa
19. Mochila de transporte antena-receptor
20. Bolsa Camp. Carder, Kid
21. Estuche de alto impacto
22. Disquete de configuración de puertos
23. Disquete software versión 7.0
24. Tres disquete Gpload versión 2.61
25. Tripié
26. Bípode
27. Baliza con nivel de burbuja

II.1.2. CARACTERÍSTICAS GENERLES

El equipo Trimble 4600LS opera en una banda de recepción y esta diseñado para ejecutar aplicaciones topográficas y cartográficas. Este equipo funciona con un juego de baterías alcalinas (4 tamaño C) o con una batería externa recargable la cual se conecta a uno de los dos puertos seriales que tiene el receptor a través de un cable de poder, esta se conecta al puerto serial 2. Tiene una capacidad de almacenamiento de 1Mb.

El Trimble 4600LS se complementa con un colector de datos TSC1 el cual sirve de interfase entre el usuario y el receptor para configurar y ejecutar un levantamiento, este colector de datos TSC1 se conecta al puerto serial 1 en el cual se conecta también con la PC para la descarga de datos obtenidos en un levantamiento.

II.1.3. OPERACIÓN E INTERPRETACIÓN DEL PANEL DE CONTROL

El equipo 4600LS se puede monitorear a través de el panel de control, mediante los leds indicadores.

Al oprimir la teca de encendido que es de color verde, los tres leds indicadores se activan durando así un segundo. Luego, el led de color verde permanece encendido y los otros dos se apagan. Cuando el receptor recibe información de los tres primeros satélites, el led de color rojo parpadeará rápidamente. Una vez que el receptor enganche cuatro satélites el led rojo comenzará a parpadear lentamente y el led de color amarillo se enciende permanentemente, esto indica que se ha creado un nuevo archivo de datos y el registro de información.

A continuación se detallará el monitoreo del receptor a través de los leds:

Led color verde (energía):

Encendido: El receptor esta encendido y la entrada de alimentación es normal.

Parpadeo rápido: Energía baja, requiere sustitución de pilas, o la batería externa no aporta suficiente energía.

Led color amarillo (registro de datos y memoria):

Apagado: El receptor no esta registrando datos, el trabajo aún no ha comenzado o la memoria esta llena y no puede registrar datos adicionales.

Encendido: El receptor registra datos normalmente.

Parpadeo lento: El receptor ha registrado datos suficientes en esta sesión para un trabajo estático rápido con L1; sin embargo, sigue registrando datos.

Parpadeo rápido: El receptor registra datos, pero se esta saturando la memoria.

Led color rojo (seguimiento de satélites):

Apagado: El receptor no ha enganchado ningún satélite.

Parpadeo lento: El receptor sigue a cuatro satélites o más.

Parpadeo rápido: El receptor sigue a tres satélites o menos.

Con esto podemos decir que un parpadeo lento de un led indicará un funcionamiento normal, pero si parpadea rápidamente indicará una condición de advertencia.

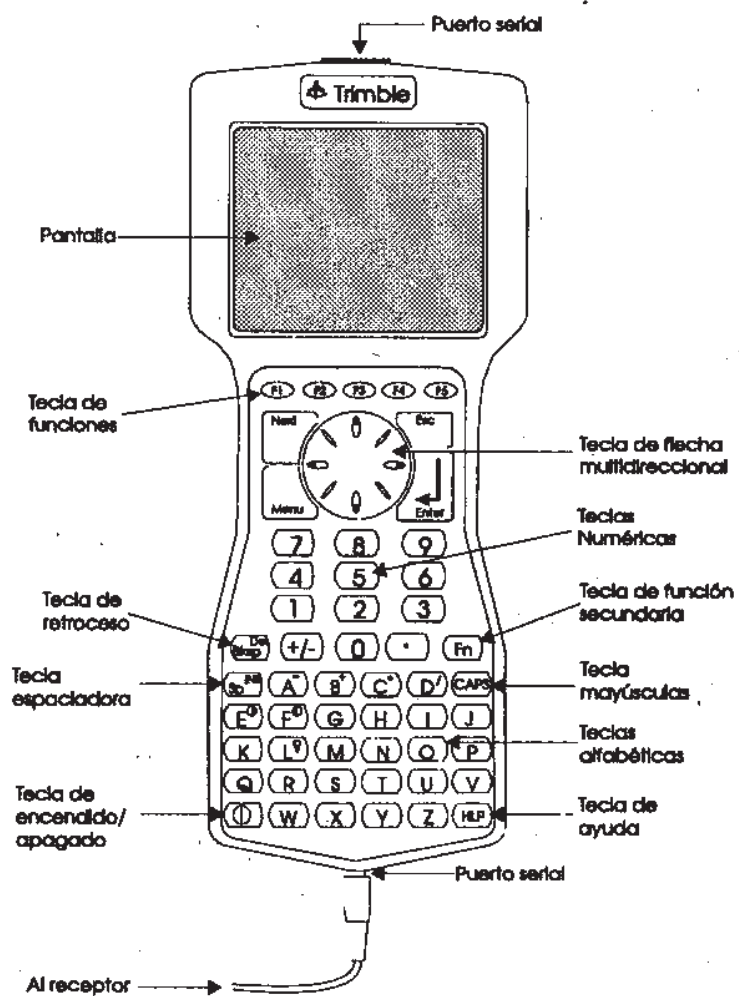
II.2. Colector de datos TSC1

El colector de datos TSC1 es una computadora de campo que funciona con el software Survey Controller, versión 7.0 y posteriores. El colector permite la configuración de los parámetros de un levantamiento con los equipos 4600LS y 4700 de Trimble, además de mantener comunicación con el receptor y almacenar información en su memoria interna cuando la de el receptor se haya terminado.

A través del colector de datos se puede estar monitoreando la información que el receptor este recibiendo en cualquier momento, siempre y cuando este se encuentre encendido y conectado al receptor.

II.2.1. Teclado

Ahora mencionaremos las teclas del controlador o colector de datos y su función. Las teclas que se observan físicamente se les conoce como teclas duras las cuales se utilizan para introducir datos y acceder a las diferentes pantallas.



Descripción de las teclas del TSC1 y sus funciones asociadas:

1. Encendido / Apagado:

Este botón color verde enciende el colector TSC1 (necesariamente tendrá que tener cargada su batería o estar conectado a un suministro de energía externa). También apaga el TSC1 manteniendo este botón presionado durante un segundo, y soltándolo a continuación.

2. Teclas de función:

Estas teclas (F1, F2, F3, F4, F5) se corresponden con las teclas blandas. Para activarlas, es necesario observar que en la parte inferior de la pantalla del colector aparezca la opción relacionada a cada tecla de función.

3. Tecla MENU:

Esta tecla permite salir temporalmente de la pantalla actual en que se este trabajando y regresar al Menú principal. Desde aquí (Menú principal) se puede seleccionar y operar otras funciones sin tener que cerrar la pantalla en la que se este trabajando. El colector permite trabajar con varias pantallas abiertas a la vez.

4. Tecla NEXT:

Con la tecla NEXT se puede pasar de una pantalla a otra entre todas las pantallas que se tengan abiertas.

5. Tecla multidireccional:

Esta tecla permite moverse entre los diferentes Menús del colector y sus funciones, ya sea para arriba, abajo, a la derecha o a la izquierda. También permite moverse diagonalmente a los iconos del Menú principal.

6. Tecla ENTER:

Con esta tecla se abren los menús, se eligen opciones, se aceptan los datos que se introduzcan, se seleccionan herramientas y se abren pantallas. En ocasiones esta tecla tiene la misma función que la tecla F1.

7. Tecla Escape:

Esta tecla (ESC) permite salir de las pantallas de opciones del menú. También sirve para abandonar un vértice que se este levantando y no se quiera almacenar.

8. Teclas Numéricas:

Con estas teclas del 0 al 9 se introducirán los datos numéricos en los campos de opción.

9. Teclas Alfabéticas:

Son las teclas de la A a la Z con las cuales se introducirán caracteres alfabéticos en los campos de opción. Con estas también se pueden abrir las diferentes opciones de los menús, es decir, las primeras letras que aparecen en las listas del menú son sensibles a la primera letra del alfabeto. O sea que si se desea localizar y abrir una opción del menú, simplemente se selecciona la letra con la que comienza dicha opción que se desee abrir.

10. Tecla Fn:

Es la tecla de función que permite el acceso a cualquier otra tecla que contenga una marca de color amarillo.

11. Tecla de mayúsculas:

Con esta tecla (CAPS) se cambian los caracteres alfabéticos de minúsculas a mayúsculas y viceversa.

12. Tecla de Retroceso:

Es la tecla (BKSP) que permite retroceder el cursor un espacio en el campo que este resaltado, o también elimina caracteres.

13. Tecla Espaciadora:

Con la tecla (SP) se introduce un espacio en el campo que este resaltado.

14. Tecla de Ayuda:

Este botón (HELP) al presionarlo presenta una lista de temas de ayuda en orden alfabético, en la que para ver el tema que se quiera hay que resaltarlo y presionar la tecla ENTER. Otra forma de tener acceso a un tema de Ayuda es tecleando la primera letra del mismo.

Dentro del teclado se encuentran las llamadas Teclas Alternativas, que son las que ofrecen una función secundaria a las teclas duras. Este tipo de funciones se encuentra identificado en el teclado por pequeñas letras o símbolos de color amarillo.

Para activar estas funciones, se tiene que presionar primero la tecla (Fn), que ya se explicó anteriormente, y en seguida la tecla que tenga la función secundaria que se quiera aplicar.

A continuación se exponen algunos ejemplos de esta aplicación:

Al presionar la tecla Fn seguida de la tecla L se aplica el Control de Retroiluminación. Este Control activa o desactiva la retroiluminación en la pantalla. Esta combinación es importante y necesaria cuando por diversas razones se hace tarde trabajando o es muy temprano, de tal forma que esta oscuro y no se puede ver los datos

que uno introduce en el colector, y esto puede repercutir en el levantamiento causando errores en el mismo.

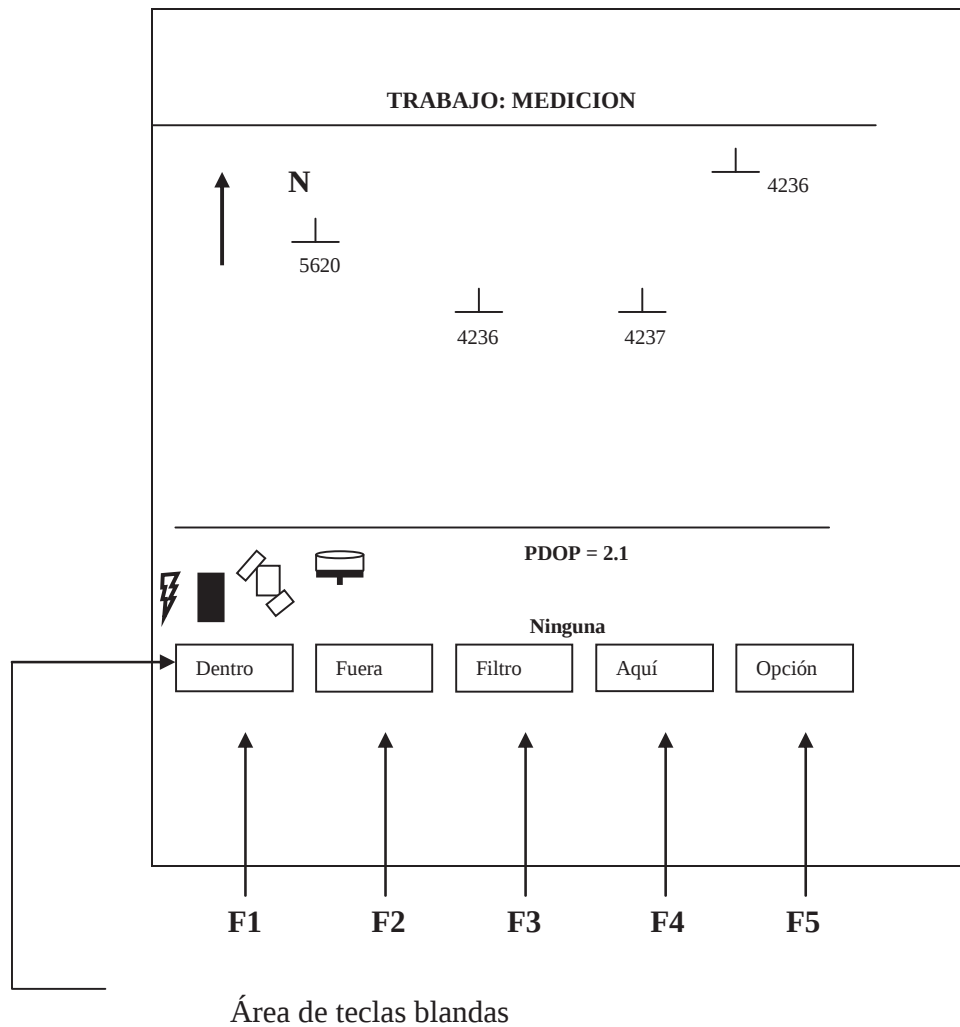
Cuando se presiona la tecla Fn y la tecla E la función que tiene es la de incrementar el contraste de la pantalla.

La tecla Fn con la tecla F es para reducir el contraste de la pantalla. Esto se hace necesario cuando por descuido se deja la pantalla del colector por un periodo prolongado de tiempo recibiendo el sol directamente, esto hace que la pantalla se vaya oscureciendo cada vez más hasta llegar al grado de no verse absolutamente nada. Es aquí donde se emplea esta función de el contraste, aumentándolo hasta que nuevamente logremos ver claramente los datos en la pantalla.

También se pueden crear símbolos con esta función, o la combinación de teclas empleando desde luego la tecla Fn, por ejemplo la combinación de esta con la letra G, crea un signo de interrogación (?).

Al presionar Fn y la letra C crea un asterisco (*).

Además de las teclas alternativas, el colector cuenta también con las llamadas Teclas blandas, las cuales se pueden visualizar en la parte inferior de la pantalla. Se les llama así porque varían según la opción de seleccionada. Cada una de ellas se activa al presionar la tecla de función (dura) contigua enumeradas de la F1 a la F5.



Las teclas blandas se relacionan con los menús o campos particulares y solamente operan cuando accedemos a estos.

En caso de que hubiera mas teclas blandas y que estas no quepan en la pantalla, la tecla F5 aparecerá con un símbolo de flecha hacia la derecha (➡) lo que indicará que existen mas teclas blandas que pueden ser seleccionadas.

En algunas ocasiones la tecla ENTER tiene la misma función que la tecla F1.

II.2.2. MENUS DEL COLECTOR DE DATOS TSC1

Cuando se enciende el colector de datos TSC1, lo que aparece primero es el logotipo del fabricante. Enseguida se muestran en pantalla los menús que son una lista del software Survey Controller. Esta lista se compone de seis iconos.



La línea de estado lo que muestra son mensajes del levantamiento a través de gráficos, esto pasará solamente que un receptor GPS se encuentre conectado a el colector de datos TSC1.

Para tener acceso a un componente del menú se tiene que hacer lo siguiente:

- Se elige el icono al que se desea tener acceso con la tecla multidireccional y después se presiona la tecla ENTER.
- Otra forma de acceder al icono deseado es únicamente presionar la letra con la que inicia dicho icono.
- Una vez que se haya tenido acceso al icono en que se va trabajar y se desee salir de él o regresar al menú principal, solamente se tendrá que presionar la tecla ESC las veces que sean necesarias.

A continuación se describen cada uno de los iconos que aparecen en el menú principal y sus submenús.

II.2.2.1. Icono Archivos

En este icono se pueden realizar operaciones de trabajo en la base de datos del Survey Controller.

Aquí aparecen los siguientes submenús:

Administrar Trabajo:

En esta opción se puede crear, abrir, copiar, eliminar y / o cerrar trabajos además de realizar operaciones con los archivos en la base de datos del Survey Controller.

Revisar trabajo actual:

Aquí podemos visualizar cada uno de los registros almacenados en la base de datos, así como la edición de algunos campos.

Mapa del trabajo actual:

En esta opción nos presenta una representación gráfica de los diferentes tipos de puntos levantados, observados en la cuadrícula de la base de datos del trabajo.

Estado actual del trabajo:

Muestra los detalles del trabajo tales como el nombre, la memoria ocupada por el trabajo, por los archivos crudos, entre otros.

Copiar de otro trabajo:

Aquí podemos copiar un trabajo completo a otro al cual se le dará otro nombre.

Importar / Exportar:

Desde aquí se envían o reciben archivos de una PC para su proceso.

Administrador de Archivos:

En este apartado se puede seleccionar, eliminar o copiar archivos de trabajo, archivos GPS, o de estilos de trabajo.

II.2.2.2. Icono Teclear

En este menú podemos definir una curva, una línea, un punto, o podemos introducir una nota en la base de datos del Survey Controller.

Teclear Puntos:

Define un punto en la base de datos introduciendo sus coordenadas o calculándolo por algún método de intersección.

Teclear Líneas:

Esta opción traza una línea en la base de datos a partir de dos puntos preexistentes o desde un punto con rumbo y distancias conocidas.

Teclear Curvas:

Aquí permite la configuración de una curva a partir de puntos preexistentes en la base de datos.

Teclear Nota:

En este apartado se puede introducir una nota en la base de datos para aclaraciones o comentarios en el momento en que se desee hacerlo.

II.2.2.3. Icono Configuración

En este icono se tienen las alternativas de configurar los diferentes métodos de levantamiento, además de la forma en que se introducirán los datos y de cómo mostrará los resultados obtenidos y su almacenamiento.

Aquí se tendrán los siguientes submenús:

Configurar Trabajo:

En este submenú se configura el sistema de coordenadas, las unidades de medida y el formato en que se presentarán los ángulos, coordenadas, así como las distancias y la declinación magnética.

Configurar Controlador:

Aquí se pueden configurar la hora, fecha, el idioma en que se desee trabajar y el hardware del controlador que nos presenta diversos elementos como lo son, el nivel de contraste, la fuente de alimentación, el volumen del beeper o la retroiluminación.

Configurar Estilos de Trabajo:

En este submenú es donde se configuran los parámetros de los métodos de medición para aplicarlos en campo. Es aquí donde se indicará a los receptores de base y móviles la manera en que registrarán la información y la forma de almacenarla.

En un estilo de trabajo se define el tipo de medición, la máscara de elevación, el modelo de antena a utilizar, el PDOP además de el tiempo de ocupación de cada punto para su almacenamiento.

Un estilo de trabajo también incluye: El intervalo de registro de información, los tiempos de inicialización que dependen de la topografía del terreno, de la vegetación y del tipo de receptor que se este utilizando, así como del número de satélites de que se disponga en el momento.

II.2.2.4. Icono Trabajo de Medición

Es aquí donde se lleva a cabo el levantamiento de puntos de un área determinada de acuerdo con el estilo de trabajo que se haya seleccionado.

Cabe mencionar que las opciones de cada estilo de trabajo solamente aparecerán si el colector de datos se encuentra conectado a un receptor GPS.

Entre los estilos de trabajo a seleccionar se encuentran :

- El método Cinemático
- El método Estático
- El método Estático Rápido

II.2.2.5. Icono Cogo

Con este icono a través de sus submenús se pueden realizar diversos cálculos utilizando funciones de geometría con las coordenadas (Cogo) de los puntos almacenados en la base de datos.

Este icono contiene los siguientes submenús:

Inverso:

Con este submenú se calcula el acimut y la distancia entre dos puntos.

Intersecciones:

Aquí se calculan las coordenadas de un punto a partir de los acimutes y / o las distancias de puntos preexistentes.

Subdividir una línea:

En este submenú se puede dividir una línea en segmentos de longitud fija o un número fijo de segmentos.

Subdividir una curva:

Aquí se puede dividir una curva definida en segmentos de longitud fija o un número fijo de segmentos.

Calcular un área:

Se calcula aquí con un mínimo de tres puntos y un máximo de cien, el área comprendida en un perímetro determinado por esta cantidad de puntos.

Calcular acimut:

A partir de la entrada de puntos en la base de datos, calcula el acimut deseado.

Calcular distancia:

Con este submenú se calcula la distancia a partir de la entrada de puntos en la base de datos.

II.2.2.6. Icono Instrumento

Este icono es de mucha importancia, ya que a través de sus submenús se lleva a cabo un monitoreo del trabajo durante el levantamiento.

Los submenús con los que cuenta este icono son los siguientes:

Satélites:

Aquí se identifican la posición de cada satélite, ya que nos proporciona el acimut y la elevación de cada uno de ellos que se encuentre enganchado por el receptor, mostrándose con una paloma en su lado izquierdo. Estos satélites aparecerán en forma de lista y cada uno tendrá su número. También se pueden habilitar o inhabilitar satélites, y revisar el PDOP que es la distribución de los satélites en el espacio.

Posición:

Aquí determina la posición de la antena del receptor GPS en el sistema de coordenadas seleccionado (WGS84).

Copiar archivos del receptor:

Este submenú es de suma importancia, debido a que nos proporciona el archivo en que se esta trabajando y así a la hora de bajar la información recopilada en campo a la PC no bajar el archivo equivocado o cosas que no interesan para el levantamiento que se este llevando a cabo. Desde este submenú se pueden eliminar, copiar y recuperar archivos en el receptor.

Estado del receptor:

Podemos revisar en la pantalla el estado de la fuente de alimentación, el porcentaje de memoria del receptor, la semana y hora GPS.

Opciones:

En esta pantalla se visualiza el número de serie del receptor, y las opciones el hardware.

Navegar al punto:

Esta opción permite encontrar o llegar a un punto con coordenadas conocidas, con un margen de error de dos metros aproximadamente.

II.2.3. Línea de Estado del Colector TSCI

En el colector de datos TSCI, aparecen varios gráficos que son mensajes que indican el estado actual del trabajo de medición. Con estos gráficos se puede monitorear la cantidad de energía eléctrica que nos queda, la altura de antena que se este manejando, el número de satélites que se encuentren enganchados, el modelo del receptor, el PDOP, entre otras.

Estos gráficos se describen a continuación:



Estos gráficos significan que el colector de datos TSC1 se ha conectado y que esta utilizando alimentación de energía de un suministro externo



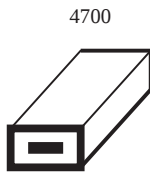
Esto indica que el colector TSC1 y el receptor están trabajando con sus propias baterías, en donde la batería de la izquierda es la del colector



Esto esta indicando que el nivel de la energía eléctrica del primer gráfico es del 100 % y del segundo gráfico del 50 %



El colector TSC1 se encuentra conectado a una fuente de energía externa y esta cargando la batería interna



Este gráfico aparecerá cuando se este utilizando un equipo Trimble 4700



Con esto indica que se está utilizando un receptor Trimble 4600LS



Aquí indica que se esta midiendo un punto



Este gráfico indica el número de satélites que hay en la solución cuando se este ejecutando una medición

II.3. Creación de un trabajo

El crear un trabajo tiene como finalidad facilitar la organización de la información obtenida de un levantamiento.

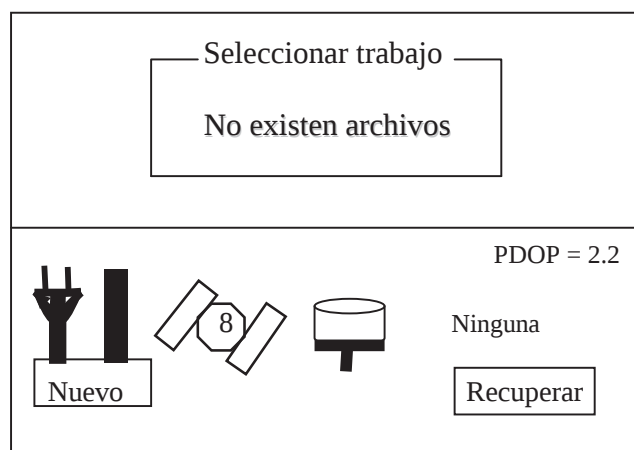
Lo primero que se tiene que hacer es dar un nombre al trabajo que se va a realizar, puede ser cualquier nombre que identifique a dicho trabajo. Una vez que se de el nombre al trabajo este aparecerá en la parte superior de la pantalla.

Para crear un trabajo se procede como sigue:

Estando en el menú principal se selecciona el icono Archivos y se presiona Enter; con esto aparecerá la pantalla siguiente:



A continuación hay que abrir el submenú Administrar archivos colocándose aquí con la tecla multidireccional y presionando Enter, una vez abierto se tendrá lo siguiente:



La pantalla anterior mostrará una relación de los trabajos existentes, en caso de no haber trabajos creados aparecerá vacía. Cuando exista el trabajo, basta con seleccionarlo y abrirlo.

Si no existe el trabajo, hay que presionar F1 (Nuevo) y enseguida se abrirá un campo en el cual se tiene que teclear el nombre que se quiera dar al nuevo trabajo.

Trabajo nuevo	
Nombre:	Los Olivos
Aceptar	

Ahora hay que presionar Enter para grabar el nombre y después F1 para aceptarlo.

Enseguida de aceptar el nombre del trabajo creado se despliega automáticamente la pantalla Seleccionar sistema de coordenadas.

Aquí aparecerá la opción Seleccionar de biblioteca, en la que se configurará la zona que corresponderá con la clave de la carta topográfica 1: 50, 000 donde se ubique el predio en que se este trabajando. Por ejemplo, si el predio se encuentra en la carta topográfica con clave F14D29, la zona que se registrará es la 14 North. El datum será WGS84.

La configuración quedará de la siguiente manera:

Seleccionar sistema de coordenadas	
Sistema:	➔ Universal Transverse Marcator
Zona:	➔ 14 North
Datum:	➔ WGS84
Usar modelo geoide	NO
Modelo geoide	No existen archivos
	
Aceptar	

Una vez seleccionados los parámetros, se oprime F1 para aceptar. Aquí nos regresará a la pantalla donde se encuentra el nombre del trabajo que se acaba de crear. Para salir de esta otra pantalla se presiona la tecla (Esc) y regresará a la pantalla principal en donde se encuentran todos los menús. Estos pasos se tienen que repetir cada vez que se cree un trabajo.

CAPITULO III.

METODOS DE LEVANTAMIENTO

III.1 EJECUCIÓN DE UN LEVANTAMIENTO CINEMATICO Y ESTATICO

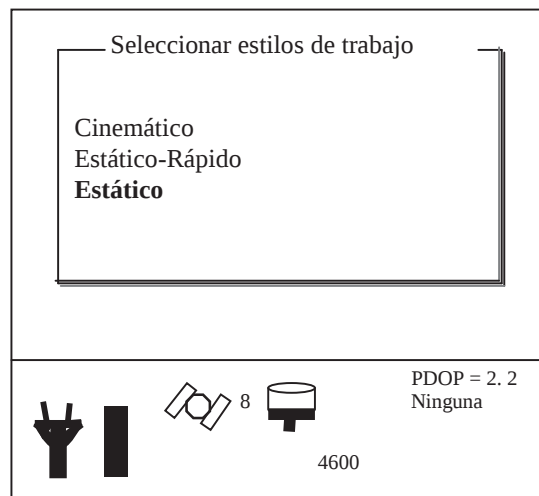
Los levantamientos se realizan con equipos fijos y móviles. Los equipos fijos se les dice así porque permanecen en un solo sitio durante toda la sesión, este lugar es preferentemente un punto con coordenadas conocidas, estos puntos específicos se encuentran dispersos en toda la República Mexicana, en cada estado y en cada municipio. El INEGI cuenta con la ubicación de cada uno de estos puntos que además están ligados a la Red Geodésica Nacional Activa, que mas adelante se tratarán a detalle. Los equipos móviles son los que se estarán colocando en cada uno de los vértices del polígono a levantar.

Primeramente se explicará el procedimiento para los equipos fijos:

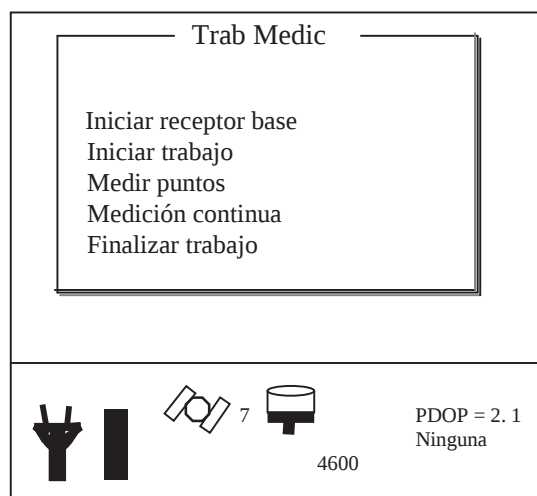
Dentro del menú principal, después de haber centrado y nivelado el equipo, se procede a encenderlo, de inmediato nos mandará a este menú principal.



Aquí se selecciona el icono Trabajo de Medición. Ahora después de presionar Enter, aparecerá la pantalla Seleccionar estilos de trabajo con el cual se realizará el levantamiento.

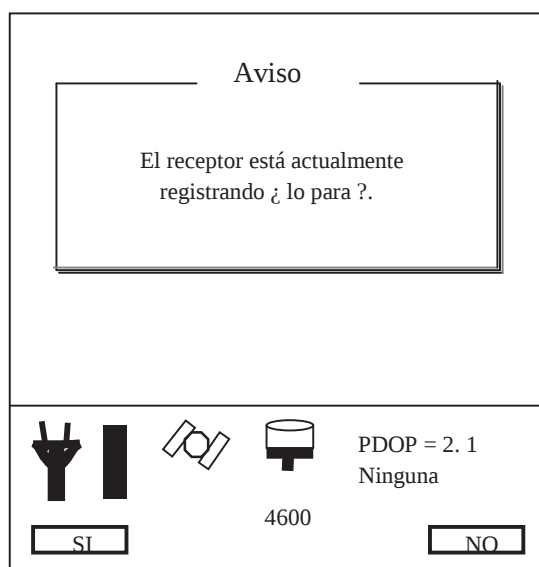
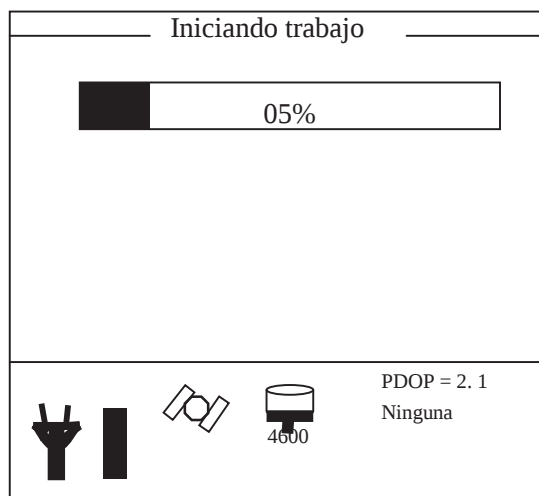


Se tomará la inicialización para el método cinemático. Se elige entonces en la pantalla anterior Cinemático; y a continuación se mostrará la pantalla siguiente:



Se elegirá de aquí Iniciar receptor base con Enter. Enseguida aparecerá un pequeño mensaje: “ Espere por favor, conectando al receptor ”.

Enseguida se despliega lo siguiente:



Con F1 se acepta el mensaje y se detiene el registro de datos para que el receptor abra un nuevo archivo que contenga los datos que a nosotros nos interesa. Para completar el inicio del trabajo, el receptor tendrá que estar siguiendo al menos 4 satélites y desde ese momento comenzará a grabar información útil.

En la siguiente pantalla se introduce la clave del punto y la altura inclinada de la antena, ya que así se deberá tomar la altura cuando se utilice tripié.

Trabajo / Iniciar base	
Nombre punto:	C001
Código:	?
Altura antena (sin corr):	1.426 m
Medido a:	→ <i>Hook using 4600LS tape</i>
 PDOP = 2. 0 Ninguna Iniciar 4600	

Aquí se introduce la clave del punto, inmediatamente después aparecerá el siguiente mensaje:

Aviso	
Punto no existe. Suministre suministre Las coordenadas al momento de procesar.	
Medido a:	→ <i>Hook using 4600LS tape</i>
 PDOP = 3. 1 Ninguna. Aceptar 4600	

Ahora con F1 se aceptará el aviso; y nuevamente con F1 se inicia el trabajo, después mandará el siguiente mensaje:

Base iniciada

Desconectar el controlador del
receptor

Aquí se puede optar por aceptar el mensaje con F1 y desconectar el colector de datos TSC1 del receptor, o bien, aceptar el mensaje pero no desconectar el controlador.

Lo anterior es debido a que es recomendable que permanezca conectado el controlador TSC1 al receptor, para así poder llevar el seguimiento del registro de datos. En caso de que se opte por desconectarlo se recomienda observar el panel de control del receptor para verificar el funcionamiento y cumplimiento de la sesión de trabajo.

Cuando la sesión de trabajo haya terminado; es decir, que el último de los equipos móviles termine, se entrará nuevamente a la pantalla Trabajo de Medición para seleccionar la opción Finalizar Trabajo.

Después de dar ENTER, aparecerá un mensaje en el que se pedirá confirmar la instrucción que se acaba de dar, que es la de Finalizar trabajo, para posteriormente preguntar que si se desea apagar el equipo. Ambos cuestionamientos se aceptaran con la tecla F1 que es la de Aceptar.

Ahora se explicará el procedimiento a seguir para operar con los equipos móviles.

Con los equipos móviles se trabajará con el método Cinemático.

Estando en el menú principal del colector de datos, se selecciona el icono TRAB. MEDIC. y enseguida se despliega la pantalla Seleccionar Estilo trabajo .

Aquí se selecciona el método Cinemático . Luego se despliegan las opciones:

Iniciar receptor base

Iniciar trabajo

Medir puntos

Medición continua

Finalizar trabajo

Con el cursor se resalta la opción Iniciar trabajo, de inmediato el TSC1 inicia el trabajo mostrando un porcentaje de avance mientras que verifica la disponibilidad de satélites. Después mandará el mensaje de que el receptor está actualmente registrando datos y preguntará que si desea pararlo, entonces se le dice que si para que abra un nuevo archivo en el receptor; ahora el TSC1 inicia el trabajo y nos envía la pantalla de inicialización; que es donde se introduce la clave del punto y verifica la altura de antena (inclinada o vertical) y la forma como se midió.

Con la tecla F1 se activa la inicialización; la pantalla muestra el tiempo transcurrido y el remanente, de acuerdo con la disponibilidad de satélites y el tiempo configurado para la inicialización.

Inicialización	
Método:	→ Punto nuevo
Nombre Punto:	1508
Código:	?
Altura antena (sin corr):	1.988m
Medido a:	→ Bottom of antena mount
Tiempo pasado	14m 51s
Tiempo remanente	15m 09s
	
PDOP = 2.3 PPK = FLOTANTE	

En la opción Método punto en caso de que se cuente con las coordenadas definitivas del punto de inicio, se tiene la opción de seleccionar Punto conocido, aceptando la inicialización con la tecla Enter por un período de 10 minutos en equipo 4600LS y de 5 minutos en el equipo 4700.

Ahora mientras se está en esta pantalla de inicialización se pueden observar las demás pantalla del TSC1 que nos permitirán obtener los datos necesarios para bajar la información a la PC para su procesamiento.

Al concluir el tiempo de inicialización presentará un mensaje y en la línea de estado el aviso PPK = Fija, y aparecerán en la parte inferior de la pantalla del controlador las palabras Almacen (F1) y Opciones (F5).

Una vez que se obtiene la inicialización, con la tecla F1 se almacena el punto, y la inicialización; así se podrá trasladar ya al punto siguiente, cuidando de no perder la señal satelital y en consecuencia la inicialización.

Cuando se llegue al siguiente punto por medir se estará en la pantalla Trabajo de medición, teniendo las opciones:

Medir puntos

Medición continua

Inicialización

Finalizar trabajo

Se elige la opción **Medir puntos** y se estará en esta pantalla:

Trabajo / medir puntos	
Nombre punto:	1258
Código:	?
Método	→ Punto topo
Altura Antena (sin corr):	1.988m
Medido a:	→ Bottom of antenna mount
Tiempo pasado:	1m 15 s
Epocas que quedan:	9
 Medir  Opciones PDOP = 2. 4 PPK = FIJA	

Después que se le asigno un número y de haber puesto la altura de antena, con la tecla F1 se le da Medir y automáticamente comienza la medición. En donde aparecerá el tiempo que ha transcurrido desde que se le dio medir y las épocas que quedan. Cada época son 5 segundos; de tal manera que comenzará la cuenta regresiva a partir de 24 épocas, ya que cada punto se medirá de 2 minutos, si es que no se ha perdido la señal satelital.

Aquí con la tecla F5 se entra a la pantalla de opciones donde se podrá modificar el tiempo de ocupación y el número de épocas a registrar en cada vértice, esto de acuerdo a las condiciones del terreno.

Opciones	
Punto topo	
Incremento del punto:	0
Control calidad:	→ QC1
Almacén punto auto:	→ No
Tiempo ocupación:	2m 0s
Número de mediciones:	24
 Medir  Opciones PDOP = 2. 1 PPK = FIJA	

Los cambios que se hagan aquí se aceptaran con la tecla Enter.

En la pantalla de Trabajo / Medir puntos una vez que se concluye el tiempo de ocupación que se le haya dado al vértice aparecerá la tecla blanda ALMACEN. Al presionar esta tecla FI finalizará la medición de este punto que quedará almacenado en el receptor, después de esto se podrá trasladar al siguiente vértice y así hasta concluir la medición.

Si durante el traslado a otro punto se pierde la inicialización, se tendrá que reinicializar en este otro punto. En este caso se volverá a fijar la inicialización por el tiempo necesario según la disponibilidad de satélites.

Para recuperar la inicialización se hará lo siguiente:

Una vez que el equipo este situado en el vértice correspondiente se dará F1 (SI) para aceptar el mensaje:

Aviso

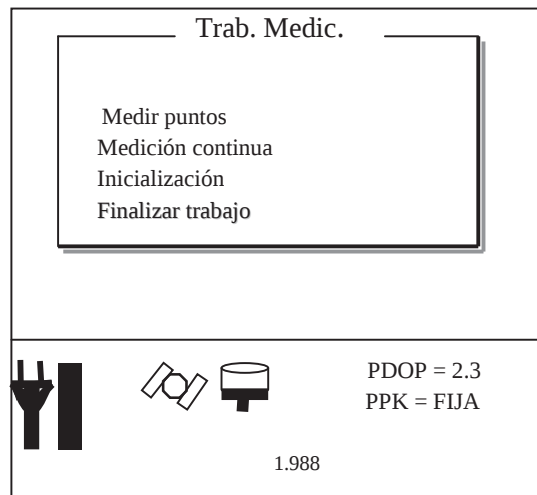
Se ha perdido la inicialización

¿ Reinicializar ahora ?

La pérdida de inicialización se dará cuando el receptor tenga enganchados menos de 4 satélites, esto cuando se pase por un lugar obstruido, por lo que se recomienda tener cuidado al trasladarse a otro vértice.

Al concluir la inicialización se almacena con F1 y los siguientes vértices se medirán en la pantalla Trabajo / medir puntos.

Una vez concluida la medición, se presionará la tecla Esc para salir de la pantalla Trabajo / medir puntos, y regresar al menú anterior:



Con la tecla multidireccional se resalta la opción **Finalizar trabajo** y se da Enter.
En seguida solicita la confirmación de finalizar el trabajo.

Confirme por favor

¿ Finalizar el trabajo ?

Se presiona F1 para confirmar. Y finalmente, hará otra pregunta:

El trabajo ha finalizado

¿ Apaga el receptor ?

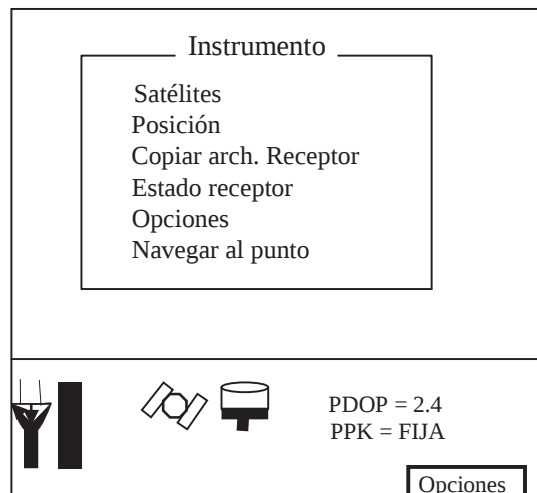
Con F1 se acepta nuevamente el mensaje y automáticamente se apaga el receptor.
Así se habrá concluido la medición en campo y ahora estará lista la información en el receptor para bajarse a la computadora y ser procesada.

III. 2. REVISIÓN DE LA SESION DE POSICIONAMIENTO

Para la obtención de una buena información recaudada en campo por los receptores GPS es recomendable visualizar el seguimiento satelital y los datos de posición del punto durante la medición, pudiendo navegar por otras pantallas del controlador TSC1 manteniendo abierta la pantalla Trabajo / Medir puntos.

Para esto se presiona la tecla MENU y regresara a la pantalla principal sin que se interrumpa la medición del vértice en que se esta posicionado.

Ahora se selecciona el icono INSTRUMENTO, y al dar ENTER aparecerá la siguiente pantalla.



En la opción de satélites se puede observar lo siguiente:

Instrumento/ Satélites				
SV	AC	ELEV.	SNRL1	SNRL2
2	16	26	44.9	40.2
4	120	19	43.7	48.7
7	18	32	48.2	46.4
11	246	25	46.7	45.7
15	329	14	38.5	42.8
17	0	11	44.6	47.6
18	54	20	45.7	35.2
24	167	68	40.8	28.9



PDOP = 1.9
PPK = FIJA

Dibujo

L1

Info.

Opciones

Esta pantalla muestra información referente a rastreo satelital y al presionar una de las teclas blandas que se muestran en la línea de estado, desplegará la información en diferentes formatos.

Después de revisar los diferentes satélites disponibles se presiona la tecla ESC para volver al menú principal y ahora entrar a la opción Posición de la misma pantalla (INSTRUMENTO) y se podrá revisar lo siguiente:

Instrumento/ Posición	
Latitud	19° 52' 18.57124N
Longitud	102° 19' 08.36546°
Altura (WGS84):	1997.322m
Altura antena (sin corr.):	1.988m
Medio a:	→ Botom of antena mont
Solución:	PPK Fija
PDOP:	1.9

  	PDOP = 1.9 PPK = Fija
1.988	

En esta pantalla se pueden observar las coordenadas absolutas del vértice, la distribución de satélites (PDOP), así como la altura y datos de la antena.

En la opción siguiente Copiar archs receptor se puede observar los archivos que contiene el receptor, y es aquí donde se obtiene el archivo en el que se esta trabajando que es el que se bajara a la PC para su proceso. Esta pantalla es de la siguiente forma:

Copiar archs receptor		
3658-224-0	12/ 08/ 03	12:18
3658-225-2	13/ 08/ 03	14:22
3658-226-0	14/ 08/ 03	14:35
3658-226-1	14/ 08/ 03	17:15
3658-227-0	15/ 08/ 03	12:00

  	PDOP = 2.1 PPK = FIJA
1.988	

Info	Eliminar	Recuperar	Todos/ a	✓
------	----------	-----------	----------	---

Con las teclas blandas se ejecuta cada una de las opciones que aparecen en la pantalla en la línea de estado.

De aquí se pueden borrar los archivos que ya no se ocupen o que ya se hayan bajado a la PC para evitar que la memoria del receptor se sature y deje de grabar información, también se puede hacer lo contrario; es decir, recuperar archivos que se borraron por error o por otra cuestión. Se puede también obtener la información de cada archivo que aparezca en el receptor, como número de registros o tamaño de el archivo con el cualse puede dar cuenta si la información es suficiente o no lo es.

Un número de archivo no es mas que los últimos cuatro números del receptor, el día juliano; es decir, el día del año en curso a partir del 1° de Enero y un número o letra que el receptor asigna cada vez que se comienza un trabajo.

También da la fecha de cada archivo con el día, mes y año. Y por último la hora en que se abrió dicho archivo (hora GMT).

En la opción Estado receptor, de la pantalla INSTRUMENTO se observa lo siguiente:

Instrumento/ Estado receptor	
Fuente alimentación	60 %
Memoria libre	650 kb
Hora GPS	599348
Semana GPS	1124
	
PDOP = 2.1 PPK = Fija	

En esta pantalla se observa la energía con la que esta trabajando el equipo (batería), la memoria del mismo y la hora y semana GPS (hora en que comenzó a trabajar este sistema).

En la opción de Navegar al Punto al teclear las coordenadas de un punto conocido el receptor nos indicará la ruta que se debe tomar para llegar a él, indicándonos la distancia a la que nos encontramos de dicho punto, además de indicarnos por medio de una flecha en el controlador que gira apuntando a el lugar a donde se encuentra este punto. En caso de caminar en la dirección correcta, la distancia irá disminuyendo hasta localizar el punto con las coordenadas que se le introdujeron.

III.3. EQUIPO DE MEDICION TRIMBLE 4700.

El equipo TRIMBLE 4700 costa de lo siguiente:

Receptor GPS 4700

Antena L1/L2 con plato desmontable

Colector de datos TSC1

Cargador de baterías externas

Base nivelante con pínula de bronce

Agrimensor

Cable TSC1 receptor

Cables antena receptor

Cables para descarga de información del receptor y del colector de datos

Cables para baterías externas

Baterías externas

Batería del TSC1

Estuche para TSC1, receptor y agrimensor.

Tripié, bípode y baliza.

III.3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Este equipo GPS, registra señales de los satélites de la constelación NAVSTAR en dos frecuencias o bandas L1, L2, y su capacidad de almacenamiento es de 4Mb.

Para su configuración y manejo cuenta con un colector de datos TSC1, en el cual se puede optar por almacenar aquí los datos del satélite; o bien, en el receptor.

El funcionamiento de este equipo es básicamente igual que el Trimble 4600, pero es más rápido al medir, es decir al registrar y guardar la información satelital. Esto debido a la banda L2 o secundaria la cual tiene una frecuencia de 1227.6 MHz. Esta tiene un mensaje de navegación de 50 bits/ segundo.

III.3.2 FUNCIONAMIENTO DEL PANEL DE CONTROL

Durante un levantamiento es conveniente estar observando los diferentes leds para asegurar el buen funcionamiento del equipo y como consecuencia un buen levantamiento. Para esto el Led color verde es el que nos indicara la batería del equipo, lo cual nos indicara que el equipo esta encendido y funcionando, si este comienza a parpadear rápidamente nos estará indicando que la batería esta por terminarse y tendrá que cambiarse.

El Led color rojo nos indica los satélites enganchados, si parpadea rápido indica que tiene enganchados menos de tres satélites y al enganchar cuatro o más el parpadeo será lento y es entonces cuando el receptor abre un archivo en el cual se comenzará a grabar información.

El Led amarillo es el indicador de registro de datos, siempre y cuando sea el receptor el dispositivo para almacenar la información.

Cuando el receptor determine que se han registrado suficientes datos el Led amarillo comienza a parpadear lentamente y el equipo seguirá grabando información hasta que se apague o se le agote la memoria.

III.4. DESCARGA DE DATOS A LA PC

La descarga de datos de los receptores 4600 y 4700 se hacen mediante el programa TGO (Trimble Geometric Office), en el que se pueden bajar todos los archivos que contenga el receptor para su procesamiento.

Para transferir la información de un equipo 4600 a la PC es necesario que el receptor tenga una fuente de energía para que este encendido durante el bajado de la información, es necesario que se conecte el receptor a la PC por medio del cable de descarga receptor/ PC. Este se conecta al puerto número uno en uno de sus extremos y el otro al puerto de la computadora.

Para el caso de el receptor 4700 se conecta el cable de descarga de información al receptor en donde se conecta el controlador que tiene como símbolo un controlador arriba del puerto. El otro extremo se debe conectar al puerto de la computadora, de igual forma el receptor tiene que estar conectado a una fuente de energía.

CAPITULO IV

PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Una de las vías para la generación de los datos espaciales consiste en el tratamiento de información mediante sistemas de procesamiento y ajuste de información de campo por medio del programa Trimble Geomatics Office (TGO).

IV.1. REQUERIMIENTO DE EQUIPO

Para poder correr este programa el equipo (computadora) tiene que contar con las siguientes especificaciones mínimas:

- Pentium 150 Mhz
- 32 MB RAM
- 317 Mb Disco duro
- Windows 95, 98, 2000, ME o NT 4.00 o posteriores
- Microsoft Internet Explorer 4.00 o posteriores o Netscape 4.00 o versiones posteriores
- Unidad de CD

Aunque las recomendadas son :

- Pentium 266 Mhz
- 128 MB RAM
- Windows 95, 98, 2000, ME o NT 4.00 o posteriores
- Microsoft Internet Explorer 4.00 o posteriores o Netscape 4.00 o versiones posteriores
- Unidad de CD

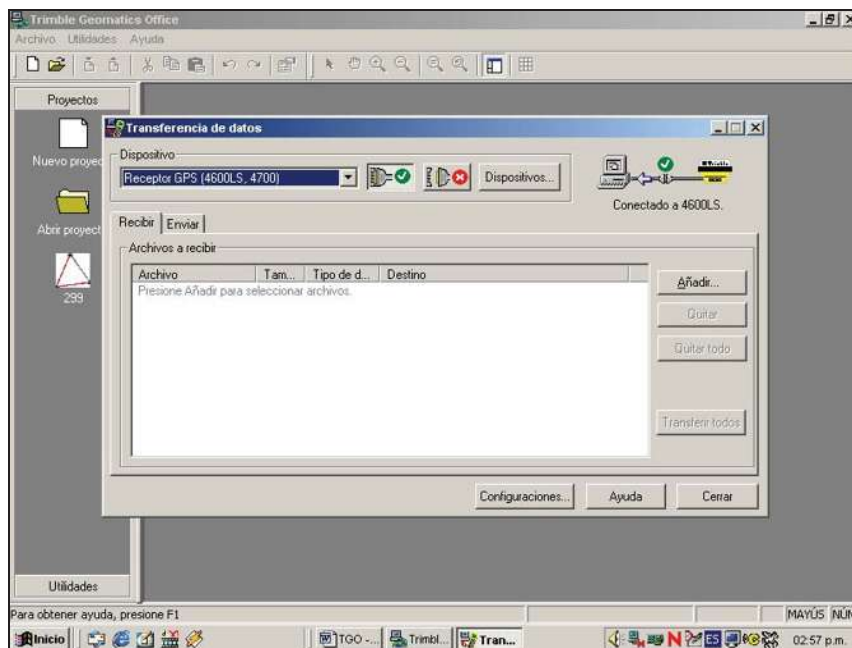
IV.2. DESCARGA DE DATOS A LA PC

La descarga de datos de los receptores 4600 y 4700 se hacen mediante el programa TGO (Trimble Geometric Office), en el que se pueden bajar todos los archivos que contenga el receptor para su procesamiento.

Para transferir la información de un equipo 4600 a la PC es necesario que el receptor tenga una fuente de energía para que este encendido durante el bajado de la información, es necesario que se conecte el receptor a la PC por medio del cable de descarga receptor/ PC. Este se conecta al puerto número uno en uno de sus extremos y el otro al puerto de la computadora.

Para el caso de el receptor 4700 se conecta el cable de descarga de información al receptor en donde se conecta el controlador que tiene como símbolo un controlador arriba del puerto. El otro extremo se debe conectar al puerto de la computadora, de igual forma el receptor tiene que estar conectado a una fuente de energía.

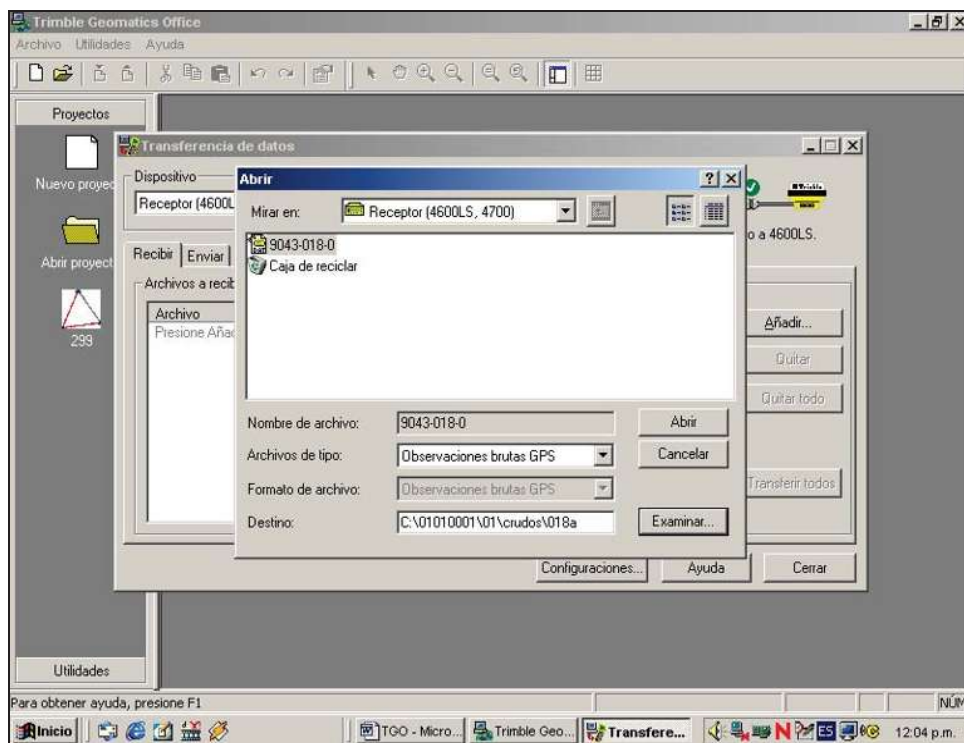
Para efectuar la descarga de información a la PC, se ejecuta el programa TGO, y del menú Utilidades se selecciona la opción Data Transfer y aparece la siguiente pantalla:



Aquí el programa enciende automáticamente el receptor que este conectado a la PC y empieza a conectar con el equipo. Al lograr esto es recomendable verificar en el botón Configuraciones que tenga activadas las siguientes opciones:

- Preguntar si sobrescribir archivos
- Hacer copias de seguridad de los archivos de datos
- Eliminar archivos en el dispositivo después de la transferencia

Esta última opción habrá que desactivarla, debido a que no es recomendable borrar de inmediato los archivos de un receptor hasta no concluir su proceso. Una vez realizado lo anterior se aceptan los cambios y se selecciona el botón Añadir:



Aquí aparecen todos los archivos que contiene grabados el receptor. En Destino se tiene que verificar la ruta o dirección en donde se desean descargar los archivos del receptor, si no esta situado en la dirección deseada entonces en el botón Examinar se busca la ruta correcta y se acepta. Se seleccionan ahora el o los archivos a descargar y con el botón Abrir aparece el Archivo el tamaño y el destino de este, ahora se da la

instrucción de Transferir todos y se inicia la descarga de datos durante la cual se muestran los bites transferidos, hasta su totalidad.

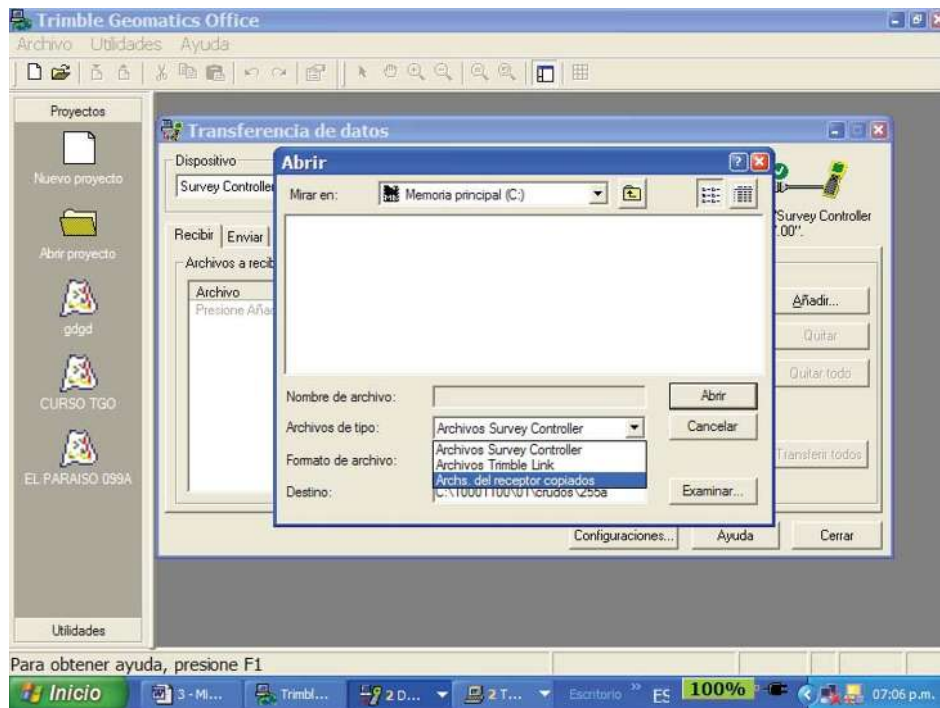
Al terminar de transferir los datos de los receptores se tendrá que cerrar esta ventana para continuar con lo siguiente.

IV.2.1. DESCARGA DE DATOS DESDE EL COLECTOR TSC1.

Primeramente se tienen que realizar los siguientes pasos en el colector directamente:

- Conectar el cable de descarga del colector a la computadora (El conector LEMO de 7 pines al TSC1 y el conector DB9 al puerto serial de la computadora).
- Ir al menú Archivos (Files).
- Dentro de la opción Importar / exportar (Import/Export). Seleccionar la opción Enviar / recibir archivos del PC (Send/Receive files from PC).

Entonces aparecerá un mensaje esperando la conexión a la PC. Enseguida se hará básicamente lo mismo que con el receptor, solamente que en la opción Dispositivo se selecciona Descarga desde TSC1 o Survey controller on Com1 y en la opción Archivos de tipo se seleccionara Archivos del receptor copiados.



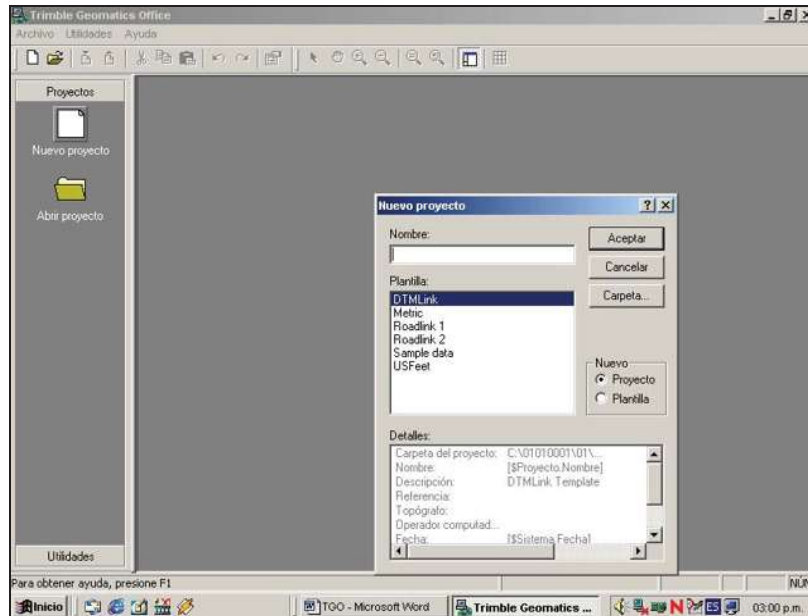
Y para transferir los archivos ahora se realiza de la misma manera que con el receptor.

Una vez descargada la información de los receptores a la PC se podrá comenzar con su procesamiento, por lo que se tiene que crear el proyecto en donde se colocará toda la información obtenida del mismo.

IV.3. CREACIÓN DEL PROYECTO

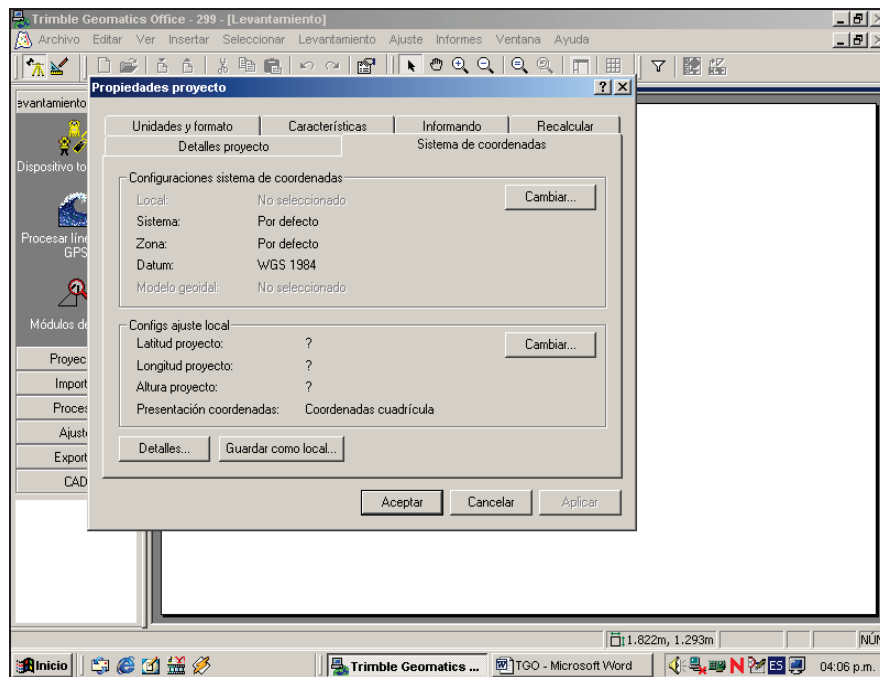
Para crear el proyecto donde se procesara la información de los receptores GPS recabada en campo se recomienda la creación de subdirectorios para evitar confusiones con otros proyectos que se realicen posteriormente, pudiendo dar a estos subdirectorios nombres o claves para identificarlos con mayor facilidad y rapidez.

Al elegir el icono  Trimble Geomatics Office, aparecerá la ventana principal como sigue:



Aquí se elige un Nuevo proyecto, y después en el botón Carpeta se busca el directorio en donde se encuentra la información a procesar, la cual fue descargada previamente de los receptores a la PC como se describió anteriormente. Después de localizar el directorio que contiene la información que se requiere, se da aceptar y se da el nombre con que se quiera guardar el trabajo, después de esto se selecciona la opción Metric para la elección del sistema de coordenadas.

Aparecerá la siguiente pantalla:



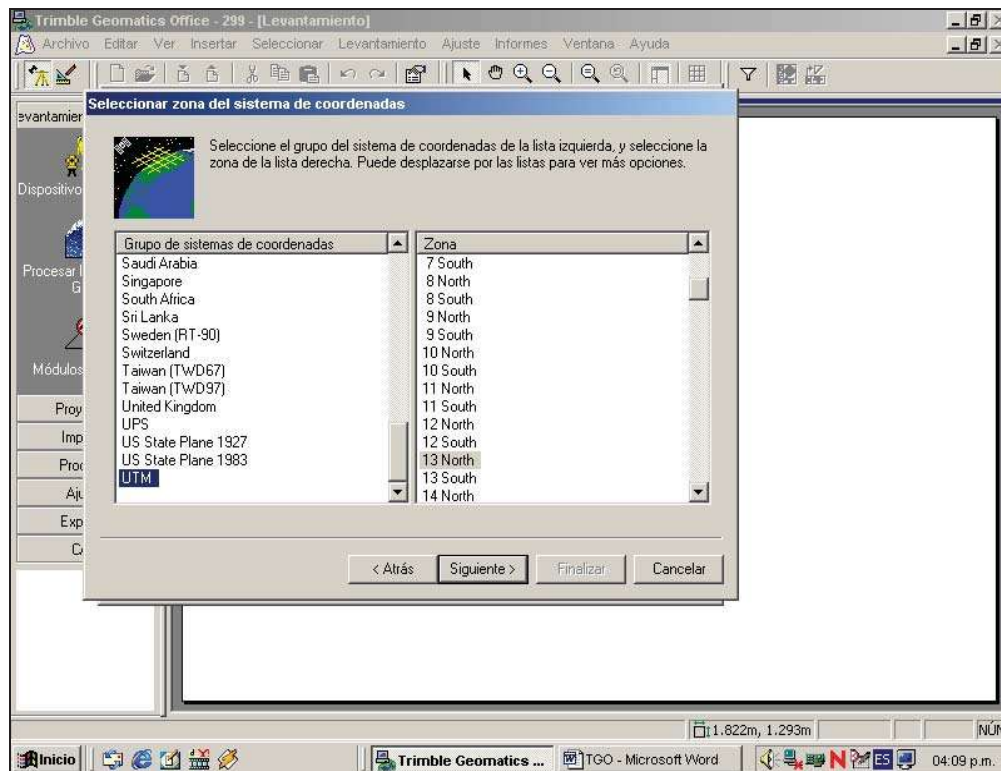
Dentro de la pestaña Sistema de coordenadas se elige la opción cambiar en donde aparecerán las opciones:

- Nuevo sistema
- Sistema recientemente usado

De las cuales se elige la primera (Nuevo sistema) y después el botón Siguiente y nuevamente aparecen dos opciones:

- Sistema de coordenadas y zona
- Proyección por defecto (Mercator transversa)

Se elige Sistema de coordenadas y zona y el botón Siguiente, entonces aparece:



En donde se elige el Grupo de sistema de coordenadas UTM, y en la zona se elige la zona donde se este trabajando, para este caso 13 North. Después se selecciona el Datum que será datum ITRF y el botón Siguiete para continuar.

Después aparecerá una pantalla que pide se seleccione un modelo Geoidal, lo cual no se utilizará. Y por último el botón Finalizar.

Después de esto la pantalla de Sistema de coordenadas quedará con los siguientes cambios:

Sistema : UTM

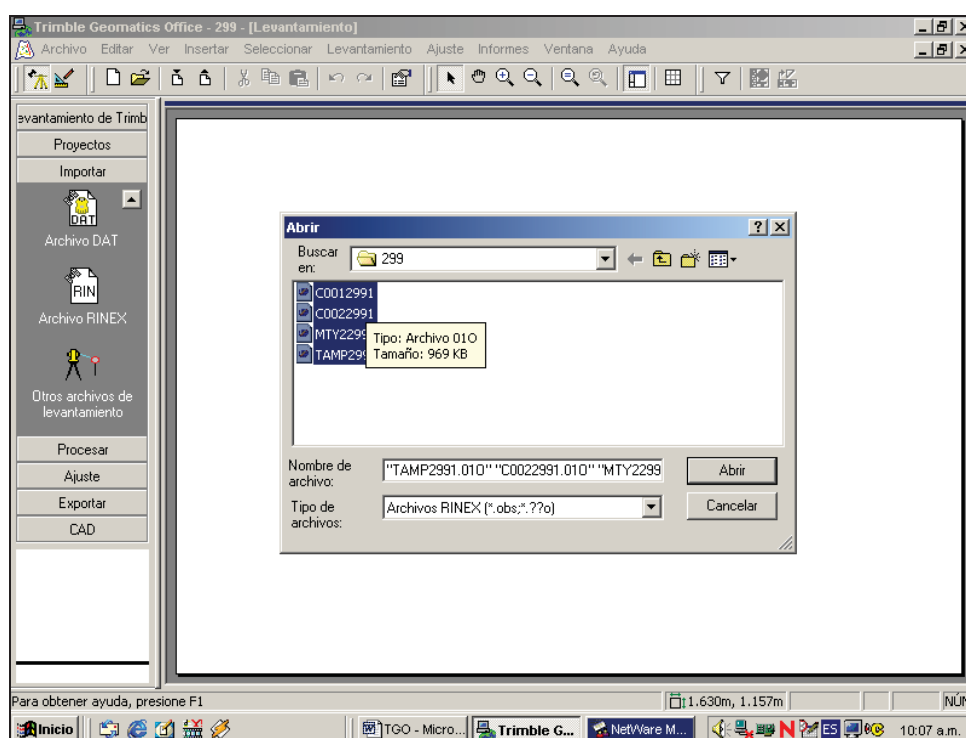
Zona : 13 North

Datum : ITRF

IV.4. IMPORTACIÓN DE ARCHIVOS.

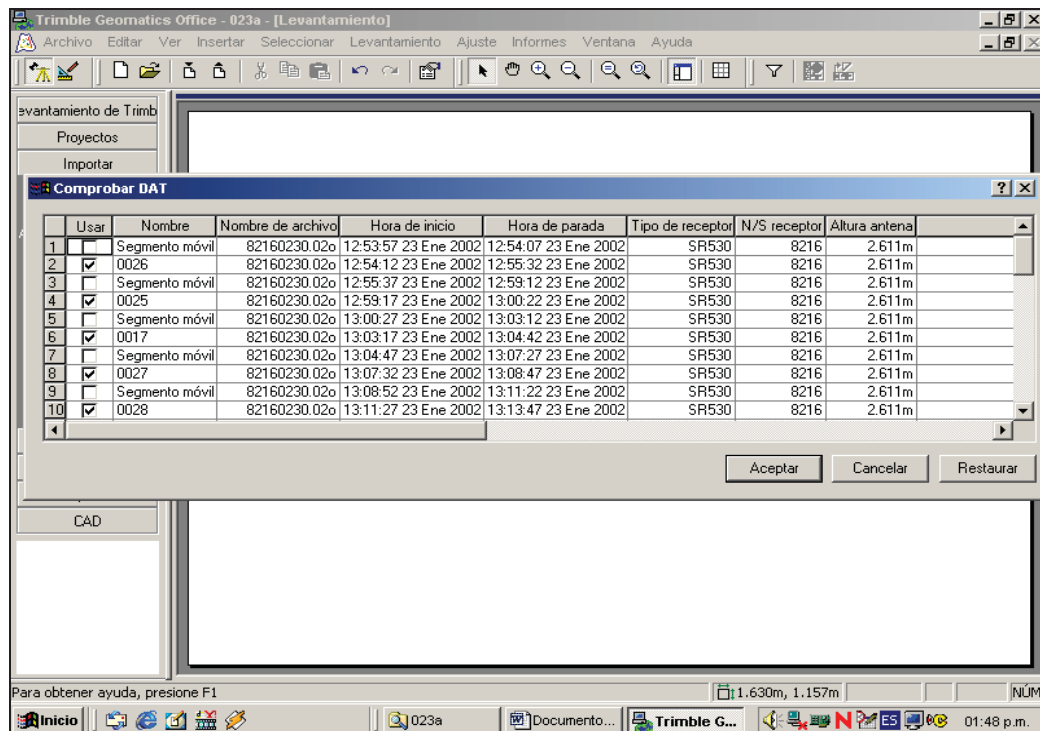
Para el proceso de la información es necesario la importación de archivos descargados directamente de los receptores a el proyecto creado para obtener la información que nos sea útil de cada archivo descargado.

Dentro del programa TGO y de la barra de tareas se selecciona el botón Importar, ya sea Archivos DAT o RINEX, entonces el programa abre una ventana en la cual se tiene que buscar la dirección en donde se encuentran los archivos descargados de los receptores que se quieran procesar.



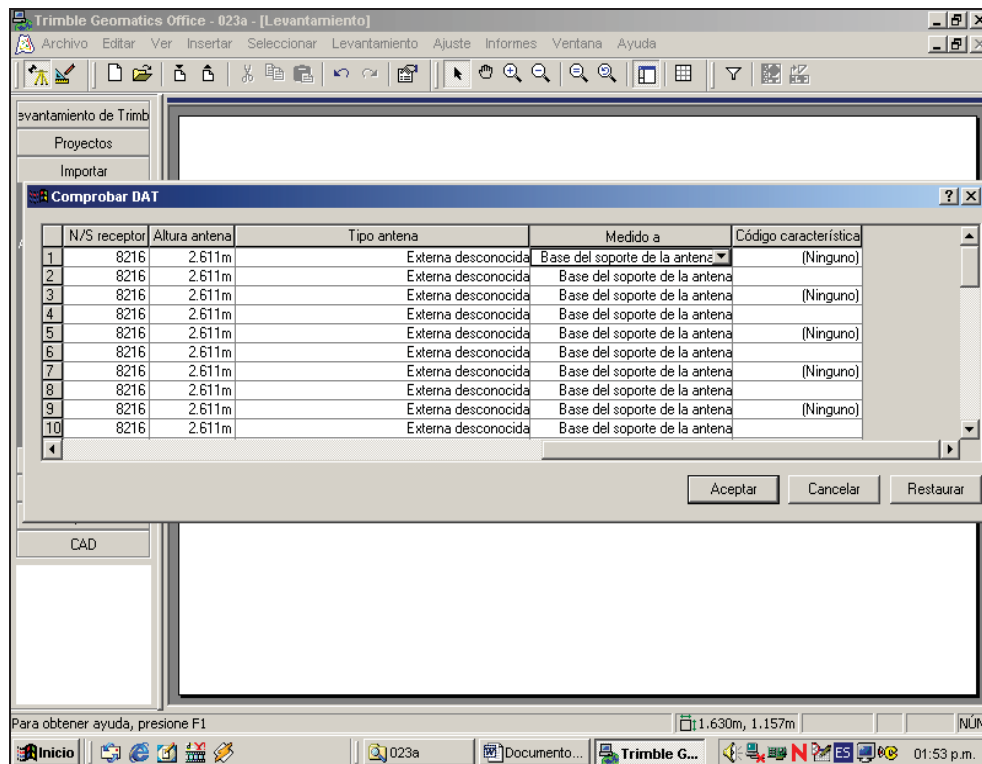
Se selecciona el o los archivos, aunque es recomendable hacerlo uno por uno para revisar el contenido de este y no omitir ningún dato que pueda ser útil. Seleccionado el archivo se abre y aparecen los datos que el receptor grabó.

Para comenzar siempre tiene que haber un archivo con un punto base con coordenadas conocidas para que este sea el punto de partida.

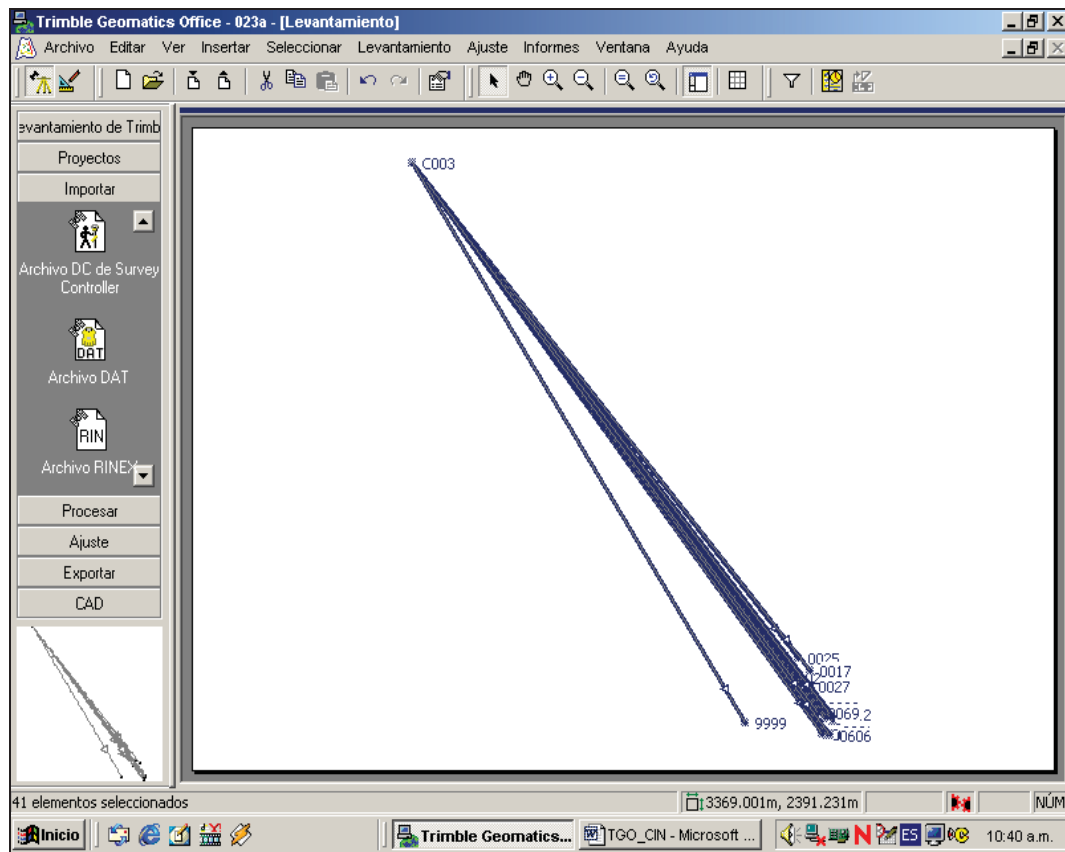


Aquí se verifica que contenga efectivamente todos y cada uno de los puntos levantados, además de corregir la altura ya que generalmente en campo se toma la altura sin considerar el Centro de fase que es donde se encuentra situado el cerebro del receptor, aproximadamente a la mitad de la altura de este. Por tal motivo se hace necesario el cálculo de tal altura mediante el programa ITERGEO (Interfase Geodésica) que se verá mas adelante.

Utilizando la barra de desplazamiento se pueden ver los demás campos de la misma pantalla:



Una vez realizado lo anterior se aceptan los cambios y muestra todos los vectores a calcular con respecto a el punto con coordenadas conocidas. Cada vector es una proyección con una posición aproximada del vértice contenido en el archivo importado al proyecto.

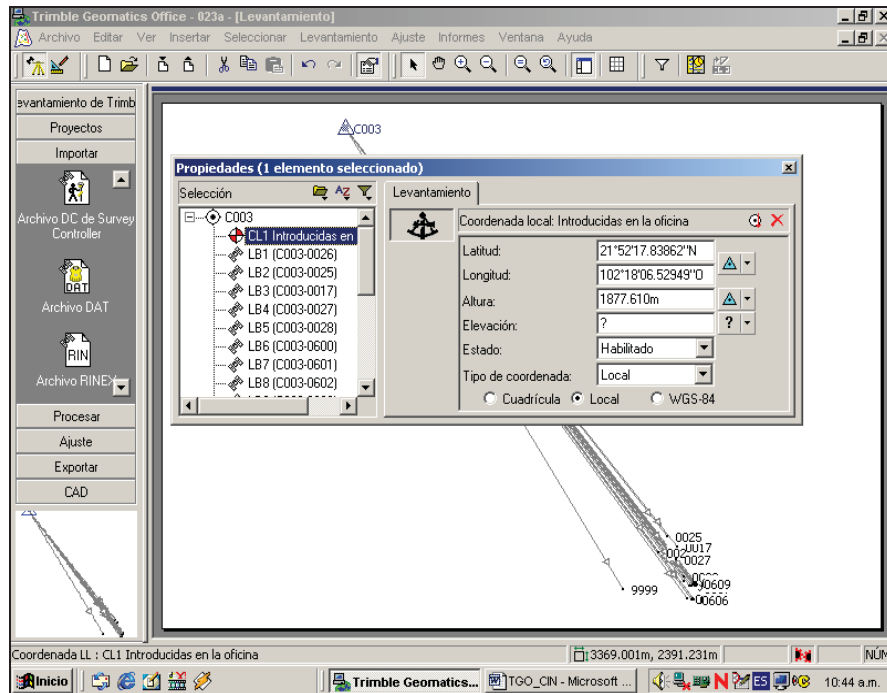


Para observar los números o claves como se muestra en la figura anterior, del menú Ver se selecciona la opción Ver/ Rótulos de punto/ Nombre. Debido a que sin realizar esto aparecen únicamente los vectores sin ninguna clave que los identifique. El punto de donde se observa parten todos los vectores es el que tiene las coordenadas conocidas (base) y los puntos restantes son los medidos por el receptor móvil.

Lo anterior se realiza con cada uno de los archivos a procesar. Una vez teniendo todos los vectores contenidos en cada archivo, en caso de tener más archivos se introducen las coordenadas a el punto conocido, para que el programa pueda calcular las coordenadas de los demás puntos.

IV. 5. INTRODUCCIÓN DE LAS COORDENADAS CONOCIDAS

Dentro del punto con coordenadas conocidas dando doble clic se abre una pantalla en la cual se introducen las coordenadas como sigue:



Se elige un tipo de coordenada Local, y se introducen las coordenadas que se tengan como dato, para el caso:

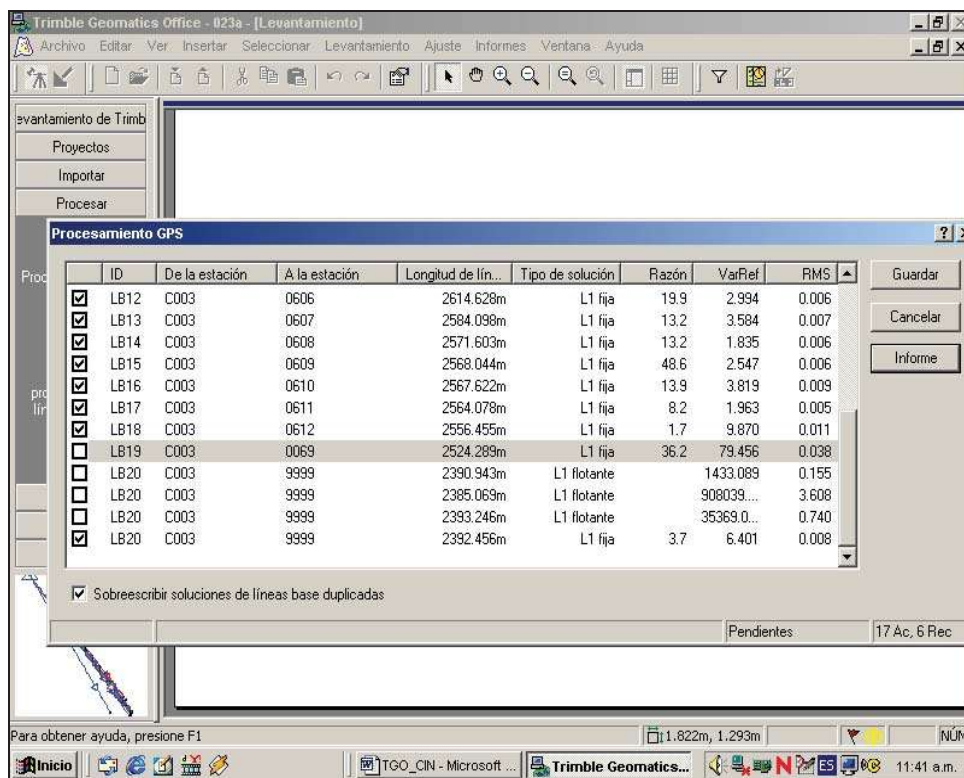
Latitud	N	21	52	17.83862
Longitud	O	102	18	6.52949
Altura elipsoidal				1877.610

Se tienen que identificar las coordenadas con Calidad control, esto se logra abriendo el combo que aparece con un triángulo junto a las coordenadas. Después de esto se cierra la ventana y el programa automáticamente guardará las modificaciones con la corrección de coordenadas si es que fue el caso.

IV.6. PROCESAMIENTO

De la barra de tareas del programa se selecciona del botón Procesar el icono Procesar líneas base, para esto es necesario que estén seleccionados los vectores a procesar, por medio del menú Seleccionar en la opción Seleccionar/ todos si así se quiere.

En este momento comienza el proceso de los archivos desplegando una pantalla que proporciona los siguientes datos:



En la pantalla anterior en la columna que dice ID, contiene las letras LB (línea base) y un número consecutivo que identifica a cada vector.

En donde dice De la estación y A la estación, son el punto base y destino del vector respectivamente.

Longitud de LB, es la distancia del vector. Y en el tipo de solución indica la solución libre de ionósfera flotante, la cual es recomendada para longitudes de 50 hasta 500 km, aunque el software intentara obtener una solución fija hasta 200 km.

Aquí se verifica que todos los vectores cumplan con las especificaciones establecidas por el programa como Ratio, Varianza de referencia y RMS, estos son identificados mediante una palomita en el cuadro que aparece junto a la identificación del punto. Los que no cumplan con estas soluciones no aparecen con la paloma y significa que tendrán que ser reprocesados hasta que cumplan con los valores establecidos por TGO.

Antes de guardar el resultado del proceso es recomendable activar los vectores que no cumplieron con la precisión dando un clic en el cuadro de la palomita. Los vectores que no cumplieron la precisión se anotaran para su posterior reproceso y cuando cumplan los requerimientos podrán incorporarse con los demás que si lo hicieron para ser incorporados en el Ajuste.

IV.6.1 CRITERIOS PARA EVALUAR LAS SOLUCIONES DEL PROCESO.

Parámetro	Frecuencia simple		Doble frecuencia	
	Indicador	Falló	Indicador	Fallo
RMS	0.03	0.04	0.02	0.03
Razón	3	1.5	3	1.5
Varianza de referencia	10	20	5	10

Donde:

RMS: Error Medio Cuadrático.

El RMS, es una medida del ruido de las mediciones. Cuanto menores sean los valores RMS mejores serán las soluciones. Las soluciones cuyos valores RMS sean inferiores al valor indicado, se aceptan.

Aquellas, cuyos valores superen el indicado, pero que sean menores que el valor de rechazo, se ‘marcan’. Por último, las que superen el valor de rechazo, no son aceptadas.

Razón: La razón es una medida de la precisión con que el algoritmo es capaz de determinar soluciones enteras fijas.

Cuanto mayores sean los números, mejores serán las soluciones. Las soluciones cuyos valores de razón sean inferiores al valor indicado, se aceptan.

Aquellas, cuyos valores superen el indicado, pero que sean menores que el valor de rechazo, se ‘marcan’.

Por último, las que superen el valor de rechazo, no son aceptadas.

Asimismo, la razón se ignora, si la solución final para el estilo de procesamiento es flotante o de código.

Varianza de referencia: La varianza de referencia es una medida de la precisión con la que el algoritmo usado para líneas base calcula el error previsto. En condiciones óptimas, la varianza de referencia es 1.0.

Los valores inferiores indican que se han encontrado menos errores de los previstos. Los valores por encima de 1.0 indican que se han encontrado más errores de los previstos.

La prueba de aceptación basada en la varianza de referencia, sólo se fija en los valores superiores a 1.0.

Las soluciones cuyos valores de varianza de referencia sean inferiores al valor indicado, se aceptan.

Aquellas, cuyos valores superen el indicado, pero que sean menores que el valor de rechazo, se ‘marcan’. Por último, las que superen el valor de rechazo no son aceptadas.

IV.6.2. INFORME DE PROCESAMIENTO DE LINEAS BASE

Es importante realizar este Informe, ya que proporciona información de satélites dañados o que están mandando información defectuosa, lo cual sirve para en el reproceso de un vector que no cumple con la precisión detectar que satélite es el que esta dañando la información y así eliminarlo para que no sea tomada en cuenta en el reproceso la información de este satélite, como se vera mas adelante y resulte con una mejor solución el vector.

Se realiza directamente este informe con el botón Informe de procesamiento de líneas base.

Proyecto : 267

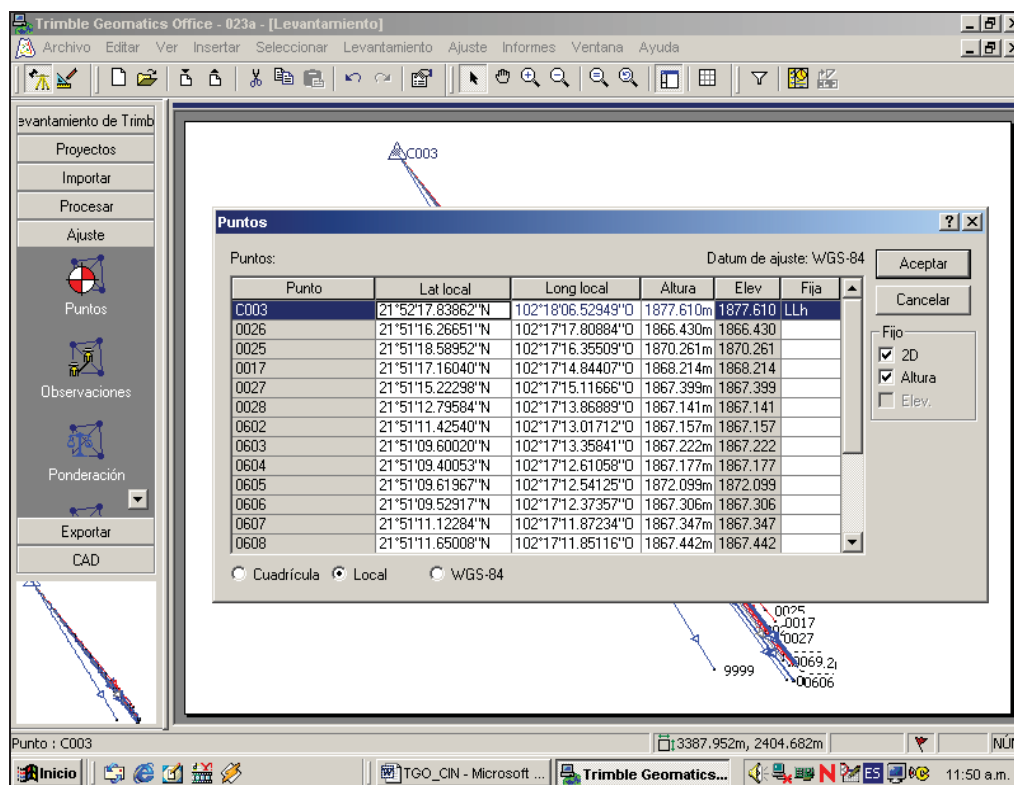
Nombre del usuario	Víctor H. O. Q.	Fecha y hora	11:38:16 a.m. 24/09/2003
Sistema de coordenadas	UTM	Zona	13 North
Datum del proyecto	ITRF		
Datum vertical		Modelo geoidal	No seleccionado
Unidades coordenadas	Metros		
Unidades de distancia	Metros		
Unidades de altura	Metros		

Resumen procesamiento

ID	Desde	A	Longitud de línea base	Tipo de solución	Razón	Varianza de referencia	RMS
LB1	C002	TAMP	455344.566m	Libre de iono flotante	0.000	5.166	0.030
LB3	TAMP	C001	456178.998m	Libre de iono flotante	0.000	4.662	0.027
LB4	MTY2	C002	469596.496m	Libre de iono flotante	0.000	3.974	0.025
LB5	C002	C001	837.067m	L1 fija	5.576	6.209	0.009
LB6	MTY2	C001	470076.573m	Libre de iono flotante	0.000	3.297	0.022

CAPITULO V. AJUSTE DE LA INFORMACIÓN.

Primero se fijan los puntos con coordenadas conocidas, partiendo del botón Ajuste y el icono Puntos



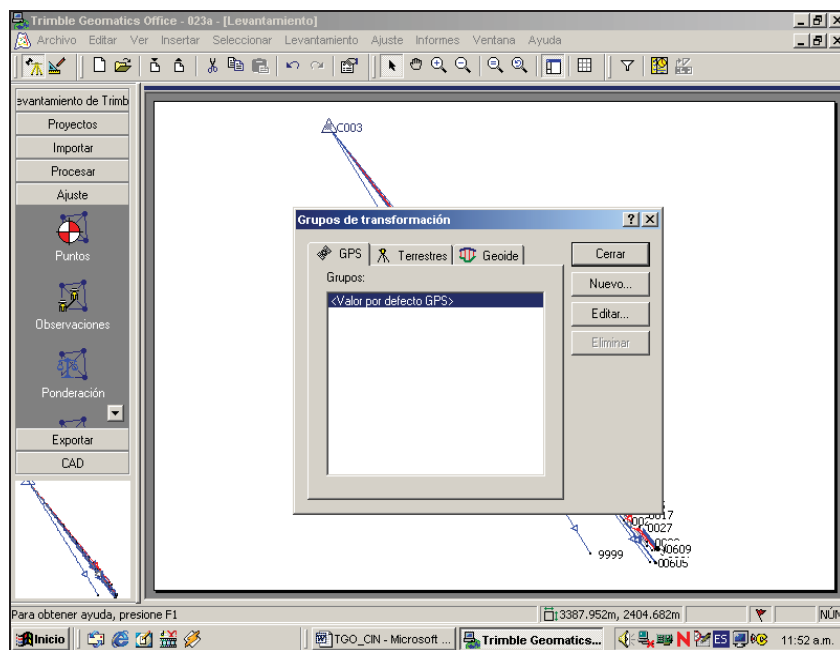
Se revisa que este en Local, y se selecciona el punto con coordenadas conocidas para aquí mismo hacer su corrección de Latitud, Longitud y Altura. Los botones de 2D y Altura se activan para que queden fijas en estas tres componentes.

Después de aceptar los cambios anteriores se revisan los vectores activos por medio del botón Observaciones.

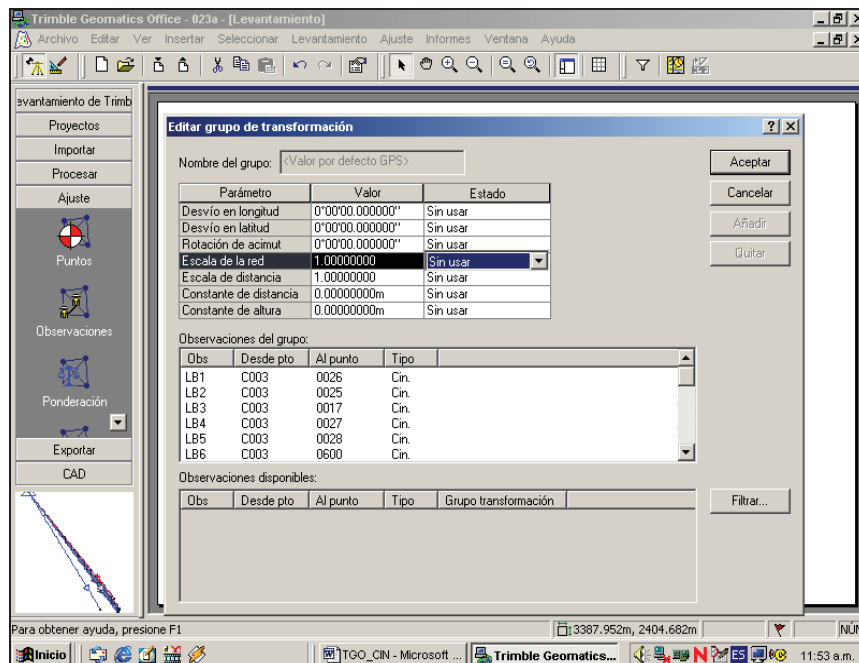
Aparecen todos los vectores incluyendo los que no cumplieron con la precisión, pero estos últimos no estarán seleccionados para que no afecten en la solución de los demás.

Para continuar con el Ajuste de la información se tienen que desactivar los parámetros de transformación, ya que no se utilizan en el Ajuste como se indica a continuación.

Dentro del menú Ajuste se encuentra la opción Grupo de observación, en la que se elige la que interesa que es Grupo de transformación



Aquí se Editan todos los parámetros para que no sean usados:



Se aceptan los cambios y se cierra esta ventana.

Dentro del menú Ajuste se selecciona ahora el Datum del proyecto. Entonces Ajuste/ Datum/ Datum del proyecto ITRF. Ahora directamente con la función F10 el programa comenzara con el ajuste, en donde al termino de este se puede revisar el listado del Ajuste por medio del botón Informe del Ajuste el cual indica si el Ajuste de los vectores realizado pasa o no el criterio de aceptación.

Si pasan los criterios de aceptación lo que sigue es realizar el Archivo CGP, el cual contendrá todos los puntos que se procesaron y ajustaron en este proyecto con sus coordenadas correspondientes en sus tres dimensiones.

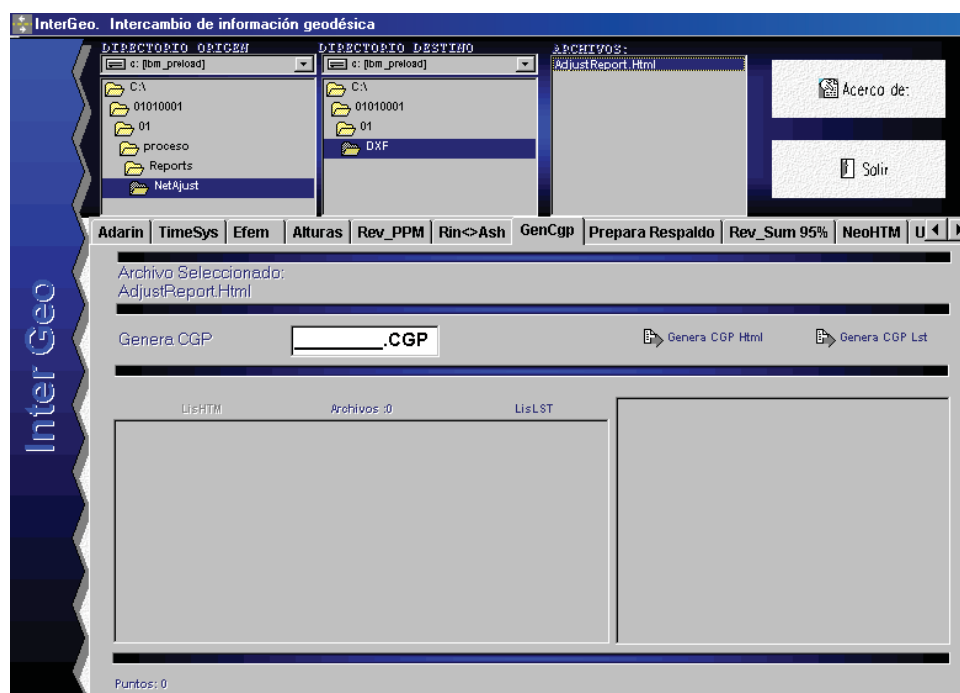
Si no pasan los criterios de aceptación los vectores en el Ajuste se tiene que revisar cuales son los vectores que están afectando y estos se reprocesaran hasta lograr que todos cumplan con las especificaciones, como se vera mas adelante.

El Archivo CGP se realiza mediante el programa INTERGEO (Interfase Geodésica).

V.I. GENERACIÓN DEL ARCHIVO DE PUNTOS

Se genera el archivo CGP para conocer las diferentes coordenadas de todos los puntos del proyecto, ya que dicho archivo contiene la clave del punto y sus coordenadas UTM.

Dentro del programa INTERGEO



Con la pestaña GenCgp seleccionada se busca en el directorio origen la carpeta que contenga el archivo AdjustReport.html que es el archivo que genero el Ajuste. En el directorio destino se elige la carpeta en donde se desea almacenar el archivo de puntos, y se selecciona el archivo del que se desee generar el CGP como se muestra en la figura anterior.

En la caja de texto Genera CGP se introduce el nombre que se quiera dar al archivo y con el botón Genera CGP Html se genera este archivo de puntos en el que aparece una ventana con el número de puntos que contiene.

La generación de este archivo CGP sirve además de conocer las coordenadas de los puntos levantados con el GPS, para la creación del esquema gráfico de la zona en donde se realizó el levantamiento de donde se pueden conocer las distancias de punto a punto y las diferentes áreas que se conformen.

Además dentro del programa Intergeo se revisa en el listado del ajuste que se generó si el promedio del Ajuste de puntos pasa o no la precisión en PPM.

Lo anterior se verifica pulsando la pestaña Rev_PPM estando en el archivo que se desea revisar.

InterGeo. Intercambio de información geodésica

Directorio Origen: c:\bm_preload | Directorio Destino: c:\bm_preload | Archivos: AdjustReport.html

Adarin | TimeSys | Efem | Alturas | **Rev_PPM** | Rin<->Ash | GenCgp | Prepara Respaldo | Rev_Sum 95% | NeoHTM | U < >

Archivo Seleccionado: AdjustReport.html

☐ Lectura de Html ☐ Lectura de LST

PPM's Promedio: 4.9

Ind.:De:	A:	Dif. En Alt.:	Error:	Distancia:	Error:	PPM
C067 0081		-73.217m	0.050m	2814.249m	0.010m	8.43
C067 0085		-62.163m	0.010m	2907.248m	0.003m	1.92
C067 0086		-66.009m	0.017m	3012.660m	0.005m	3.67
C067 0087		-64.305m	0.014m	3027.624m	0.006m	2.99
C067 0088		-77.196m	0.024m	2889.989m	0.004m	2.50
C067 0089		-64.462m	0.026m	2975.431m	0.011m	7.76
C067 0090		-65.773m	0.028m	2966.455m	0.008m	8.28
C067 0091		-66.127m	0.012m	2937.552m	0.006m	3.75
C067 0092		-69.760m	0.019m	2918.566m	0.007m	6.48
C067 0093		-68.183m	0.012m	2862.494m	0.008m	3.85

Id: Presión:
 * 20ppm 1-50,000
 ** 50ppm 1-20,000
 *** 100ppm 1-10,000

Duplicados:

Vectores: 53

En la pantalla anterior muestra cada vector ajustado, en donde se observan los campos “De”, “A”, “Diferencia en altura”, “Error A priori”, “Distancia” entre los dos puntos (punto base del vector y punto de llegada del vector), y la columna “PPM” partes por millón.

En el lado derecho muestra el promedio en PPM, obtenido del ajuste de los vectores existentes. Los indicadores de falta de precisión que se encuentran en el recuadro debajo de el promedio se activarán en los vectores que no lleguen a cumplir la precisión requerida según sea el caso.

En la parte inferior muestra el total de los vectores que contiene el ajuste.

En la pestaña Alturas se calcula la altura al centro de fase de la antena GPS, la cual se tiene que calcular antes de iniciar el proceso de información del archivo descargado del receptor GPS como se menciono anteriormente.

El procedimiento es el siguiente:

Después de pulsar la ficha Alturas aparece la siguiente pantalla:

The screenshot shows the 'InterGeo. Intercambio de información geodésica' application window. The 'Alturas' tab is selected in the top navigation bar. The interface includes two file selection panels, 'DIRECTORIO ORIGEN' and 'DIRECTORIO DESTINO', both showing a directory structure with folders like 'C:\', '01010001', '01', 'Crudos', '299', and 'Ash'. A list of files is shown on the right, including '00012331.030', '00022331.030', 'MTV22331.030', and 'TAMP2331.030'. Below the file selection, there are input fields for 'Altura' and 'Altura Adicional', and a 'Receptor' dropdown menu set to 'Antena'. The 'Resultado' section displays 'Constantes Aplicadas' with fields for 'Radio' and 'Adicional al Centro de Fase'. The 'Alturas' tab is active in the top navigation bar.

En este modulo se calcula la altura al centro de fase de la antena GPS. Solamente tecleando en el campo Altura la altura que se introdujo al receptor directamente en campo al iniciar el levantamiento.

El campo Vertical se activara si se utilizo bípode y si se utilizo trípode este campo no se activa.

En el campo Receptor se selecciona el tipo de receptor del que se quiere calcular la altura al centro de fase, inmediatamente la altura calculada aparece en el campo Resultado que será el que se debe introducir en el proceso.

V.I.1 CORRECCION DE ALTURA DE ANTENAS.

Equipo Trimble 4700:

Cuando la altura se haya medido en la parte inferior de la muesca (Altura inclinada), el radio es de 0.2334, y la altura adicional de 0.0069 cm.

Cuando se mide a la base de la antena (Altura vertical) la altura adicional es de 0.0625 cm. Lo anterior es valido cuando se utiliza el plano de tierra.

Cuando no se utiliza el plano de tierra y la altura se mide en la parte inferior de la muesca (Altura inclinada), el valor del radio es 0.0915 y la altura adicional de 0.0069 cm.

Si se mide la altura a la base de la antena (Altura vertical), la altura adicional es de 0.0625 cm.

Equipo Trimble 4600 LS:

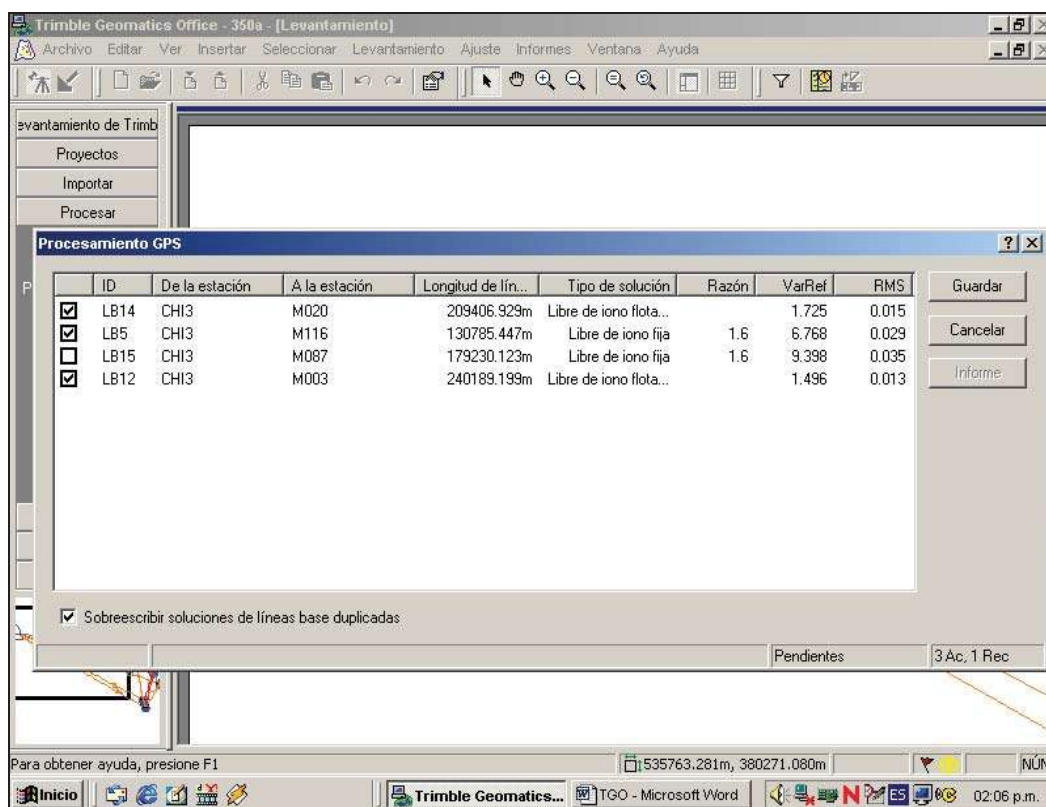
Si la altura se mide al gancho (Altura inclinada), el radio es de 0.097 y la altura adicional de 0.065 cm.

Si se mide la altura a la base de la antena (Altura vertical), la altura adicional es de 0.1070 cm.

V.1.2. REPROCESAMIENTO.

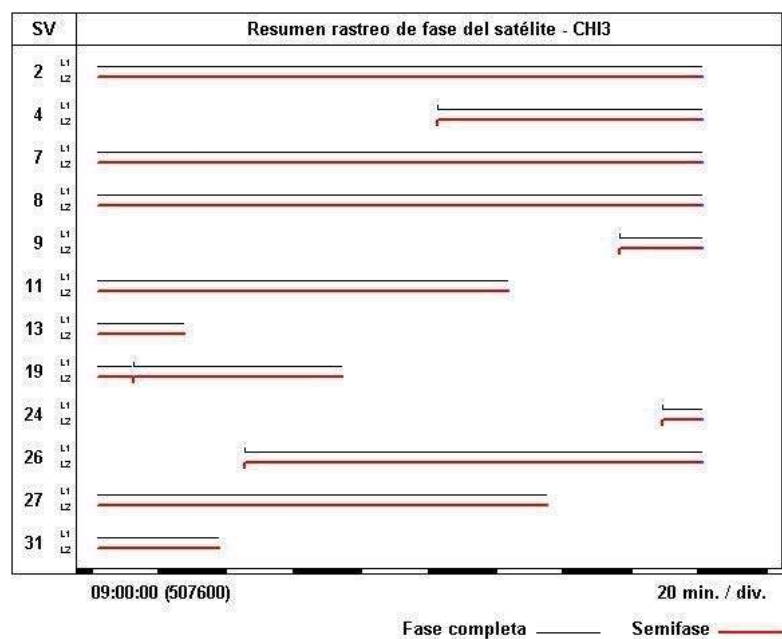
Luego de haber realizado el procesamiento de puntos y de revisar el informe del proceso si alguno de los vectores no cumplió con los criterios de aceptación o rechazo del programa TGO estos aparecen sin la palomita en el recuadro izquierdo indicando lo anterior, por lo que tienen que ser reprocesados con el fin de mejorar sus soluciones y evitar al máximo su reposicionamiento en campo.

En el siguiente caso aparece un vector que luego de haber sido procesado no cumple con el criterio de aceptación del programa por lo que se procesara nuevamente de la siguiente manera:



Una forma muy práctica de resolver esta situación es seleccionar el vector y realizar el informe del mismo, esto se hace eligiendo del menú principal Informe la opción Informe del procesamiento de líneas base GPS.

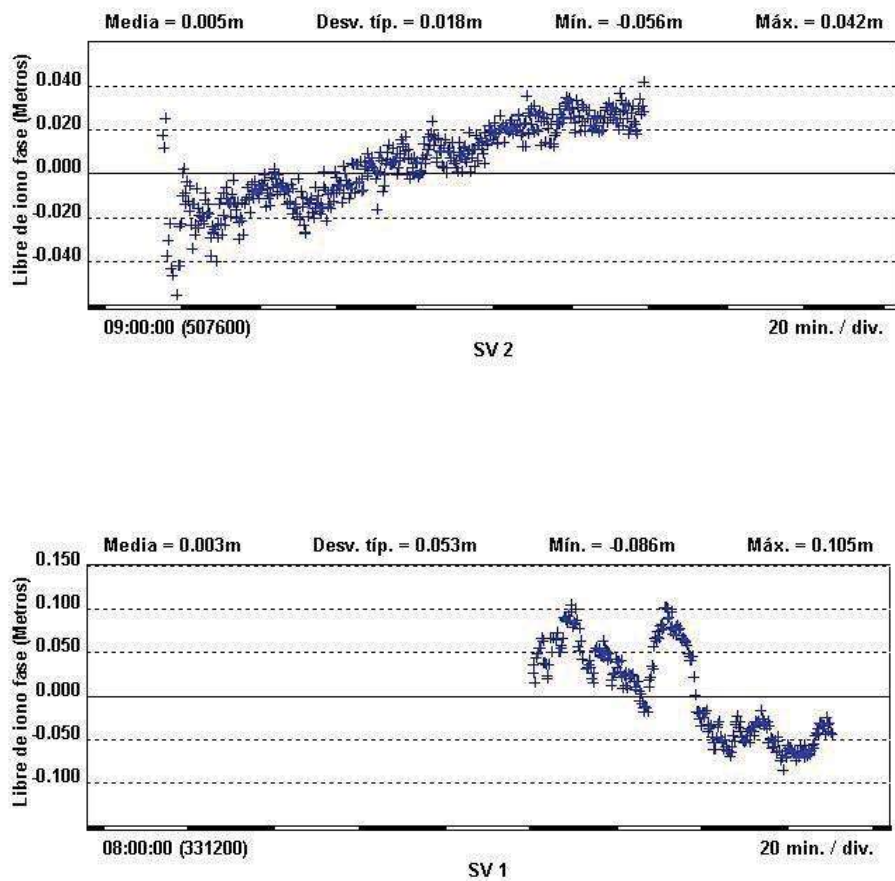
En esta ventana de Resumen de seguimiento se observan el rastreo de seguimiento de los satélites:



En donde se puede ver los distintos satélites de donde el receptor obtuvo información, así como el tiempo que se mantuvo enganchado a cada uno de ellos, se observa que es una buena cantidad de satélites por lo que se puede optar por eliminar alguno de ellos y puede ser el que tenga menor margen de contacto con el receptor (líneas interrumpidas o muy cortas) .

Se cierra la ventana del informe para regresar a la ventana de TGO luego de haber anotado el o los satélites que se pretenden eliminar (ignorar su información).

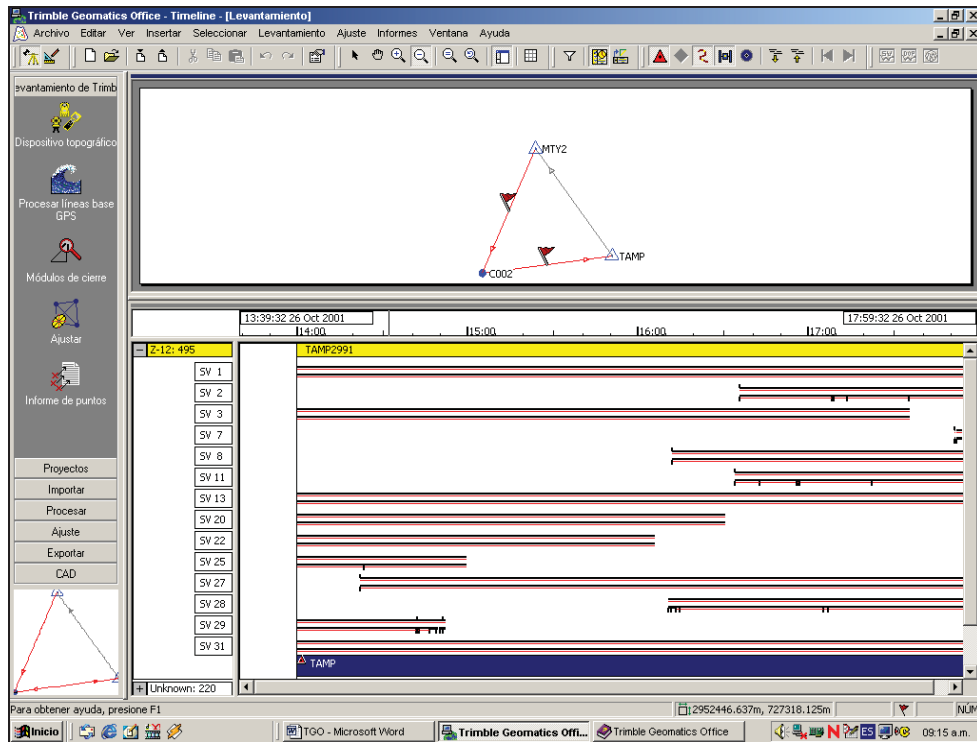
Otra opción para tomar un criterio de que satélite esta afectando la información del vector es dentro del mismo informe en el apartado Residuales se pueden detectar satélites ruidosos en las gráficas de residuales para cada satélite.



Como se puede observar en el primer caso los residuales llegan hasta 0.040m y en la segunda poco más de 0.100m por lo que el satélite más desfavorable en este caso es el segundo por lo que este pudiera ser el satélite a eliminar.

Una vez revisado el informe del procesamiento se puede optar por la omisión de satélites, la modificación del rango de épocas (tiempo), o modificar la mascara de elevación.

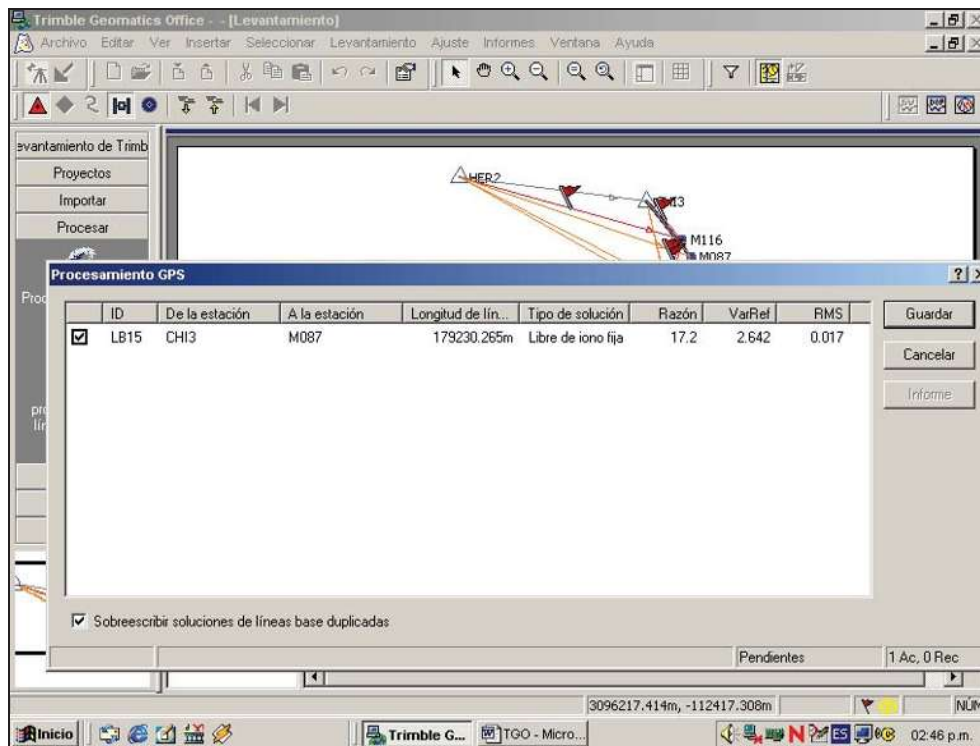
Dentro de la ventana de TGO se elige la opción Timeline del menú principal Ver y en la parte inferior de la pantalla aparece una ventana



Esta ventana contiene información de los satélites de los cuales registro datos el vector, ahora como se menciono anteriormente de aquí se puede optar por omitir uno o más satélites si es necesario siempre y cuando queden mínimo cuatro.

De esta ventana se eliminan los satélites pulsando el botón derecho del ratón colocando el puntero en el satélite que se desee eliminar y se elige la opción **Habilitar \ inhabilitar** **Alt + Del** entonces las épocas de este SV aparecerán en gris significando que no será tomada en cuenta su información en el reproceso de este vector.

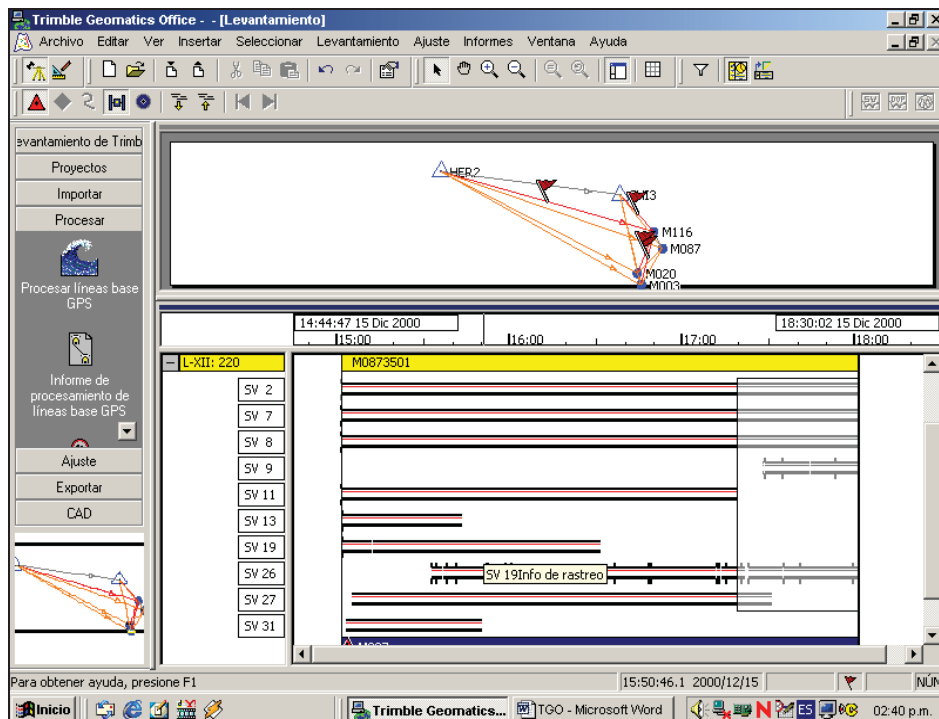
Ahora para reprocesar este vector simplemente se tiene que seleccionar y dar nuevamente la orden mediante el botón Procesar líneas base.



Se puede ver como después de realizado lo anterior el vector ya aparece con la palomita indicando que ha cumplido con los requerimientos del programa y como los valores de varianza de referencia bajaron significativamente de 9.39 a 2.64 y el RMS de 0.035 a 0.017, con lo que ahora se guarda para ser incorporado al Ajuste con los demás vectores.

La otra opción para tratar de mejorar la calidad de un vector es modificar el rango de épocas como sigue:

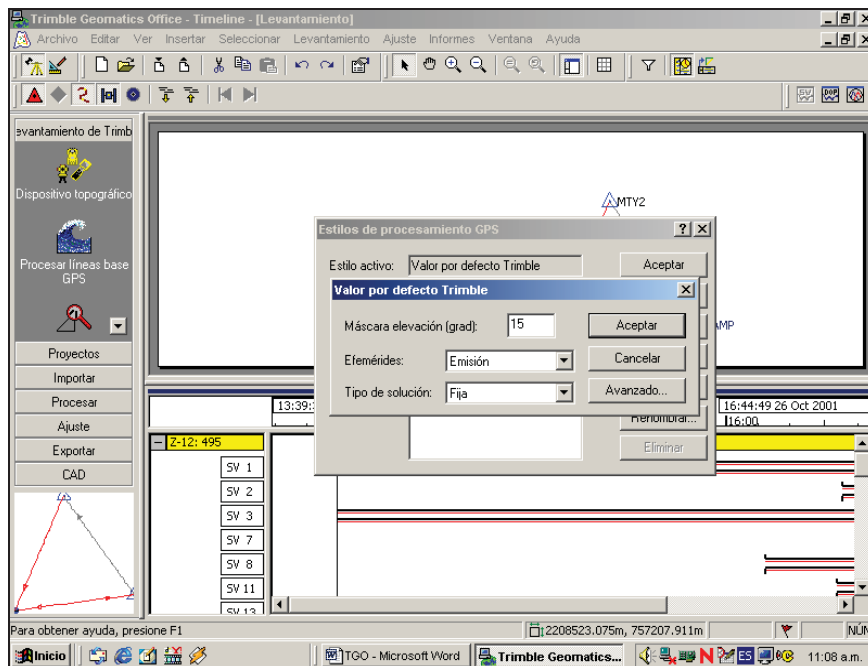
Nuevamente en la ventana de Taimeline



Con el puntero del raton manteniendo presionado el boton izquierdo se abre una ventana en la parte en que se quiera sea omitido este tiempo (epocas) de grabacion y con el boton derecho se abre una ventana en donde se selecciona Habilitar \ deshabilitar Alt + Del, las epocas seleccionadas apareceran en gris y la información registrada en este tiempo no sera tomada en cuenta en el reproceso de este vector.

De igual forma se selecciona el vector y se da la instrucción Procesar lineas base.

La otra opcion es modificar la mascara de elevación. Del menú principal Levantamientos se selecciona la opcion Estilos de procesamiento GPS y se elige Editar:



En la opción Máscara de elevación (grad) se cambia en este caso a 15 se acepta y nuevamente se da Procesar líneas base.

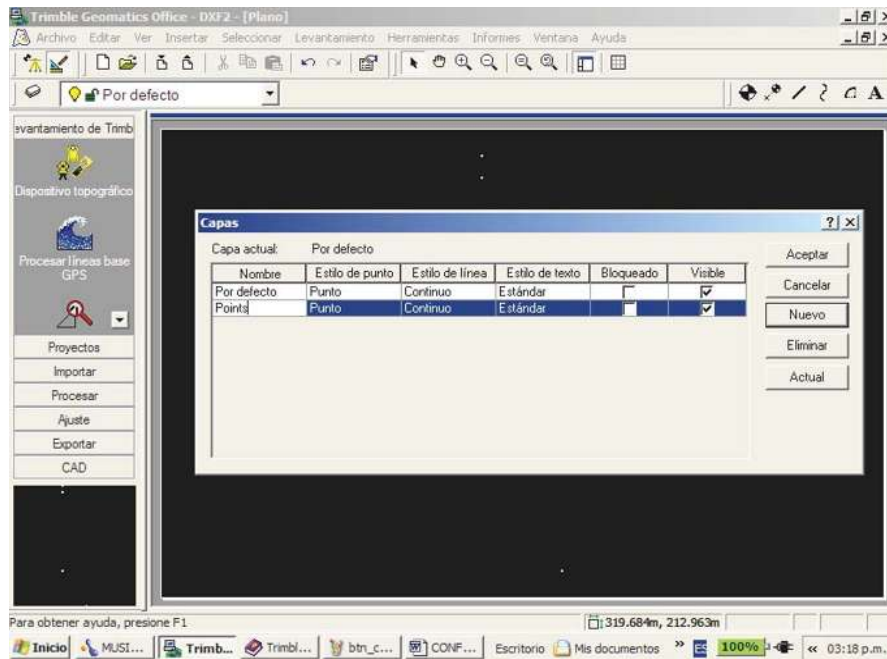
Al modificar la Máscara de elevación implica que las observaciones de los satélites que se encuentren por debajo de esta no serán tomados en cuenta.

V.2 GENERACIÓN DEL ARCHIVO DXF.

De igual forma que con el proceso se tiene que crear el proyecto en donde estará el archivo DXF y este se crea idénticamente al del proceso.

Dentro del proyecto creado se establece el plano que detallara el esquema gráfico, para esto del menú Ver se selecciona Plano y enseguida se crean las capas para la organización de los datos del proyecto de delimitación. Básicamente se requieren dos capas una para contener los vértices y otra para contener la unión de líneas.

Mediante el dialogo Capas se definen las capas Points y Líneas_DP1 que guardaran los puntos importados y las líneas generadas. Para esto de la pantalla principal del proyecto se editan las capas Editar/ Capas.



Entonces se crea la capa de puntos por medio del botón Nuevo y se integra una nueva fila con las mismas columnas que la anterior, pero en la columna de Nombre se introduce Points, que será el nombre de la capa.

Los Estilos de línea, de texto y de punto se quedan con el estilo definido por defecto es decir: continuo, estándar y punto respectivamente, ya que son estilos predefinidos por Trimble.

En la opción Bloqueado se deja inactiva para poder realizar modificaciones posteriores.

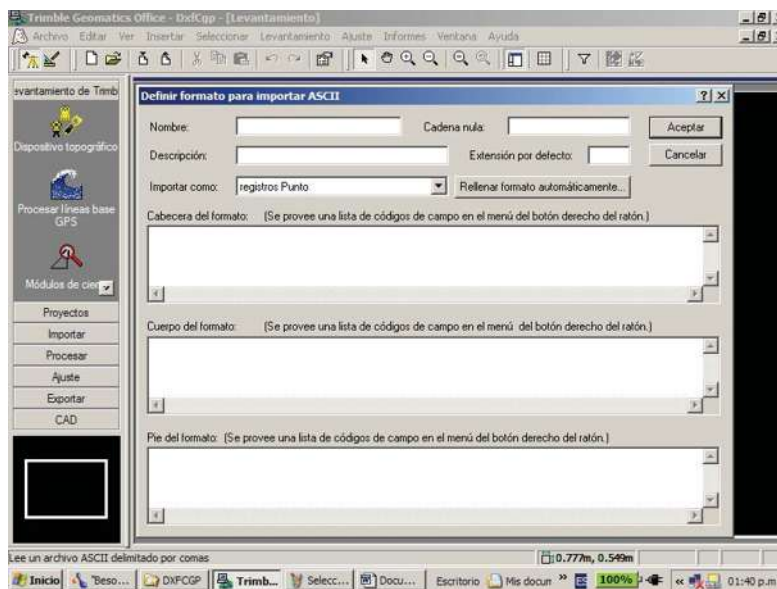
Ahora para crear la capa de líneas se realiza de la misma forma salvo en el Nombre que será Líneas_DP1. El estilo de punto y texto quedan como están y el estilo de línea se selecciona un color que difiera de la capa de puntos.

La opción de Bloqueado inactiva para cualquier modificación, y se habilita la opción Visible. Ahora para poder realizar el esquema gráfico se tienen que importar los archivos CGP que contienen los puntos que se obtuvieron del proceso anterior.

V.3 IMPORTACIÓN DE ARCHIVOS CGP.

Dentro del mismo programa TGO se incorporaran los archivos de puntos, pero habrá que crear el formato de importación, ya que TGO no lo tiene creado por defecto. Esto se realiza solamente en la primera importación de archivos porque una vez creado el formato queda guardado para seguir utilizándolo.

En el menú Archivo/ Importar se encuentran tres fichas de formato (Levantamiento, CAD ASCII y Personalizado) este último se selecciona y aparece una caja de diálogo en la que se elige Nuevo Formato:



En nombre será CGP.

Cadena nula: No se edita este campo. Este campo es opcional. La cadena nula que se especifica aquí se interpretará durante la importación de un archivo para indicar que no hay un valor disponible para un registro particular.

Descripción: Editar Importación CGP. La descripción aparecerá en la barra de estado cuando se resalte el formato en el diálogo Importar.

Extensión por defecto: Capturar CGP.

Importar como: Se deja la selección por defecto: Registros punto.

Rellenar formato automáticamente: No seleccione este botón. Este diálogo es usado para inicializar automáticamente la cabecera del formato y las definiciones del cuerpo.

Cabecera del formato: No se requiere la definición de una cabecera del formato.

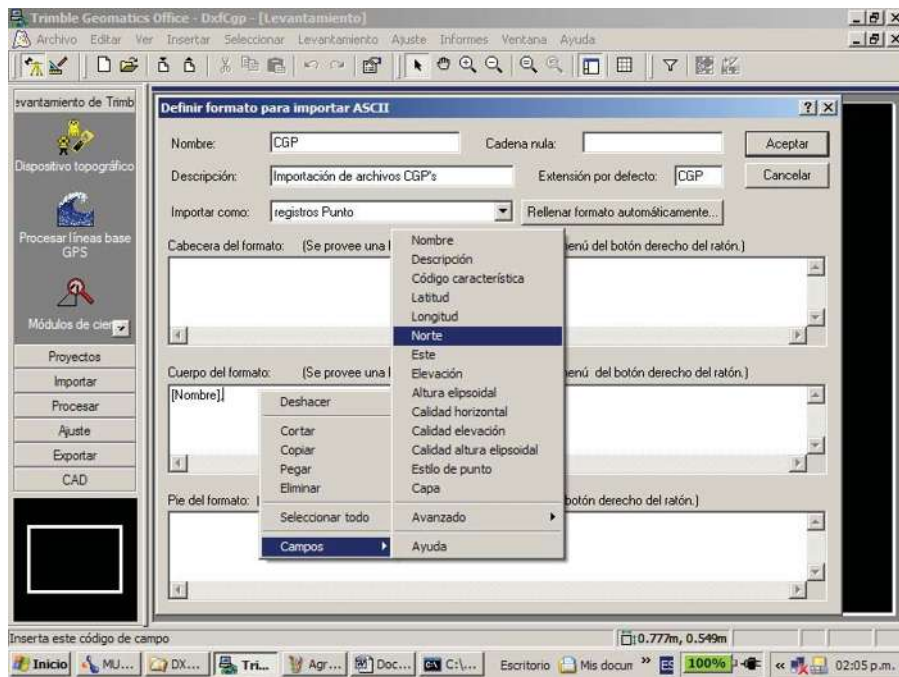
Cuerpo del formato: Definición de los campos a importar.

Pie del formato: No es necesario definir un pie del formato.

V.3.1 DEFINICIÓN DEL CUERPO DEL FORMATO.

Aquí se define que tenga el siguiente formato: “ Punto, Norte, Este, Altura ”

Estando en la pantalla anterior y pulsando el botón contextual:



Se selecciona Campos/ Nombre seguido de una coma, ya que esta es el delimitador requerido para diferenciar donde termina el campo Nombre y comienza el campo Norte. Es importante no dejar ningún espacio en blanco. Al terminar esto se tendrá: [Nombre],.

Ahora para los demás campos se realiza lo mismo, es decir: contextual Campo/ Norte seguido de una coma y así hasta tener el siguiente formato:

[Nombre],[Norte],[Este],[Altura Elipsoidal].

Se aceptan los cambios de la configuración.

V.3.2. TRATAMIENTO DE PUNTOS DUPLICADOS.

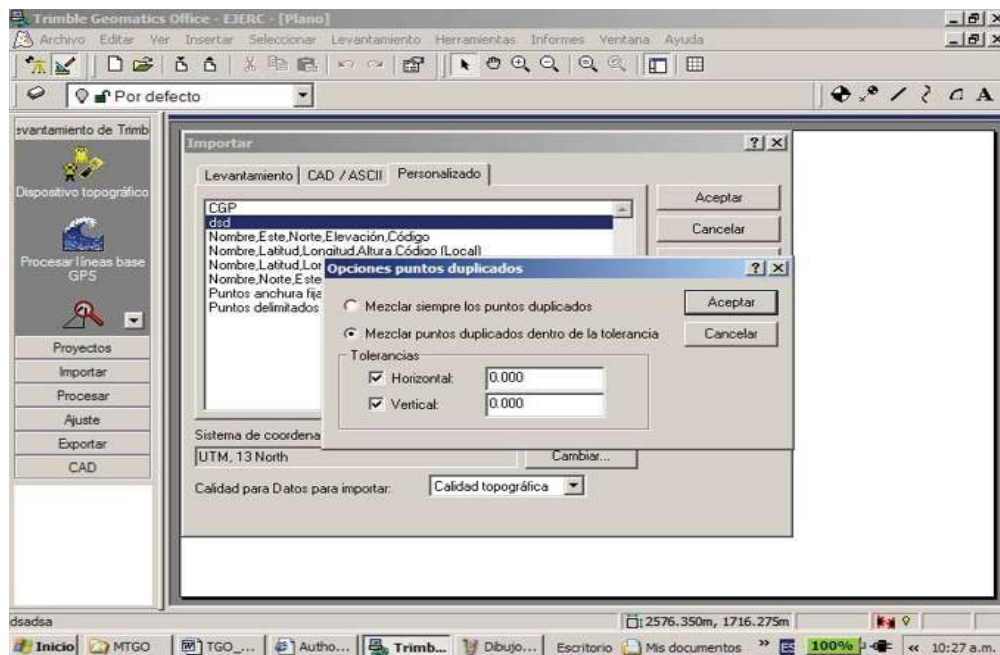
El programa Trimble Geomatics Office brinda dos opciones para importar puntos con el mismo nombre:

1. Siempre mezcla puntos duplicados.
2. Mezcla puntos duplicados dentro de tolerancia. Se puede especificar dentro de qué tolerancia horizontal o vertical el programa mezcla puntos o el programa no resuelva puntos duplicados al ser importados.

Por defecto, el programa Trimble Geomatics Office mezcla puntos con el mismo nombre al ser importados de modo que no se crean puntos duplicados. (Esta es la manera más rápida para importar datos.).

En este caso, se hace necesario la creación de un mecanismo para evitar que TGO mezcle las coordenadas duplicadas.

Se selecciona Archivo/ Importar y aparece el cuadro de diálogo Importar, de aquí se selecciona Opciones:



Mezclar siempre puntos duplicados. No se utiliza esta opción.

Mezclar puntos duplicados dentro de tolerancia. Para especificar que el programa no mezcle puntos duplicados al ser importados, se configura la tolerancia para importar datos a 0.000. Después solamente se renombran los puntos duplicados dentro de TGO.

Con las tolerancias Horizontal y Vertical con valor 0.000, las coordenadas de puntos duplicados deben ser exactamente las mismas para que los puntos se mezclen.

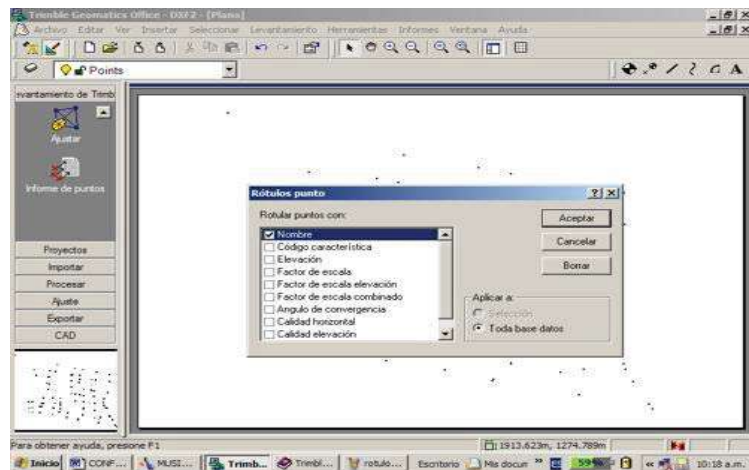
El sistema de coordenadas y la calidad de datos para importar quedan con la selección por defecto y se aceptan los cambios.

V.3.3 PROCEDIMIENTO DE IMPORTACIÓN DE ARCHIVO CGP.

Ahora esta todo listo para continuar con la importación de Archivos CGP como sigue:

Archivo/ Importar, dentro de la pestaña Personalizado se selecciona CGP y se acepta. Entonces aparece la carpeta y sus archivos de la cual se selecciona el archivo donde se guardaron los puntos y se abre.

Entonces aparecen en pantalla todos los puntos contenidos en ese archivo, pero sin etiqueta, por lo que para verlas se selecciona del menú principal: Ver/ Rótulos punto y la opción Nombre se activa.

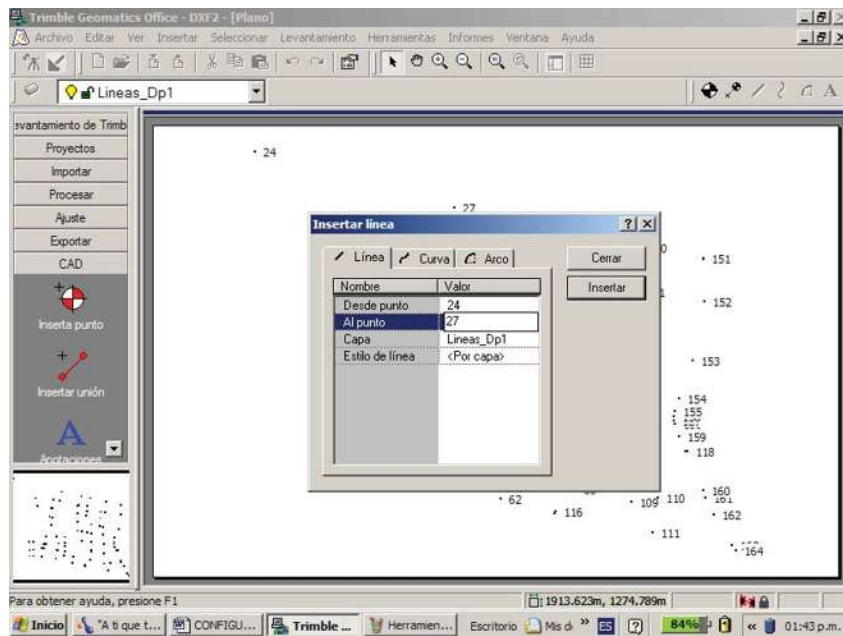


Entonces las etiquetas de los puntos serán desplegadas.

V.3.4. INSERCIÓN DE LINEAS.

Primeramente se selecciona la capa de líneas que es Líneas_DP1, esto por medio del menú Editar/ Capas, seguida de el botón Actual y se acepta.

Ahora para las uniones se utiliza el cuadro de diálogo Insertar línea. Entonces Insertar/ Línea y aparece lo siguiente:



En donde dice:

Desde el punto. Se teclea el nombre del primer punto que se desea utilizar para definir la línea.

Al punto. Se teclea el segundo punto que se desea para definir la línea.

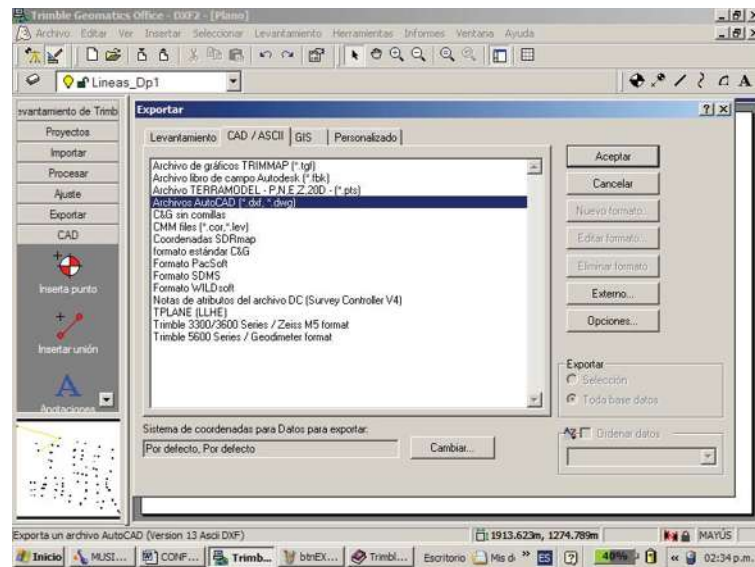
Capa. Tiene que estar en Líneas_DP1 y en Estilo de línea. Por capa.

El botón Insertar para insertar la línea. El botón Cerrar para dejar de insertar líneas.

V.4. GENERACIÓN DEL DXF.

Este archivo será el definitivo y con él se podrán generar los planos del levantamiento realizado con GPS. Se realiza de la siguiente manera:

Se selecciona Archivo/ Exportar y se selecciona la ficha CAD/ ASCII.

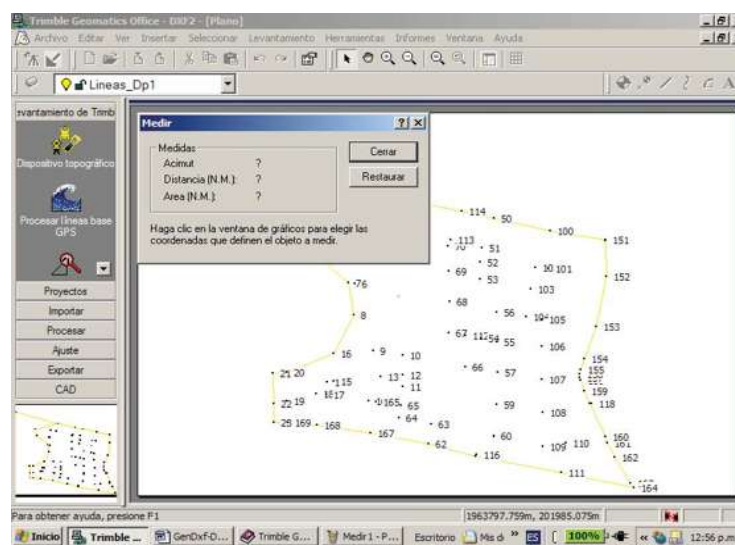


Se selecciona la opción Archivos AutoCAD (*.dxf, *.dwg) se acepta y aparece el diálogo Guardar como, en el que se busca la carpeta donde se desee guardar este archivo, se le da el nombre y se guarda.

Con esto se da por terminado el Proceso de información recabada en campo por los equipos GPS.

V.5. PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR AREAS, DISTANCIAS Y ACIMUTES.

Se selecciona Levantamiento/ Medir, y aparece el cuadro de diálogo Medir, desde el cual se puede conocer o medir el acimut, área y distancia desde cualquier ventana gráfica.



Una vez seleccionados dos o más puntos, la distancia acumulada entre el primer y último punto se muestra en el campo Distancia. El campo Acimut muestra el acimut entre los dos últimos puntos seleccionados.

CÁLCULO DE ACIMUT

Cuando se seleccionan dos puntos, se muestra el valor de acimut entre dos puntos. Con tres o más puntos seleccionados, este campo muestra el acimut entre los dos últimos puntos.

CÁLCULO DE DISTANCIA

Cuando se seleccionan dos puntos, se muestra la distancia entre dos puntos. Con tres o más puntos seleccionados, este campo muestra el total acumulado (suma) de las distancias medidas.

En función de las configuraciones de presentación elegidas el informe sobre el total de las distancias varía.

CÁLCULO DE ÁREA

Con tres o más puntos seleccionados, se muestra el área de la figura formada al cerrarse la unión con el primer punto.

El área calculada varía en función de las configuraciones de presentación de distancia:

- Una configuración de distancia del terreno genera un área calculada a elevación media del terreno.
- Una configuración de distancia de nivel de mar genera un área calculada en la superficie del elipsoide.
- Una configuración de distancia de cuadrícula genera un área calculada a partir de las coordenadas de la cuadrícula.

El botón Restaurar se utiliza para borrar el contenido de todos los campos.

CONCLUSIONES

El Sistema de Posicionamiento Global es un método práctico y preciso para levantamientos catastrales y topográficos, cuenta en la actualidad con 24 Satélites dentro de la constelación NAVSTAR los cuales emiten señales que los usuarios tanto militares como civiles utilizan cada quien en su respectiva actividad, algunos en aviones, barcos y otros en receptores GPS para medición.

Es de gran importancia estar a la vanguardia en tecnología de equipos, ya que facilitan los trabajos a realizar, además de aumentar progresivamente la calidad y precisión de los mismos.

Su sofisticado software permite al usuario visualizar la calidad del trabajo aun y cuando no se haya concluido este, para detectar posibles errores u omisiones que en el momento se puedan corregir o realizar y con esto reducir el tiempo del levantamiento ahorrando recursos.

Existen receptores de 1 y 2 bandas, los de 1 banda reciben señal L1 y los de 2 bandas reciben frecuencia doble L1 y L2. Estos receptores reciben una señal de radio de los satélites que cuentan con una identificación, la primera denominada Código C-A (Adquisición Grosera) y la segunda denominada Código P (Preciso).

Para realizar un levantamiento con equipo GPS se requiere de al menos 2 equipos uno fijo que será el que se ubique en un punto que tenga coordenadas conocidas y uno móvil con el que se medirá cada uno de los puntos del polígono.

Bibliografía

1er. Congreso Nacional de Ingeniería Topográfica, Colegio de Ingenieros Topógrafos, A.C. Mayo 1987

El Sistema De Posicionamiento Global (GPS) , Juan Antonio Martínez Rosique, José Miguel Fuester Escuder Servicio de Publicaciones Valencia

Manual del Procesamiento Geodésico Trimble Geometric Office (TGO) INEGI 2001

Manual del Técnico en Procesamientos Geodésicos, INEGI 2000

Manual del Brigadista de Geodesia INEGI 1996

Manual Practico de Topografía , Ing. Martínez Rivera Adriel 2001 primera edición SEP-DGTA

La nueva Red Geodésica Nacional, Una Visión al Futuro, INEGI 2000

Topografía Elemental International Texbook Company .Russel C. Brinker, Warren C. Taylor 1969