

NICOLÁS FERRECCIO

# ANÁLISIS DE LA TÉCNICA RTK





# **ANÁLISIS DE LA TÉCNICA RTK**

# **ANÁLISIS DE LA TÉCNICA RTK**

**Nicolás Ferreccio**

Ferreccio, Nicolás

Análisis de la técnica RTK - 1a ed. - La Plata : Univ. Nacional de La Plata, 2006.  
228 p. ; 29x21 cm.

ISBN 950-34-0377-4

I. Ingeniería. I. Título

CDD 621.38

Fecha de catalogación: 15/09/2006

## **ANÁLISIS DE LA TÉCNICA RTK**

*Nicolás Ferreccio*

**Diseño:** Andrea López Osornio



**Editorial de la Universidad Nacional de La Plata**

Calle 47 N° 380 - La Plata (1900) - Buenos Aires - Argentina  
Tel/Fax: 54-221-4273992

La EDULP integra la Red de Editoriales Universitarias (REUN)

1° edición - 2006

ISBN-10: 950-34-0377-4

ISBN-13: 978-950-34-0377-8

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723

© 2006 - EDULP

Impreso en Argentina

## PRÓLOGO

Escribir estas líneas es una de las tareas más duras y penosas que hemos efectuado, y que hubiéramos deseado no hacer nunca, porque eso habría significado que hoy Nicolás estaría con nosotros, pleno, vital, e iluminando nuestras vidas con su entrañable forma de ser.

Lamentablemente esto no es así; y el dolor por su temprana desaparición física aún nos abrumba de tal modo, que sólo pensar, sentir y recordar su paso junto a nosotros nos trae algún consuelo.

Es que Nicolás reunía en su persona cualidades poco comunes, tanto en lo humano como en lo intelectual.

Fue en nuestras materias, “Instrumental y Técnicas Especiales” e “Instrumental Especial”, un alumno aventajado y luego un auxiliar destacado.

Y esta expresión no surge por estar teñida de los sentimientos que experimentamos por no tenerlo; y prueba de ello es la calificación que obtuviera en su Trabajo Final, punto culminante en su carrera como estudiante e inicio de un futuro brillante que se truncó injustamente.

Su calificación fue 10, la máxima posible; y la única manera que teníamos de compensar y gratificar el esfuerzo y el tesón por lograr un producto final impecable, tanto en el trabajo escrito como en la exposición oral, en la que manifestó un notable aplomo y transmitió profundidad en sus conocimientos.

Aún conservamos las comunicaciones personales del inicio de su trabajo, donde fuimos delineando los alcances del mismo. A cada nueva sugerencia, Nicolás respondía con presteza y determinación; siempre dispuesto, siempre atento y con la finalidad ya descripta: lograr lo mejor.

Esto es lo que hoy, y todavía con mucho dolor, ponemos a su disposición: el fruto de su trabajo.

*Sus Profesores*



# ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS .....	11
INTRODUCCIÓN .....	13
¿Qué es la técnica RTK? .....	13
OBJETIVOS .....	13
Consideraciones previas .....	14
TEORÍA DE LA MEDICIÓN GPS .....	16
DESARROLLO DEL TRABAJO .....	25
Marco de referencia de la red .....	25
Definición del área de trabajo .....	25
Documentación de la zona de trabajo .....	26
Planificación de las tareas de campo .....	26
Diseño de la red .....	27
Reconocimiento de la zona de trabajo .....	27
Materialización de los puntos de la Red de Apoyo .....	27
Tareas previas a la medición de campo .....	28
Instrumental utilizado .....	30
Medición de campo .....	30
Transformación de archivos a formato RINEX .....	33
Procesamiento de la red de apoyo .....	33
Consideraciones finales de la etapa de procesamiento .....	38
AJUSTE DE LA RED DE APOYO .....	38
AJUSTE CON TRIMNET .....	39
Ajuste con FILLNET .....	43
Resultados de los ajustes .....	44
Ajuste de los puntos del hipódromo .....	47
LA TÉCNICA RTK .....	48
Métodos de inicialización RTK .....	49
El enlace de radio .....	51
Problemas que se pueden presentar con el enlace de radio .....	52
¿Cómo se logran las correcciones en tiempo real? .....	54
Mediciones y pruebas realizadas con los equipos RTK .....	55
Calibración plana .....	60
Trabajos con alturas ortométricas .....	62
Aspecto legal .....	66
Equipos disponibles actualmente en el mercado .....	67
Los últimos adelantos .....	68
CONCLUSIONES .....	69
Algunas aclaraciones sobre la red medida .....	69
Precisión de los equipos RTK .....	70
Aplicaciones de la técnica RTK .....	72
Replanteo con equipos RTK .....	72

Limitaciones de la técnica RTK .....	72
Comunicaciones entre receptores .....	73
Calibración .....	73
Evolución de los equipos RTK .....	73

BIBLIOGRAFÍA .....	74
--------------------	----

## **ANEXOS**

1- Especificaciones y características de los equipos RTK .....	75
2- Conceptos básicos sobre comunicaciones .....	83
3- Procesamiento de vectores GPS .....	105
4- Ajustes de red .....	169
5- Monografías y fotografías .....	211

## AGRADECIMIENTOS

Al Agrim. e Ing. Ricardo Soto, por su apoyo como Director del presente trabajo.

Al Ing. Roberto Aldasoro, por su apoyo como Codirector de este trabajo.

Al Lic. Daniel Del Cogliano, por su desinteresada y muy valiosa colaboración, principalmente en lo que fueron las tareas de compensación de la red.

A Gustavo Vera de la firma Runco Hnos. que atendió desinteresada y gentilmente todas mis consultas.

A la gente de FB y Asociados, en especial al Agrim. Miguel Ángel Fasciolo que me dio su confianza y puso a mi entera disposición equipamiento sin el cual hubiera sido imposible la realización de este trabajo y a José Magneres quien colaboró en tareas de representación.

Al Agrim. Gerardo Marconi, quien me brindó su tiempo, conocimientos y experiencia.

A mis amigos y a mi novia que me dan lo que nadie me puede quitar.

A mi familia, que es todo para mí y con quienes estaré eternamente agradecido.

*Nicolás Ferreccio*



# INTRODUCCIÓN<sup>1</sup>

## ¿Qué es la técnica RTK?

La tecnología Real Time Kinematic o Cinemático en Tiempo Real es el resultado de la evolución que han tenido los equipos GPS desde la aparición de este sistema de posicionamiento.

Esta tecnología ofrece algo por demás interesante: posicionamiento preciso en tiempo real, es decir, obtención de coordenadas en el momento de la medición; la posibilidad reside en la introducción de un enlace de comunicaciones entre los receptores GPS y a la incorporación de software de procesamiento en los mismos equipos. La característica que diferencia a un equipo GPS convencional de uno RTK radica en que, básicamente, este último tiene capacidad de replanteo, permite obtener una distribución homogénea de datos en el relevamiento, controlar maniobras con exactitud, etc.

## OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es analizar desde la mayor cantidad de aspectos posibles la técnica RTK, para luego obtener las respectivas conclusiones.

Para cumplir con el objetivo propuesto se debió contar con una red de puntos con coordenadas geodésicas conocidas, la cual sirvió de base para las pruebas y mediciones que se hicieron con los equipos RTK.

Por otro lado, se conformó una red de puntos con coordenadas geodésicas y planas locales con el fin de probar las funciones de replanteo con las que cuenta el equipo RTK y de comparar resultados de esta técnica con los de un levantamiento Stop and Go y con los de una Estación Total.

Otro punto de importancia para la concreción del trabajo fue la zona elegida para llevar a cabo la experiencia, la cual debió guardar características variadas para analizar el comportamiento de las comunicaciones entre los receptores.

Con el objeto de analizar las precisiones, el alcance, el comportamiento de la comunicación radial ante diversos terrenos y de comparar la técnica RTK con el método Estático, se diseñó una red de puntos en la zona de Punta Lara y Diagonal 74 que se midió en forma estática y con abundantes vectores redundantes. Posteriormente se realizó un ajuste de la red para darle mayor calidad a la posición de los puntos que la componían.

Con esta red se podrá establecer la precisión real que pueden proporcionar los equipos RTK y además determinar si la misma es dependiente de la distancia entre la base y el móvil, o si depende en mayor medida de otros factores.

Con el fin de efectuar comparaciones de resultados, el procesamiento de vectores y el ajuste de red se hicieron con programas de dos empresas: GPSurvey y TRIMNET, de la firma TRIMBLE (con la que se hicieron todas las mediciones) y GPPS y FILLNET, de la firma ASHTECH. A su vez, con cada programa se hicieron dos ajustes diferentes; uno con los vectores independientes de cada sesión solamente y otro con vectores dependientes. Esta segunda prueba también se hizo para encontrar diferencias entre ajustes.

---

<sup>1</sup> Versión del Trabajo Final de la carrera de Agrimensura realizado por Nicolás ferreccio en el año 2003.

Con el objeto de dejar en claro algunos conceptos básicos de la medición con equipos GPS (Sistema de Posicionamiento Global), sistema en el que se apoyan los equipos RTK, se hará una breve descripción del mismo y se definirán conceptos propios y relacionados al mismo; aunque es necesario aclarar que este sistema de medición utiliza una gran cantidad de algoritmos que le dan cierta complejidad.

## Consideraciones previas

**Sistema de referencia:** conjunto de elementos geométricos o físicos respecto de los cuales se toman medidas a los efectos de definir las posiciones de puntos u otros elementos respecto de dicho sistema.

**Marco de referencia:** todo conjunto de puntos vinculados a un sistema de referencia, con suficiente exactitud y confiabilidad a efectos de apoyarse en los mismos con el objetivo de posicionar nuevos puntos o elementos en relación al sistema referencial. Ejemplos de marcos de referencia son los puntos de la red Inchauspe 69 o de la POSGAR 94.

## Marco Inchauspe 69

- Punto de tangencia entre elipsoide y geoide en Campo Inchauspe (la normal al elipsoide coincide con la del geoide).
- El 69 corresponde al año en que se compensó por segunda vez.
- Formada por triángulos de 20 Km de lado. 18000 puntos. Precisión del orden de los 7 cm.
- Paralelamente se hace una red altimétrica independiente de la planimétrica.

## Sistema ITRF

El eje de rotación de la tierra varía su orientación, por lo que se produce un desplazamiento de los polos debido a diversas causas (derivas continentales, movimiento en la tectónica de placas, etc.). Este hecho hace que los sistemas y marcos de referencia varíen.

Para determinar dichas variaciones se utilizan referencias en cuerpos distantes de la tierra como los cuasar, los cuales se observan por VLBI (Interferometría de base muy larga). Este sistema se basa en la enorme concordancia de fase en tiempo y espacio de los rayos emitidos por los cuasar y provee vectores de gran longitud y precisión además de ser un sistema inercial (sistema en el que los puntos que lo constituyen no experimentan ninguna aceleración). Otros métodos complementarios son SLR (medición de distancia por láser a satélites), LLR (medición de distancia por láser a la luna) y GPS (medición con receptores especiales).

Los resultados obtenidos son integrados por el IERS (International Earth Rotation Service), quien determina los parámetros rotacionales de la tierra, la moción polar, etc. Estos datos son utilizados para desarrollar y perfeccionar el ITRF, un sistema no inercial (sistema acelerado) formado por una terna ortonormal con origen en el baricentro de la tierra. El eje Z es coincidente con el eje medio de rotación del planeta; el eje X es perpendicular al anterior, pasando próximo al meridiano de Greenwich, y el eje Y es perpendicular a los anteriores. Este sistema se encuentra materializado por un marco constituido por estaciones. Estos puntos poseen movimientos originados por diversas causas, nombradas anteriormente, por lo que se dan sus coordenadas y la velocidad de variación de las mismas, de manera que las coordenadas de los puntos son variables de acuerdo a la fecha (ITRF94, ITRF96.5, etc.).

## **El Sistema de Referencia WGS84**

El sistema WGS84 fue establecido por la Agencia Cartográfica de Defensa (DMA) de Estados Unidos y es el utilizado por el GPS. Está materializado por medio de diez estaciones de rastreo permanente que constituyen el segmento de control del sistema GPS. Se sabe que WGS84 materializa al Sistema de Referencia Terrestre Internacional con una exactitud cercana a los diez centímetros. Su marco de referencia es el ITRF.

El elipsoide asociado al sistema WGS84 tiene el mismo nombre.

Las coordenadas en este sistema pueden ser cartesianas en el espacio  $(X, Y, Z)$  o geodésicas  $(\varphi, \lambda, h)$ . El sistema tiene las siguientes características: origen en el centro de masas de la tierra con eje Z que pasa por el polo medio definido en 1984, eje X intersección del Ecuador con el Meridiano de Greenwich y eje Y perpendicular a los ejes X y Z.

Las posiciones del receptor y de los satélites están referidas a la terna de ejes cartesianos ortogonales ya descripta. Internamente, el receptor GPS calcula X, Y, Z del punto estación respecto del origen del Sistema de Referencia WGS84 y automáticamente transforma, mediante expresiones matemáticas, estas coordenadas cartesianas ortogonales espaciales en coordenadas geodésicas en el mismo Sistema de Referencia utilizando el elipsoide WGS84.

## **El Sistema SIRGAS**

Es el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas. Se apoya en ITRF, pero tiene mediciones propias. Las mediciones se realizaron durante 10 días en un total de 57 puntos, 10 de los cuales están en Argentina. Se compensó en Estados Unidos y en Alemania en forma independiente y las precisiones obtenidas fueron de pocos centímetros.

## **El Marco de Referencia POSGAR 94**

Puesto que WGS84 está materializado por solamente diez puntos en todo el planeta, para que los usuarios de GPS puedan acceder a este sistema de referencia en la modalidad de posicionamiento diferencial, en la Argentina se realizó una densificación conocida como POSGAR 94 (Posiciones Geodésicas Argentinas de 1994) en la que trabajaron conjuntamente el IGM, la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la UNLP, el Servicio de Hidrografía Naval y el CAP (Proyecto de Andes Centrales, promovido por universidades estadounidenses para estudiar la Geodinámica de la parte central montañosa).

El marco de referencia POSGAR 94 está materializado por 127 puntos distribuidos en todo el país, de tal modo que un usuario de GPS encuentre, casi siempre, un punto dentro de un radio de aproximadamente 150 Km. En la gran mayoría de los casos son de fácil acceso y constituyen el marco de referencia geodésico nacional. De esos puntos, 56 son comunes con Campo Inchauspe 69.

POSGAR94 materializa al ITRS con una exactitud de aproximadamente 30 cm en las coordenadas horizontales y de aproximadamente 1 m en las alturas, lo que constituye una exactitud suficiente para todas las aplicaciones prácticas. Más significativa es la precisión relativa entre dos puntos adyacentes del marco de referencia POSGAR94, la que resulta de 1 ppm. Ello significa que un usuario de GPS podría arrancar un levantamiento en un punto y cerrarlo en cualquier otro, sabiendo que el marco de referencia le garantizará un control dentro de 1 ppm.

El marco de referencia POSGAR 94 reúne las siguientes características:

1. Es un marco de referencia geocéntrico y preciso con puntos distribuidos en todo el país;
2. Existen compromisos de mantenimiento y perfeccionamiento;
3. Si bien no está apoyado en SIRGAS, el acuerdo entre POSGAR 94 y 98 permite afirmar que tiene una buena aproximación al marco continental SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas);
4. Se encuentran disponibles los parámetros de transformación con respecto a Campo Inchauspe 1969.

Estas características lo convierten en un marco de referencia apto para soportar el intercambio de información georreferenciada en escala nacional y global; para el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica y Territorial; para la informatización de la Cartografía; y para conferir valor legal a las coordenadas.

Por otra parte varias provincias se encuentran densificando la red POSGAR, entre ellas Buenos Aires, Sante Fé, Neuquén y Tierra del Fuego.

## **Marco de Referencia POSGAR 98**

Es el resultado de un recálculo de la Red POSGAR aunque no es oficial. Este marco tiene una precisión decimétrica en sus 3 componentes. Por su mayor precisión, especialmente en alturas, se recomienda su uso para trabajos de precisión tales como confección de redes de control o modelados del Geoide.

## **Sistemas Locales**

Son los utilizados para representar una zona de la superficie terrestre con gran exactitud. Un ejemplo de sistema local es el utilizado por el marco de referencia Inchauspe 69.

# **TEORÍA DE LA MEDICIÓN GPS**

## **Introducción**

El sistema GPS fue creado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos para construir un sistema de navegación preciso con fines militares, y que sustituyera al antiguo, el de las mediciones por efecto Doppler sobre la constelación de satélites TRANSIT.

Para ello se aprovecharon tanto las condiciones de la propagación de las ondas electromagnéticas en el espacio como la posibilidad de modular las ondas para que en ellas se pudiera incluir la información necesaria para permitir posicionar un objeto en un sistema de referencia adecuado. En 1978 se lanzaron los primeros satélites de la constelación NAVSTAR.

El principio fundamental del posicionamiento se basa en la medición de las llamadas pseudodistancias (*pseudoranges*) entre el usuario y cuatro satélites.

$$\text{Distancia satélite-receptor} = \sqrt{((X-x)^2+(Y-y)^2+(Z-z)^2)}$$

Siendo X,Y,Z las coordenadas del satélite y x,y,z las del receptor.

Conociendo las coordenadas del satélite en un sistema de referencia adecuado se pueden determinar las coordenadas de la antena del usuario. Desde el punto de vista geométrico basta con la medición de tres distancias; la cuarta observación es necesaria puesto que GPS usa la técnica de medición de «vía única», y el reloj del receptor no se halla sincronizado con el reloj del satélite. Esta falta de sincronización es la razón para que se use el término «seudodistancia».

Para aplicaciones geodésicas de precisión es necesario que las seudodistancias sean derivadas de mediciones de fase de las señales portadoras, ya que así se obtiene una mejor resolución. De cualquier modo, esta técnica requiere de una solución al problema de la determinación de ambigüedades, tema que se verá oportunamente.

## Señal de los satélites

Cada satélite tiene un oscilador atómico de cesio o de rubidio de altísima estabilidad; la frecuencia fundamental de emisión de estos osciladores es de 10,23 MHz. A partir de ésta se generan 2 ondas portadoras de radiofrecuencia denominadas L1 y L2. Sobre estas portadoras son modulados el mensaje de navegación, que da la información sobre la órbita del satélite y del estado de su reloj, y las señales de navegación que son los códigos pseudoaleatorios C/A y P (se dice que son pseudoaleatorios porque parecen códigos aleatorios pero no lo son).

La señal L1 contiene los dos códigos, mientras que L2 contiene solamente el P.

El código C/A se repite cada milisegundo y está declarado de uso civil para todos los usuarios.

El código P es secreto y sólo se lo puede utilizar para posicionamientos absolutos con receptores de origen militar. Este código se repite aproximadamente cada 266,4 días y lleva una palabra denominada HOW, que indica en qué momento del código se encuentra. Con el fin de protegerlo, éste se encripta. Si la encriptación está en curso, se habla de que está conectado el A/S (anti-spoofing o antiespionaje).

El almanaque es un conjunto de parámetros incluidos en el mensaje de navegación de cada satélite y es utilizado para predecir la posición de todos ellos en un momento determinado. El mismo se encuentra en la celda 5 del mensaje modulado sobre ambas portadoras y dura 12 minutos 30 segundos. Es conveniente que estos datos no tengan una antigüedad mayor a 30 días con respecto al día previsto de medición, ya que el programa de planificación calcula por extrapolación las órbitas de los satélites a ese día, lo que traería como consecuencia la pérdida de calidad de las predicciones.

Por razones militares se introduce un error intencional en las efemérides radiodifundidas de los satélites denominado Disponibilidad Selectiva. Esto hace que el posicionamiento se efectúe con una limitación en la exactitud del sistema WGS84. Hoy en día la Disponibilidad Selectiva (SA) se encuentra desactivada.

Componente	Múltiplos de Frec. Fund.	Frecuencia(MHz) f	Long. de onda (cm) $\bar{\lambda}$
Frecuencia Fundamental	$\nu_0$	10,23	-
Portadora L1	$154 \cdot \nu_0$	1.575,42	19,05
Portadora L2	$120 \cdot \nu_0$	1.227,60	24,45
Código P	$\nu_0$	10,23	29,31
Código C/A	$\nu_0/10$	1,023	293,1
Código W	$\nu_0/20$	0,5115	-
Mensaje de Navegación	$\nu_0/204.600$	$50 \cdot 10^{-6}$	-

## ***Tipos de receptores***

Navegadores: reciben únicamente observables de código C/A. Son los instrumentos menos precisos. Sus aplicaciones más comunes son la navegación, catastro y levantamientos de escalas menores de 1:5000.

Receptores con código suavizado con L1: tienen una medición no ambigua y pueden arrojar precisiones submétricas trabajando en un posicionamiento estático diferencial.

Monofrecuencia: reciben observables de código C/A y fase de la portadora L1. La precisión de éstos ya es significativa, y son de aplicación topográfica y geodésica en distancias de hasta 20 Km.

Bifrecuencia: reciben los observables de código C/A y fase de las portadoras L1 y L2 y se puede obtener el código P por post proceso. La precisión y el rendimiento se elevan debido a la posibilidad de combinar datos que agilizan el cálculo y eliminan los errores de retardo atmosférico. Se usan para trabajos de precisión.

## ***Los observables***

A partir de éstos se puede calcular la distancia satélite-receptor, mediante la comparación entre la señal que envía el satélite y la que genera el receptor. Además, se pueden formar diferentes combinaciones que permiten solucionar diversos problemas que se presentan en la medición GPS.

Existen dos tipos de observables:

Observables de tiempo

- Código C/A modulado sobre la portadora L1.
- Código P modulado sobre la portadora L1.
- Código P modulado sobre la portadora L2.

Observables de diferencia de fase de la portadora

- Sobre L1 (de long. de onda 19 cm.).
- Sobre L2 (de long. de onda 24 cm.).

## ***Medidas de código***

Surgen de la comparación entre la secuencia del código recibida con una réplica idéntica generada por el receptor y del cálculo del desfase entre éstos. Este desfase es el tiempo de propagación de señal entre satélite y receptor. Este tiempo se transforma en una distancia usando la velocidad de la luz.

Las mediciones de pseudodistancia se derivan del código P, para usuarios militares, o del código C/A, para usuarios civiles. En este procedimiento existe un error en la sincronización del reloj del satélite y del receptor con el tiempo GPS (tiempo patrón), por lo que el tiempo de propagación está afectado por un error de sincronización, ésta es la razón por la cual estas distancias se llaman pseudodistancias y por la que es necesario observar simultáneamente a 4 satélites: 3 incógnitas de posición y una de tiempo.

## ***Medidas de fase***

La diferencia de fase de la portadora surge de la comparación de fases entre la frecuencia de la señal portadora recibida que asumimos constante y la frecuencia de referencia generada por el receptor. Esto implica que el receptor debe generar una onda de la misma frecuencia a la del satélite para poder compararlas.

Las mediciones de fase de la portadora están influenciadas por el término de la ambigüedad, ya que el observable determina solamente la fase de una longitud de onda. La ambigüedad es el número de longitudes de onda enteras que hay entre el satélite y el receptor al momento de iniciar la recepción. Ésta tiene que ser determinada con técnicas apropiadas para aprovechar el potencial de alta precisión que encierran las mediciones de fase de las señales GPS. Finalmente, teniendo fijada la ambigüedad y determinada la diferencia de fase se puede calcular la distancia entre satélite y receptor de la siguiente manera:

$$\text{seudodistancia} = \lambda \cdot (\phi + N)$$

siendo  $\phi$  la diferencia de fase expresada en metros.

$\lambda$  la longitud de onda de la portadora.

N el número entero de ciclos entre el satélite y el receptor al momento de iniciar la recepción.

## ***Combinación de observables***

Las combinaciones de observables resultan de gran importancia por su utilidad para resolver los dos problemas centrales que se presentan en el posicionamiento con fases: la resolución de ambigüedades como números enteros para períodos de observación tan cortos como sea posible y la eliminación de los efectos de la ionósfera en vectores largos.

Las características más buscadas en estas combinaciones son: ambigüedades enteras, valores grandes de longitud de onda, inmunidad al efecto ionosférico y bajo nivel de ruido. Esto hace que de las infinitas posibilidades existentes, sólo unas pocas combinaciones de observaciones de L1 y L2, o incluso con códigos, tengan utilidad práctica. Entre ellas, las más importantes son las combinaciones *libre ionósfera*, *banda ancha* y *banda corta*.

Una ventaja que tienen estas dos últimas combinaciones se produce a la hora del cálculo de las ambigüedades (N), ya que al pasar de las dos frecuencias L1 y L2 a una, ya sea la formando la banda ancha o la banda estrecha, el cálculo de las ambigüedades es más sencillo, ya que se reduce el espacio de búsqueda de las ambigüedades. La banda corta tiene el nivel más bajo de ruido de todas las combinaciones lineales y por eso proporciona los mejores resultados. De todas formas su ambigüedad es difícil de resolver. La banda corta se usa principalmente para distancias cortas entre estaciones.

La «*combinación libre de efecto ionosférico*», o más comúnmente conocida como Lc, tiene la gran ventaja de eliminar el efecto que produce la Ionósfera sobre la señal que transmiten los satélites. Por otro lado, esta combinación tiene la desventaja de que el valor N de las ambigüedades pierde su naturaleza de número entero, por lo que se tiene que trabajar con valores reales de ambigüedad.

Algunas combinaciones lineales se aproximan mucho a la señal sin efecto ionosférico, pero con ambigüedades enteras. A su vez, las longitudes de onda relacionadas son mayores que la de libre efecto ionosférico; es por ello que las ambigüedades pueden ser estimadas de manera más fácil.

La principal desventaja que tienen cualquiera de las combinaciones lineales de fases es que, si asumimos cierto nivel de ruido en la medida de fases sobre las portadoras L1 y L2, entonces este nivel de ruido se incrementará para estas combinaciones.

### Resumen de los observables de fase y sus combinaciones más importantes

Observable	Carácter de las ambigüedades	Longitud de onda equivalente	Error de observación relativo a L1	Efecto ionosférico relativo a L1
L1	Enteras	19 cm.	1	1
L2	Enteras	24 cm.	1	1.6
Libre ionósfera	No enteras	48 cm.	3	0
Banda ancha	Enteras	86 cm.	5.7	1.3
Banda corta	Enteras	11 cm.	0.7	-1.3
Banda extra-ancha	Enteras	172 cm.	5.7	1.3

La medición con equipos GPS está sometida a varias fuentes de error que se pueden minimizar o modelar. Estos errores pueden ser clasificados en tres grupos: los **errores relativos al satélite**, los **errores relativos a la propagación de la señal** en el medio, y los **errores relativos al receptor**.

#### *Errores relativos al satélite*

Error del reloj del satélite: es el desfase que tiene éste respecto al tiempo GPS. Este error puede eliminarse trabajando en modo diferencial o relativo.

Errores en la órbita: las efemérides o parámetros orbitales radiodifundidos por los satélites están afectados de un error a causa de que es imposible predecir exactamente sus posiciones. Estos errores se pueden eliminar trabajando con efemérides precisas (sólo utilizables en tiempo diferido o en postproceso) donde aparecen las verdaderas posiciones de los satélites (se las puede encontrar en Internet, por ejemplo). Con efemérides precisas y el instrumental adecuado se pueden lograr precisiones de 0,5 ppm para lados de cientos de kilómetros (aplicación geodésica).

Para líneas base cortas trabajando en modo diferencial se eliminan los errores relativos a los satélites, ya que afectan de igual forma a ambos receptores; pero para bases largas los errores orbitales no se eliminan del todo porque los errores que provocan en la pseudodistancia a un satélite en un punto no son los mismos que en otro punto para el mismo satélite e instante.

#### *Errores relativos a la propagación de la señal*

Refracción ionosférica: las señales interactúan con partículas cargadas que las retardan. Para solucionar este problema se trabaja con dos señales de diferente frecuencia. Como el retardo depende de la longitud de onda, será distinto para cada frecuencia y podremos observar un retardo diferencial, siendo este, por tanto, deducible. Si sólo se dispone de receptores monofrecuencia se puede usar un modelo de corrección ionosférica, el cual está incluido en el mensaje de navegación. El retardo ionosférico depende del ángulo de elevación del satélite, siendo menor en el cenit.

Luego de aplicar la corrección ionosférica pueden quedar errores residuales que afectan principalmente a la componente altimétrica del punto. También se elimina este error por medio de observación diferencial, en distancias cortas solamente. Para bases largas se atenúa este efecto trabajando con receptores bifrecuencia.

Refracción troposférica: este retardo es crítico para la componente de altura. Lo que se hace es modelar la estructura de la atmósfera tomando datos meteorológicos en el lugar de observación. Si se trabaja en modo diferencial, el error troposférico desaparece casi completamente para bases cortas solamente.

Disponibilidad Selectiva: es una alteración de la información que envían los satélites a los usuarios en su mensaje de navegación. Se actúa sobre los relojes y parámetros orbitales. En posicionamiento absoluto su efecto es mayor a los 100 m. pero trabajando con posicionamiento diferencial este error se elimina ya que su efecto es el mismo en ambos puntos.

Pérdidas de ciclo: son causadas por la obstrucción de la señal por un árbol, edificio, etc., o también pueden ser debidas a una baja calidad señal-ruido por efecto multipath o baja elevación del satélite. Si el observable es la fase, se genera una nueva ambigüedad. Una vez determinado el tamaño de la pérdida de ciclo, se repara corrigiendo todas las observaciones de fase siguientes para ese satélite y su portadora. El software del receptor es capaz de detectar y corregir las pérdidas de ciclo.

Multipath: es causado por reflexiones de la señal emitida por el satélite en superficies cercanas al receptor, las cuales llegan a éste, además de la señal directa. El efecto multipath afecta a las mediciones de código y, en menor medida, a las de fase. El multipath se minimiza eligiendo puntos de estación protegidos de reflexiones y usando antenas con plato antireflejo.

### ***Errores relativos al receptor***

Error del reloj: es el desfase del reloj interno del receptor con respecto al tiempo GPS. Este error en el oscilador del receptor se elimina trabajando con posicionamiento relativo por medidas de fase.

Variación del centro eléctrico de la antena: se debe a la falta de coincidencia entre el centro radioeléctrico y el centro físico de la antena, generando un error por excentricidad. Para evitar este error en posicionamiento relativo se orientan las antenas en una dirección común.

Error en las coordenadas del punto de referencia: cada 10 m. de error que tengamos en el punto base, se genera un error de una parte por millón (ppm) en el vector que se obtiene. Una manera de evitar este error es mediante la utilización de buenas coordenadas de partida.

En síntesis, podemos decir que los errores relativos al satélite, al receptor y a la propagación de la señal se minimizan o se eliminan en post proceso con las técnicas de diferenciación (posicionamientos diferenciales). La variación del centro eléctrico de la antena se elimina orientando las antenas en la misma dirección (generalmente al norte). El multipath y las pérdidas de ciclo pueden ser minimizadas eligiendo con cuidado el sitio de observación. Para bases largas será necesario trabajar con receptores bifrecuencia por el efecto ionosférico.

## ***Dilución o degradación de la precisión***

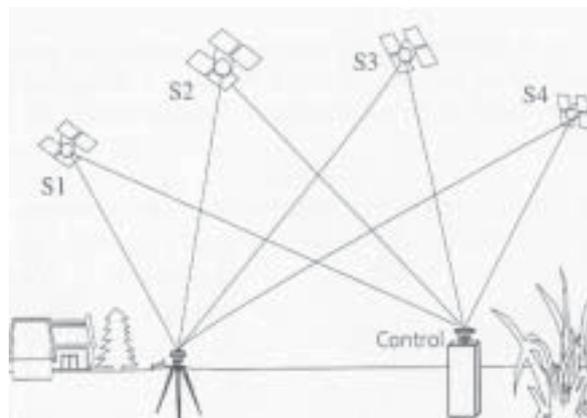
El valor del DOP se puede interpretar como el volumen del cuerpo formado por los satélites y el receptor. Cuanto mayor sea el volumen de este cuerpo, mejor será la geometría y menor será el valor del DOP. Dependiendo del objetivo de las observaciones se puede seleccionar con el software una configuración satelital con un valor de DOP favorable. La filosofía DOP es de mayor interés para la navegación y levantamientos cinemáticos. Para medición estática, el DOP es de menor interés, ya que un receptor moderno puede rastrear todos los satélites visibles y luego introducirlos en un proceso de ajuste.

## **Métodos de posicionamiento**

### ***Posicionamiento absoluto***

Se realiza con un receptor y la solución surge de la intersección directa de las distancias satélite-receptor. El observable es el código C/A, pero se puede obtener el código P por post proceso. Es necesario observar al menos 4 satélites porque las incógnitas son 4 (X, Y, Z y estado del reloj del receptor). Este posicionamiento está muy afectado por errores producidos por la atmósfera y, sobre todo, por la disponibilidad selectiva. Las soluciones se suelen obtener en tiempo real y su precisión está alrededor de los 100 m. Se usan receptores de bajo costo.

### ***Posicionamiento Diferencial***



Se realiza cuando la precisión requerida es mayor. Consiste en hallar la posición de un punto mediante observaciones realizadas desde dos puntos (uno de coordenadas conocidas) a los mismos satélites en un mismo período de tiempo. Conociendo la posición de los satélites y de un punto se puede conocer el error cometido en la determinación de la posición. Esta corrección se aplica al posicionamiento del punto desconocido, obteniendo las coordenadas precisas del mismo. Todas las observaciones efectuadas simultáneamente por dos o más receptores, durante un determinado período en el transcurso de un proyecto GPS, reciben el nombre de sesión. Aparece el concepto de línea base, que es la línea recta que une ambos puntos. Esta línea base no se obtiene en forma directa, ya que las observaciones son en los puntos base y no entre éstos. Para

resolver estos sistemas se recurre a las ecuaciones de simples, dobles y triples diferencias, con las que se eliminan gran parte de los errores que afectan la observación. Los observables son los códigos y las fases de las portadoras y, dependiendo del instrumental disponible y de la necesidad, se pueden mencionar distintos métodos de posicionamiento diferencial.

### ***Estático***

Se pueden realizar por código o por la fase en L1. Con código, la precisión es de 3 a 5 m. y por fase es de 1 cm +/- 1 ppm en posición horizontal, y de 1 cm +/- 2 ppm en vertical. El tiempo de observación va de 30 minutos a varias horas, dependiendo de la distancia entre los receptores. Es el método que mayor precisión proporciona. La cantidad mínima de satélites comunes a observar es 4. Se pueden medir bases de hasta 30 Km aunque se aconsejan bases de 20 Km. Para más de 30 Km y hasta 200 Km se necesita un equipo bifrecuencia que permita hacer una corrección de efecto ionosférico. Las épocas utilizadas comúnmente (intervalo entre grabación de datos) son de 15 segundos.

Este posicionamiento se basa en la solución de ambigüedades, por lo que, si no obtenemos aunque sea una solución flotante de ésta (ambigüedad real), no es posible obtener las coordenadas del punto; pero si ya se obtuvo la ambigüedad, la precisión mejora poco si se observa más tiempo. Los factores que determinan el tiempo de resolución de ambigüedades son el DOP y la distancia entre los receptores.

Este método se usa cuando se requieren altas precisiones como confección de redes fundamentales u obtención de puntos de control fotogramétrico.

### **Métodos dinámicos o cinemáticos**

Estos métodos se aplican cuando es necesario determinar las coordenadas precisas de puntos sobre una trayectoria, por lo que los observables son las diferencias de fase. El fundamento es establecer un receptor fijo en un punto de referencia y otro receptor móvil que se irá desplazando. Para aplicar estos métodos es necesaria una inicialización que significa obtener los parámetros de la base que une al receptor fijo con el que será móvil. Una vez hecho esto, se conservan los valores de la ambigüedad, lo que hace que las incógnitas sólo sean las coordenadas del móvil. Este hecho determina que se requieran menos épocas de observación y, por lo tanto, menor período de estación. A modo de ejemplo: si tras la inicialización se dispone de 6 satélites comunes entre los receptores, se tendrá en una época 5 ecuaciones de doble diferencia y 3 incógnitas, por lo que ya se podría resolver la posición del móvil.

Los métodos cinemáticos presentan el inconveniente de la pérdida de señal. Si esto sucede, la ambigüedad que se había obtenido ya no sirve, y se debe realizar un nuevo proceso de inicialización. Existen varios modos de inicialización:

- Determinación de una línea base con un levantamiento estático y luego comenzar con el levantamiento cinemático. Insume de media a una hora.
- Observación de una base conocida: el método es análogo al anterior, pero sólo es necesario 1 minuto de observación, ya que se conocen las incógnitas del sistema, por lo que sólo queda por determinar el valor de la ambigüedad. Este método es rápido y preciso. Después de la inicialización se queda un receptor fijo y el otro comienza con la medición cinemática.
- En movimiento (On the fly): esta técnica tiene la capacidad de resolver las ambigüedades durante el movimiento. Para lograr esto utiliza combinaciones de observables que reducen la

cantidad de valores de ambigüedad entre los que se debe elegir. El tiempo de inicialización varía entre 30 segundos y 2 minutos. La última característica hace que esta técnica resulte muy útil cuando se trabaja con equipos RTK; es por ello que se describirá la inicialización On the Fly en forma detallada junto con la técnica RTK.

Dentro del método cinemático se puede trabajar en modo Stop and go o en continuo.

### ***Stop and Go***

Se monta la antena en el punto, que tiene que ser de coordenadas conocidas, se recolectan datos durante 2 minutos aproximadamente, y se traslada hacia el próximo punto hasta volver al punto de cierre de donde se partió.

Este método es muy eficiente en zonas abiertas donde no se esperen pérdidas de señal. Es necesario observar 4 satélites comunes entre los receptores todo el tiempo.

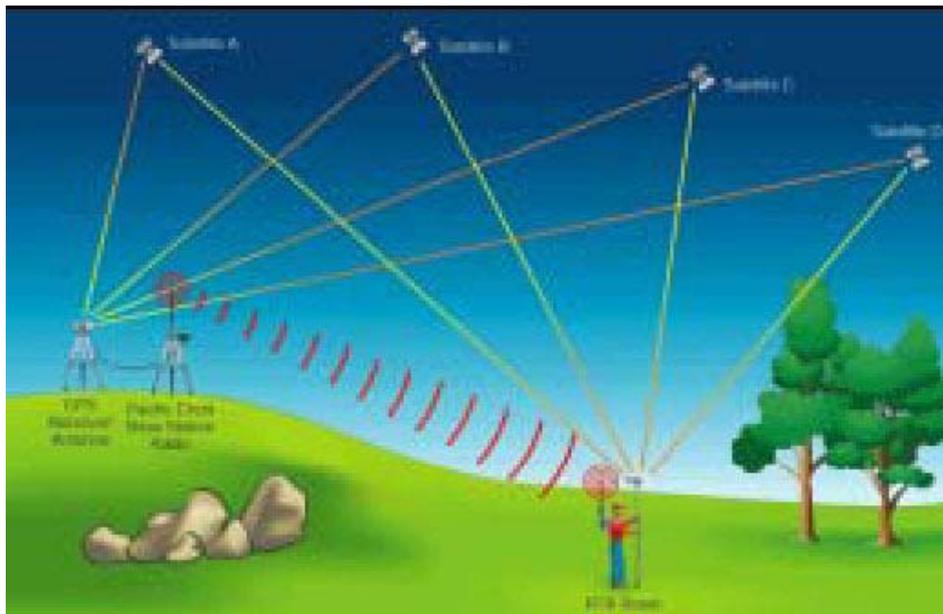
Si en un momento se tienen menos de 4, será necesaria una reinicialización. En caso de ocurrir una pérdida de señal, este método, a diferencia del cinemático puro, permite volver al último punto medido y hacer una nueva determinación de ambigüedades muy rápida por ser ese punto de coordenadas conocidas. Luego se puede seguir al próximo punto.

Este método permite una distancia entre receptores de hasta 20 Km y arroja precisiones de 3 a 10 cm en la determinación del vector a un punto conocido.

Se utiliza este método cuando interesa dar coordenadas a puntos físicamente identificables en el terreno, pero no la trayectoria entre ellos.

Los resultados se obtienen en gabinete por post proceso.

### **Trabajo en tiempo real**



Es una forma de obtener los resultados en el instante, es decir, no requiere post proceso. Para ello se incorporan algoritmos de cálculo de los software de post proceso a los controladores de los receptores. La ventaja radica en que no se pierde tiempo en procesar los datos, pero tiene como inconvenientes la imposibilidad de chequear los datos de observación, escasa manipulación de los parámetros de cálculo y limitaciones en las correcciones atmosféricas.

A aquel equipo que incorpora un software completo en la unidad de control y un sistema de transmisión de información de un punto a otro se lo llama RTK (real time kinematic). La salida básica de un receptor RTK son coordenadas geográficas precisas. Algunos receptores son capaces de dar directamente coordenadas planas y altura sobre un Datum local. Las coordenadas que obtiene el equipo pueden tener una precisión máxima de 2 y 3 centímetros en la posición horizontal y vertical respectivamente. Estos equipos necesitan, para inicializar, seguir por lo menos 5 satélites y realizar observaciones de 30 segundos a 2 minutos; dependiendo de la geometría de los satélites, la cantidad de satélites visibles comunes en ambos receptores y la distancia entre los mismos.

El trabajo con un módulo RTK se realiza de la siguiente manera: primero, se estaciona el equipo de referencia que permanecerá fijo durante todo el proceso; el radio módem de éste va a transmitir sus datos de observación por ondas de radio al receptor móvil, que a su vez almacenará en la unidad de control. Si el método de posicionamiento es estático, el controlador calculará la posición del punto en tiempo real. Si el método es cinemático, se debe proceder a la inicialización y, tras efectuarse ésta, se pueden determinar coordenadas de puntos en pocos segundos con la precisión del método cinemático. Conviene comprobar las coordenadas obtenidas sobre un punto conocido para verificar que la inicialización haya sido correcta.

Estos equipos permiten trabajar con distancias que van de 5 Km a 20 Km entre antenas. El precio es muy elevado; el trabajo en tiempo real otorga su mayor beneficio en aplicaciones topográficas y replanteo.

## DESARROLLO DEL TRABAJO

### Marco de Referencia de la Red

Con el objeto de utilizar el Marco de Referencia POSGAR '94, que materializa en forma próxima el sistema WGS84, se vincularon algunos puntos de la Red propia a dos puntos pertenecientes a la Red Geodésica del Conurbano Bonaerense, la cual se apoya en el citado Marco de Referencia. Uno de ellos, denominado LPGS, ubicado en el observatorio de la ciudad de La Plata; y el otro, PLAR, ubicado en la segunda rotonda de Punta Lara. **El nombre del punto PLAR surge del lugar donde está emplazado (Punta LARa). Como la red medida para este trabajo es de menores dimensiones a la del Conurbano Bonaerense, y como hay varios puntos de la misma en la zona de Punta Lara, se decidió adoptar para la red propia el nombre 2ROT (segunda rotonda de Punta Lara) para el punto PLAR.**

Cabe aclarar que en el punto LPGS es una estación permanente que tiene un receptor geodésico modelo Turbo Rogue y está ubicado en el Observatorio Astronómico de La Plata. Los datos de observación del mismo se pueden obtener un día después al de medición del sitio WEB: <ftp://lox.uscd.edu/pub/rinex>

### Definición del área de trabajo

La zona elegida para llevar a cabo el trabajo abarca el sector entre el casco urbano de La Plata y Punta Lara.

Este amplio sector de topografía llana posee variadas coberturas tales como zonas densamente arboladas, espejos de agua, construcciones de todo tipo y se pueden encontrar, además, líneas de alta tensión, grandes antenas, etc., lo cual permitirá probar las comunicaciones entre los receptores bajo variadas condiciones geográficas y atmosféricas.

## **Documentación de la zona de trabajo**

Una vez definida la zona en la que se realizarían las pruebas de los equipos RTK, el siguiente paso fue obtener toda información útil para la concreción del trabajo.

Esta información se obtuvo de dos lugares en particular: el Colegio de Agrimensores y el Ministerio de Obras y Servicios Públicos.

En el Colegio de Agrimensores, cito en calle 51 N° 1285 entre 20 y 21, se encuentra disponible para profesionales un CD con información de la Red Geodésica del Conurbano Bonaerense, como las coordenadas POSGAR '94 y Gauss-Krüger (referidas al elipsoide WGS-84) de los puntos de la misma, sus monografías, fotos, etc.

Esta Red fue realizada conjuntamente entre la Dirección de Geodesia de la Provincia de Buenos Aires y la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de La Plata, y se utilizaron puntos materializados por mojones de Geodesia o el IGM existentes o marcas empotradas en cordones, veredas o pavimentos.

Toda esta información fue facilitada por la Dirección de Geodesia al Colegio de Agrimensores para que la distribuyera a los profesionales para la realización de tareas tales como vinculaciones, entre otras.

Por otro lado, se adquirió la carta topográfica de la zona de trabajo en escala 1:25.000, en el Departamento Publicaciones de la Dirección de Geodesia, el cual funciona en planta baja del Ministerio de Obras y Servicios Públicos sito en calle 7 entre 58 y 59.

La carta que abarca la zona de trabajo es la 3557-14-3 y 14-1, denominada «La Plata».

En el piso 12 del M.O.S.P. funciona el Departamento Geodésico-Topográfico, en donde se averiguó si existían antecedentes de determinaciones GPS que pudieran servir para la realización del trabajo. El Departamento informó que en la zona no había más determinaciones oficiales que los puntos LPGA y PLAR ubicados en el Observatorio de La Plata y en Punta Lara respectivamente.

No se utilizaron fotografías aéreas, aunque podrían haber aportado información útil para la etapa de planificación de las mediciones.

No fue necesario recurrir a información dominial ni catastral de ninguna parcela, dada la naturaleza del trabajo; aunque sí fue necesario pedir permiso para ingresar en propiedades privadas.

## **Planificación de las tareas de campo**

Una vez obtenida la carta topográfica de la zona de trabajo el siguiente paso fue determinar sobre la misma la posición aproximada de los puntos que conformarían la red de apoyo para las pruebas de la técnica RTK.

Las condiciones que deben cumplir estos puntos son:

- Entorno despejado de obstrucciones como pueden ser árboles o construcciones, los cuales pueden ocasionar pérdidas de señal y efecto multipath por reflexión.
- Facilidad de acceso y cercanía a un camino para vehículos.
- El terreno debe tener suficiente estabilidad para poder colocar un mojón o señal permanente.
- Es conveniente elegir lugares públicos para el emplazamiento de puntos con el fin de evitar problemas de acceso a terrenos privados. Elegir un punto en una propiedad privada tiene la ventaja de un mayor resguardo de los equipos ante curiosos.

En base a lo planificado, y a las condiciones que deben cumplir los puntos, se determinó la ubicación definitiva de éstos haciendo la correspondiente inspección en el lugar.

Con el objeto de obtener los mejores resultados posibles, se determinó con un software adecuado, cuáles eran las horas del día donde había un mayor número de satélites, así como cuándo el PDOP era más bajo.

## **Diseño de la red**

Este es un punto que depende de los equipos disponibles. En este caso se dispuso de receptores monofrecuencia, por lo que resultó conveniente que la longitud de las bases, en todos los casos, fuera menor a los 10 Km. La precisión de los puntos surgirá de la precisión de los equipos y de la geometría de la red.

La estrategia adoptada para determinar la geometría de la red fue la siguiente: conformar una serie de polígonos medianamente regulares en los se estacionó en cada punto, por lo menos en dos sesiones, con el fin de obtener observaciones redundantes para el posterior ajuste.

## **Reconocimiento de la zona de trabajo**

Este paso sirvió para verificar la factibilidad del proyecto elaborado y para dar ubicación definitiva a los puntos de la red de apoyo, comprobando previamente que cumplieran con las condiciones requeridas.

En esta etapa se pudo apreciar que algunas calles que figuraban como abiertas en la carta 1:25.000 no lo estaban en la realidad, por lo que fue imposible adoptar algunos puntos que se habían marcado en la etapa de planificación. Otros puntos que se habían elegido tampoco se pudieron materializar porque se ubicaban en zonas totalmente inundables e inaccesibles, característica que constituye el mayor inconveniente que presenta la zona para tareas de relevamiento topográfico.

El reconocimiento de la zona de trabajo fue un paso muy importante porque, en base a éste, se pudieron apreciar las dificultades que presentaba el terreno y hacer una correcta elección de los puntos a ser medidos.

Dicha etapa requirió aproximadamente de 1 día, e ir al terreno varias veces antes de comenzar con las mediciones.

Si bien estamos hablando de una red de puntos, se puede agregar que los mismos conformaron un sector de aproximadamente 2500 Ha de superficie, con un perímetro de alrededor de 30 Km.

## **Materialización de los puntos de la Red de Apoyo**

Los puntos elegidos se materializaron con bulones, caños y estacas de madera, según las características del lugar de emplazamiento de los mismos. Para algunos puntos se optó por adoptar elementos presentes en el terreno, como esquineros de alambrados, caños o tornillos empotrados en el suelo.

## Tareas previas a la medición de campo

Debido a una limitación en la disponibilidad de los equipos GPS con los que se midió la red de puntos, los días de trabajo estaban prefijados. Este hecho hizo que no se pudiera elegir un día con condiciones climáticas favorables o con una mejor disponibilidad de satélites; de todas formas, se realizó una planificación de la medición con un programa destinado a tal fin.

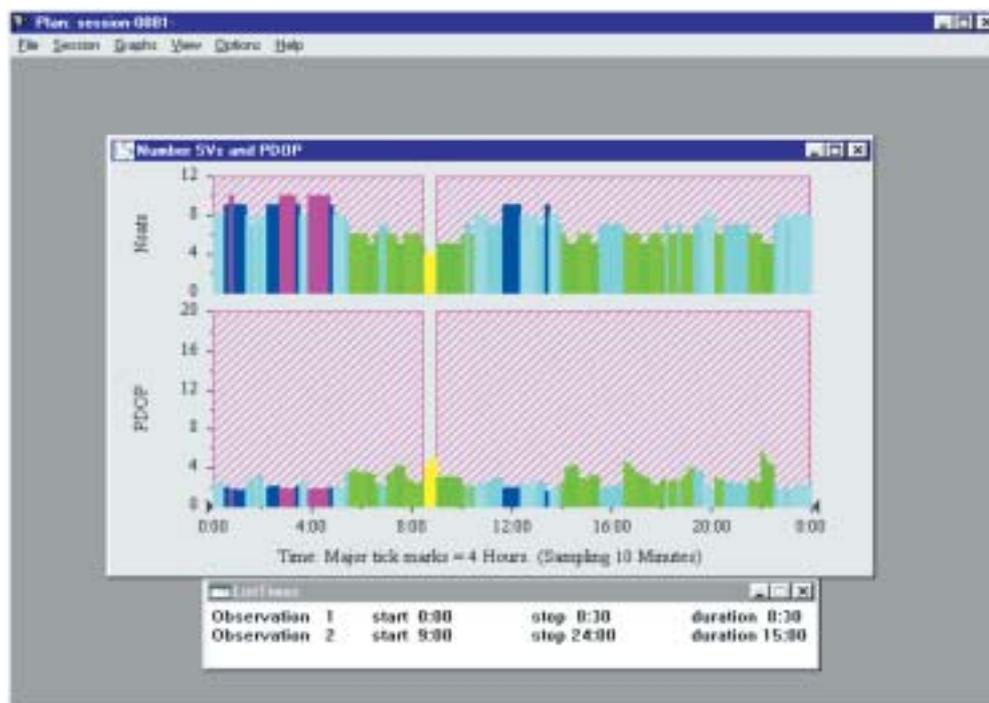
Para poder realizar el planeamiento de una medición GPS lo primero que se tiene que hacer es obtener un almanaque de los datos que transmiten los satélites; dichos datos se pueden obtener de observaciones GPS realizadas en forma reciente o, como en este caso, de páginas de INTERNET que publican archivos con esta información.

El programa que se utilizó para la planificación fue el Quick Plan, de la firma TRIMBLE. El mismo cuenta con varias funciones entre las cuales figuran:

- Elección del lugar de levantamiento, ya sea ingresando las coordenadas aproximadas o haciendo *click* en un planisferio.
- Selección de horas de levantamiento.
- Selección de huso horario.
- Modificación del ángulo de máscara.
- Disponibilidad de satélites y valores de DOP para cada hora del día.
- Orbitas satelitales (sky plot) y estado de salud de cada satélite.
- Ingreso de obstrucciones cercanas al punto de levantamiento.

Entre estas funciones se destaca una que permite calcular las horas de observación óptimas; la misma toma en consideración los parámetros que se hayan especificado, tales como el número mínimo de satélites, las horas previstas para el levantamiento y el valor máximo de PDOP (el valor por defecto es 7, pero se recomienda utilizar valores menores a 4).

Como conclusión, se puede decir que de este análisis surgió que durante todo el período previsto de medición, no había intervalos conflictivos, en lo que a disponibilidad de satélites y geometría se refiere.



La zona sin sombreado en el gráfico corresponde a un intervalo con sólo 4 satélites. Esto no significa un gran inconveniente en un posicionamiento estático de 2 horas y media.

Para finalizar las tareas previas a la medición se planificaron las sesiones de medición estática que se llevarían a cabo en campo. El ordenamiento proyectado fue el siguiente:

<b>Sesión 1</b>	<b>2ROT</b>	<b>1ROT</b>	<b>MIGU</b>
<b>Sesión 2</b>	<b>2ROT</b>	<b>1ROT</b>	<b>POST</b>
<b>Sesión 3</b>	<b>MIGU</b>	<b>1ROT</b>	<b>POST</b>
<b>Sesión 4</b>	<b>ROTA</b>	<b>1ROT</b>	<b>POST</b>
<b>Sesión 5</b>	<b>ROTA</b>	<b>ALCA</b>	<b>POST</b>
<b>Sesión 6</b>	<b>ROTA</b>	<b>ALCA</b>	<b>TOMA</b>
<b>Sesión 7</b>	<b>AZUR</b>	<b>ALCA</b>	<b>TOMA</b>
<b>Sesión 8</b>	<b>AZUR</b>	<b>ALCA</b>	<b>GATO</b>
<b>Sesión 9</b>	<b>AZUR</b>	<b>LATE</b>	<b>GATO</b>
<b>Sesión 10</b>	<b>LAGU</b>	<b>LATE</b>	<b>GATO</b>
<b>Sesión 11</b>	<b>LAGU</b>	<b>AERO</b>	<b>GATO</b>
<b>Sesión 12</b>	<b>LAGU</b>	<b>AERO</b>	<b>ROTO</b>
<b>Sesión 13</b>	<b>AGRI</b>	<b>ROTO</b>	
<b>Sesión 14</b>	<b>AGRI</b>	<b>HIP1</b>	<b>HIP2</b>
<b>Sesión 15</b>	<b>AGRI</b>	<b>HIP3</b>	<b>HIP4</b>
<b>Sesión 16</b>	<b>2ROT</b>	<b>AZUR</b>	<b>ROTO</b>

<b>Punto</b>	<b>Tipo de Marca</b>	<b>Ubicación</b>
1ROT	Bulón empotrado al suelo	Primera rotonda de Punta Lara
2ROT	Bulón empotrado al suelo	Segunda rotonda de Punta Lara
AERO	Bulón empotrado al suelo	Aeródromo de Tolosa
AGRI	Hierro empotrado al piso de terraza	Departamento de Agrimensura
ALCA	Caño de 1/2"	Alcantarilla sobre diagonal 74
AZUR	Estaca de madera con clavo en la cabeza	Entrada a planta de Azurix
HIP1	Estaca de madera de 1/2"	Hipódromo
HIP2	Estaca de madera de 1/2"	Hipódromo
HIP3	Estaca de madera de 1/2"	Hipódromo
HIP4	Estaca de madera de 1/2"	Hipódromo
GATO	Caño de 1/2"	Puente sobre el arroyo del Gato
LAGU	Caño de 1"	Laguna en la entrada a Propulsora Siderúrgica
LATE	Estaca de madera con clavo en la cabeza	Línea de Alta Tensión en Propulsora Siderúrgica
LPGS	Antena fija en columna de hormigón	Observatorio de La Plata
MIGU	Bulón empotrado al suelo	Puente sobre el arroyo Miguelín
POST	Estaca de madera con clavo en la cabeza	Punto al lado de un poste sobre una calle de P. Lara
ROTA	Estaca de madera con clavo en la cabeza	Rotonda en Diagonal 74 y avenida Costanera
ROTO	Caño de 1/2"	Rotonda en diagonal 74, avenida 32 y avenida 120
TOMA	Bulón empotrado en junta de baldosas	Toma de agua sobre el Río de La Plata

Como se dijo anteriormente, el modo operativo consistió en medir con tres receptores simultáneamente y mover un solo receptor en la siguiente sesión. Por este motivo la sesión 13 se midió con sólo dos antenas, aunque en la etapa de procesamiento se agregaron las observaciones de la estación permanente del Observatorio de La Plata, quedando de esta manera conformando un triángulo.

## **Instrumental utilizado**

El mismo estaba compuesto de:

- 3 trípodes.
- 3 bases nivelantes.
- 3 antenas GPS modelo 4600 LS Monofrecuencia de 12 canales, marca TRIMBLE.
- 3 baterías camcorder recargables con sus respectivos cables de conexión a las antenas.
- 4 equipos de radio para la intercomunicación por voz entre cada equipo de medición.
- 2 controladoras TSC1, marca TRIMBLE con sus respectivos cables de conexión a las antenas.
- 3 cintas para medir la altura de la antena.
- 3 brújulas para orientar las antenas.
- Soporte plástico para controladora para el levantamiento STOP AND GO.
- Bastón para levantamiento STOP AND GO y medición con Estación Total.
- 3 linternas para trabajar en condiciones de oscuridad.
- 2 cargadores de baterías camcorder.
- Cargador de baterías de controladoras.
- 2 cargadores de baterías de radio comunicadores.
- Cable de bajada de datos de las antenas a la computadora.
- Adaptador para bajada de datos de controladoras a la computadora.
- Estación Total modelo GTS-301, marca TOPCON.
- Cargador de batería de Estación Total.
- 3 prismas con su correspondiente soporte.

Como se puede observar, el instrumental utilizado estaba compuesto de muchos elementos, a lo que hay que sumarle que se formaron 3 grupos de trabajo, sólo comunicados a través de radio. Esto requirió mantener ordenado el instrumental para que cada grupo contara con los elementos necesarios para estacionarse, realizar mediciones y anotaciones, y comunicarse con los otros equipos de trabajo, caso contrario podría alterarse significativamente el plan trazado.

## **Medición de campo**

El trabajo realizado en campo se llevó a cabo en 2 etapas bien diferenciadas: la primera consistió en determinar coordenadas de una red de puntos previamente materializados en el terreno, los cuales servirían de apoyo para las pruebas que se harían con el equipo RTK en la segunda etapa de campo.

Las tareas referentes a la primera etapa se realizaron a lo largo de los días 29, 30 y 31 de marzo de 2002. Lo que se hizo fue partir del punto 2ROT de coordenadas POSGAR '94 conocidas, e ir midiendo bases con 3 receptores monofrecuencia de 12 canales TRIMBLE 4600 LS operando simultáneamente en la modalidad estática. El tiempo de observación definido para cada sesión fue de una hora y cuarto, con un intervalo de época de 15 segundos; y el modo de operación

adoptado consistió en mover un receptor por sesión. De esta manera se logró que todos los puntos fueran medidos al menos en dos sesiones, y no menos de 2 horas y media, hecho que daría la redundancia de observaciones para el posterior ajuste de la red. El hecho de reocupar los puntos permite detectar errores groseros de lectura en la medición de altura de antena.

Con el objeto de mantener un orden en la medición y tener información clara en el futuro procesamiento de los datos, se volcó en planillas la información correspondiente a cada estación. En dichas planillas se colocó la designación del punto, tipo de materialización del mismo, número de serie del receptor estacionado, altura inclinada de la antena, fecha, hora de inicio y fin de la observación, condición climática e intervalo de época.

El primer día se midieron 9 puntos y 12 bases independientes, correspondientes a las sesiones 1, 2, 3, 4, 9 y 10, de acuerdo con la planificación.

El segundo día se midieron 10 puntos y 14 bases independientes, correspondientes a las sesiones 5, 6, 7, 8, 11, 12 y 13, de acuerdo con la planificación. De estos 10 puntos, 5 coincidían con los medidos el primer día.

El salto en las sesiones de la planificación se debió a que las sesiones 9 y 10 afectaban un punto en una propiedad privada, más precisamente Propulsora Siderúrgica, a la cual se tenía permiso para acceder sólo el día 29/03/02.

Al final de estos dos primeros días de medición fue necesario bajar las observaciones de los receptores a la PC por dos motivos:

- 1) Liberar memoria de los receptores ya que los mismos operaban a lo largo de 12 horas aproximadamente.
- 2) Realizar un procesamiento preliminar con el objetivo de detectar algún error grosero en las mediciones, y observar que los receptores hubieran grabado todas las observaciones con relación a lo anotado en campo al momento de iniciar y finalizar cada sesión.

Finalizada la bajada de datos se ponían a cargar las baterías de antenas receptoras y radios para que estuvieran cargadas a la mañana siguiente cuando se proseguía con el trabajo.

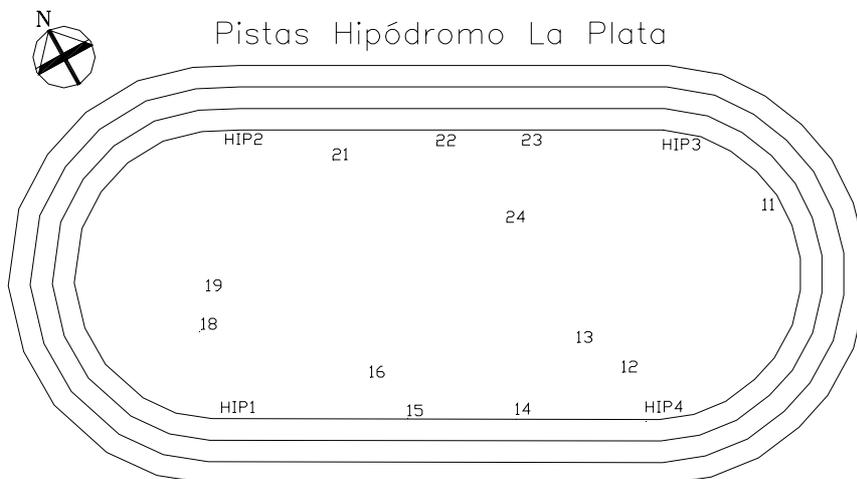
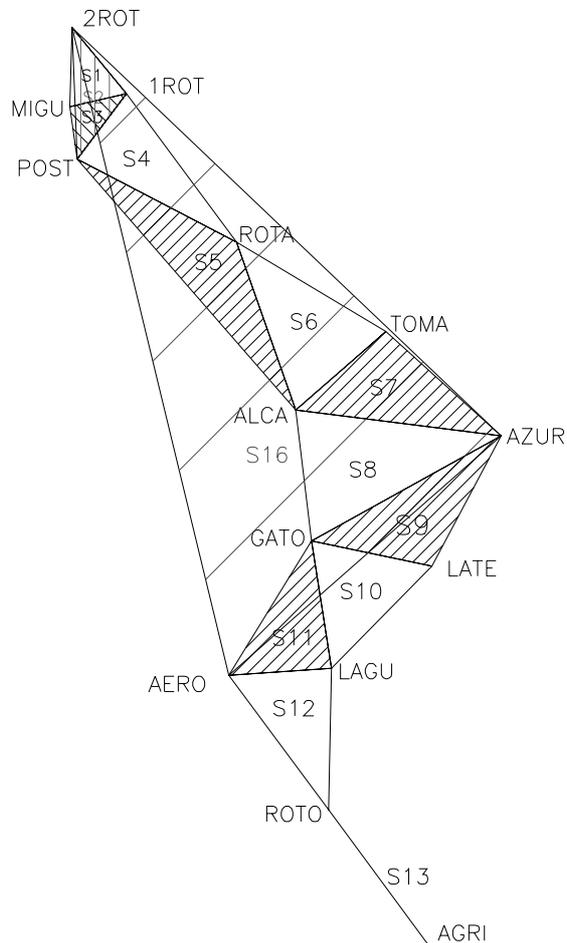
El tercer día se midieron las últimas dos sesiones estáticas y se realizó, en el predio del Hipódromo de La Plata, la medición de una nube de 17 puntos con el método STOP AND GO y con Estación Total. Para la medición STOP AND GO se utilizó un intervalo de época de 5 segundos y un tiempo de ocupación de 1 minuto. Estos levantamientos se hicieron de a pie y en forma simultánea, colocando en el extremo del bastón los prismas y, sobre los mismos, la antena receptora GPS; como se puede apreciar en la fotografía.

Terminadas las mediciones de campo y bajadas las mismas a la PC, se pudo concluir que no hubo cortes de alimentación ni de recepción de satélites durante los tres días de medición.



Varios meses después de las mediciones descritas se midieron los vectores 2ROT-AZUR, 2ROT-ROTO y AZUR-ROTO en una sesión con 3 receptores operando simultáneamente. Esto se hizo con el objeto de tener una idea de la precisión real de la red medida.

Las redes quedaron conformadas como se muestra en las figuras.



## Transformación de archivos a formato RINEX

Paralelamente a la carga de los archivos de medición en el proyecto de procesamiento, con un módulo del programa TRIMBLE GEOMATICS OFFICE, se transformaron los archivos de medición (la extensión de los mismos cuando se mide con equipos TRIMBLE es .DAT) a formato RINEX para poder procesarlos con el programa GPPS de ASHTECH.

El citado módulo pide que se seleccione el archivo DAT a transformar; luego el nombre que tendrá el archivo, la altura de antena y el tipo de medición de la misma (vertical verdadera, inclinada, etc.). Hecho esto, el programa procede a la transformación creando los archivos RINEX de observación y navegación, con extensión 02O y 02N respectivamente.

## Procesamiento de la red de apoyo

Se midió una red compuesta de 15 puntos separados por distancias que van de los 700 m. a los 6800m., con una distancia media de 2123 m. Se calcularon un total de 33 vectores, cuya sumatoria arroja una distancia de 67830 m. Se midieron partiendo de dos puntos pertenecientes a la Red GEOBA. Los mismos son el PLAR y el LPGS, los cuales tienen las siguientes coordenadas:

### PLAR

Latitud: 34° 47' 49",34382 sur

Longitud: 57° 59' 31",94636 oeste

Altura: 18.851 m.

### LPGS

Latitud: 34° 54' 24",30400 sur

Longitud: 57° 55' 56",27820 oeste

Altura: 29.357 m.

Para procesar las observaciones realizadas, las mismas debieron ser bajadas a una PC. En este caso la bajada de datos se llevó a cabo con el software GPLoad de la firma TRIMBLE. Esto se hizo al final de cada día de trabajo con el objeto de verificar que no hubiera habido problemas con la medición, en cuyo caso, se podrían subsanar a tiempo procediendo de esta manera:

Para efectuar la bajada de datos es necesario crear un proyecto en el que se almacenarán las observaciones. En esta etapa del procesamiento se hace INDISPENSABLE recurrir a las anotaciones realizadas en campaña, tales como alturas de antena, número de serie de los equipos, nombre de los puntos, etc., ya que el software pide que se vayan ingresando estos datos.

Una vez que se tienen cargados los archivos, se pueden comenzar a procesar los vectores con el módulo WAVE del GPSurvey.

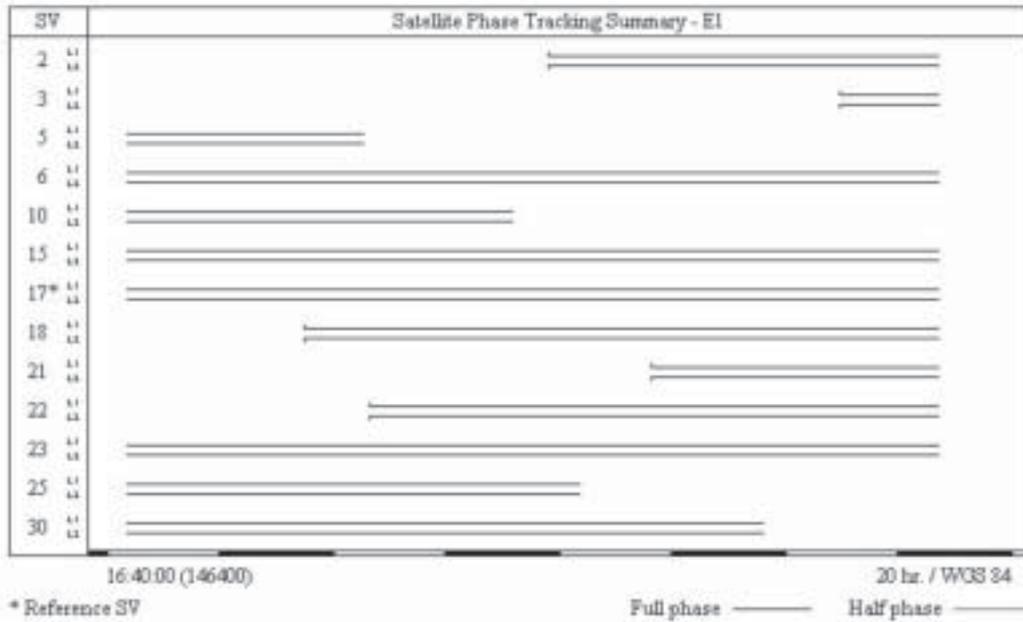
Ya en el módulo de procesamiento WAVE, lo primero que se hizo fue cargar en la base de datos del proyecto las coordenadas de los 2 puntos conocidos (2ROT y LPGS). Acto seguido se efectuó un primer procesamiento de los vectores medidos, con el objeto de tener un primer panorama de la calidad de los resultados y de detectar posibles conflictos.

Este procesamiento se hizo con las estaciones de referencia propuestas por el software y las opciones de procesamiento por defecto. Las opciones más salientes son:

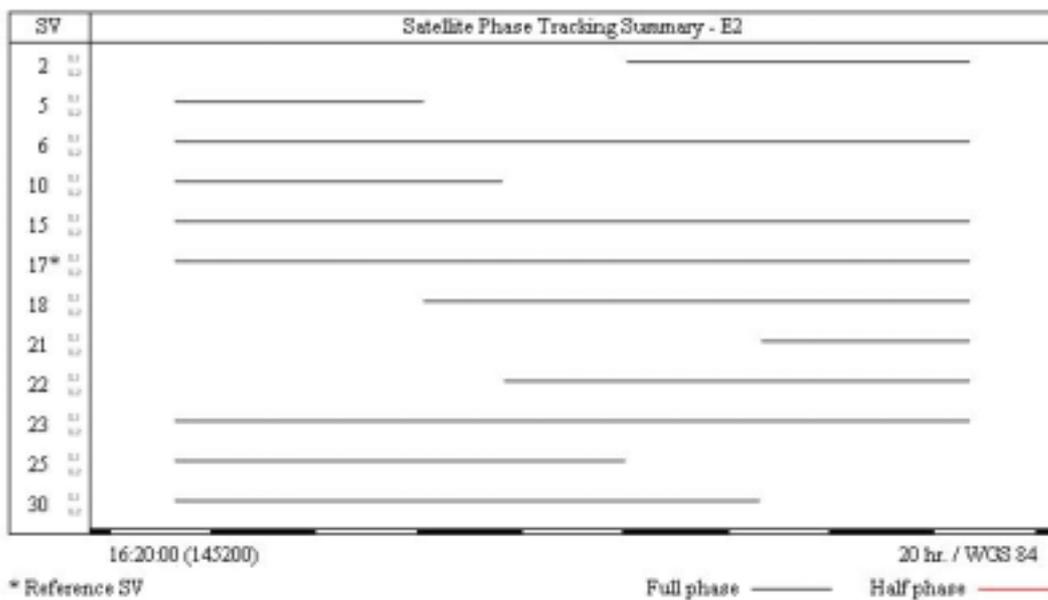
- Solución final L1 Fija, la más correcta para mediciones con equipos monofrecuencia.
- Aplicación de corrección troposférica por modelo de Hopfield.
- Angulo de máscara de 15°.
- Procesar con todos los satélites recibidos y todo el intervalo común entre puntos.
- Aplicación de corrección ionosférica si se disponen de receptores doble frecuencia.

Por otra parte, cabe aclarar que las opciones por defecto resultan las más adecuadas para la longitud de los vectores medidos (entre 1 y 7 Km).

El siguiente paso, con la misma configuración de red y procesamiento, consistió en reprocesar los vectores omitiendo los satélites con saltos de ciclo o residuos elevados sobre la base del análisis de los gráficos de seguimiento de los mismos.



*Gráfico de seguimiento correspondiente a un receptor TRIMBLE 4800 bifrecuencia ubicado en un punto despejado.*



*Gráfico de seguimiento correspondiente a un receptor TRIMBLE 4600 LS monofrecuencia ubicado debajo de una línea de 500 KV.*

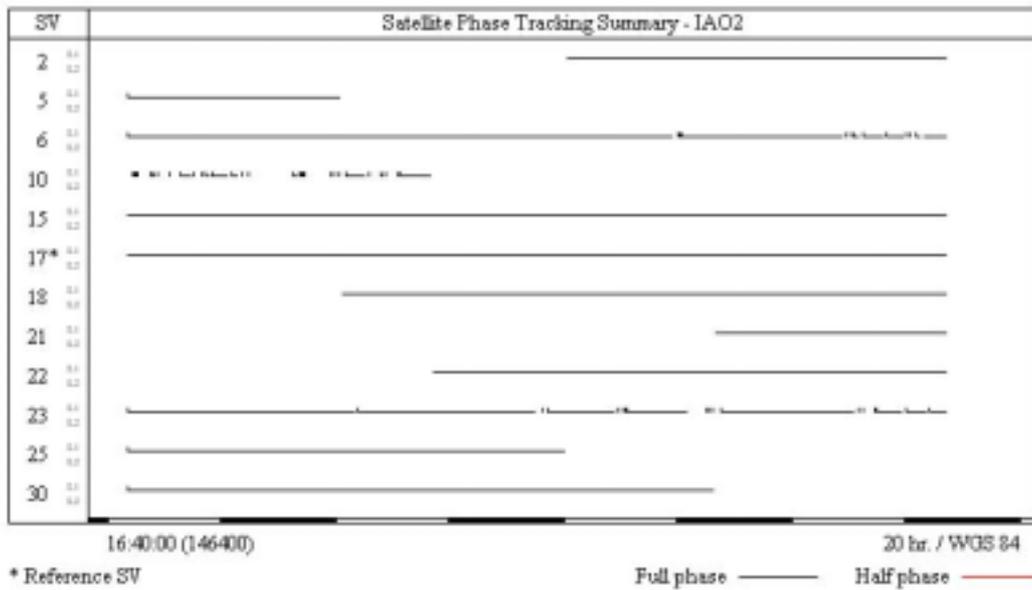
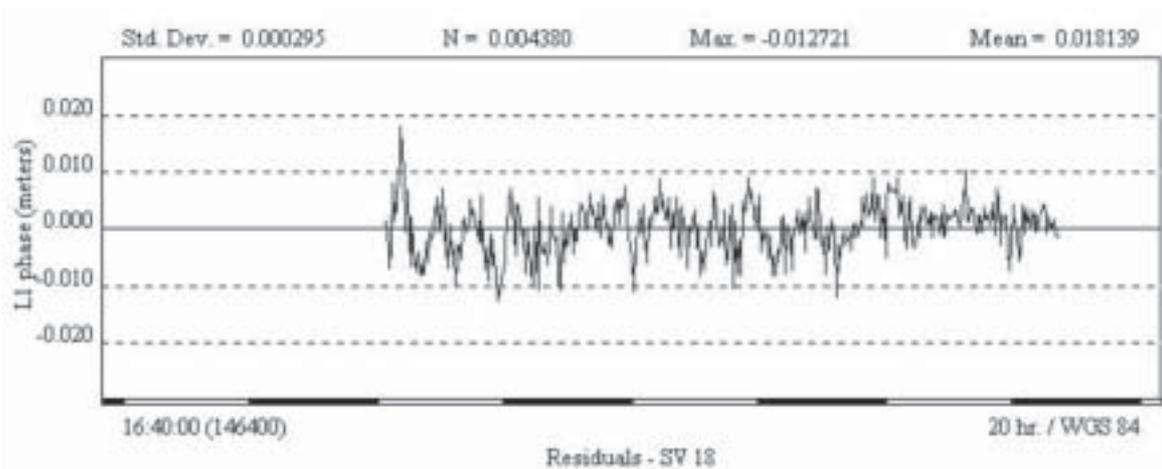


Gráfico de seguimiento correspondiente a un receptor TRIMBLE 4600 LS monofrecuencia ubicado a 20 metros de un monte de eucaliptos.

Los gráficos anteriores corresponden a 3 antenas, ubicadas en puntos con diferentes topografías en una misma sesión, y en ellos se pueden ver una o dos líneas para cada satélite captado, si el receptor fuera mono o bifrecuencia. Si esas líneas son rojas, indica que el receptor sólo es capaz de captar media fase de las portadoras (receptores de precisión submétrica).

Los saltos de ciclo son las discontinuidades que aparecen en el último gráfico en los satélites 6, 10 y 23. Varias discontinuidades son, generalmente, producto del efecto multipath.

Este efecto también se evidencia en el gráfico de abajo, por comportamientos o tendencias sistemáticas de la línea de seguimiento. Un residuo que indica una buena medición tiene un gráfico similar al de ruido, como en este caso (residuos correspondiente al sat. 18 seguido por un receptor monofrecuencia).

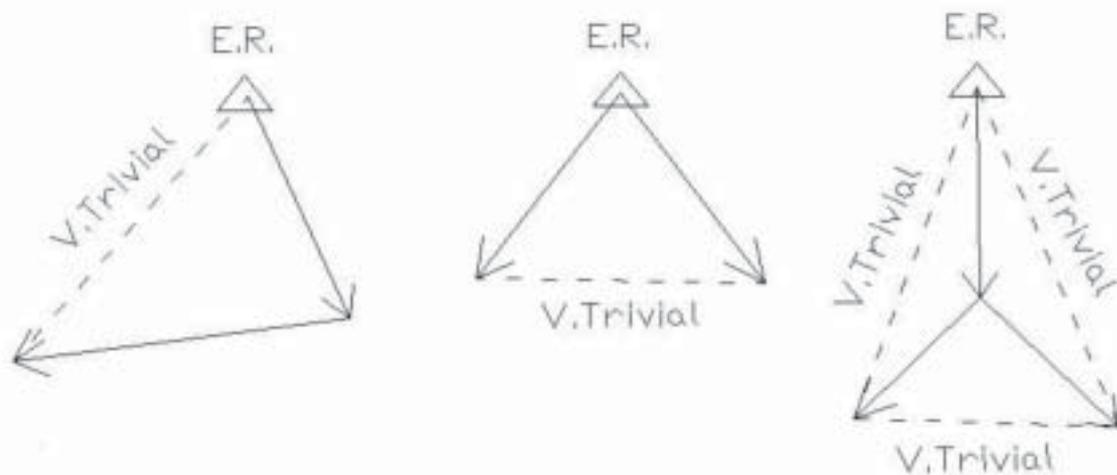


Se puede decir que en casi todos los casos se logró mejorar los estimadores estadísticos del primer procesamiento, pero la longitud de los vectores varió en el orden milimétrico. Dado que la variación en los vectores y en las coordenadas de los puntos en ningún caso fue significativa, y que los estimadores estadísticos del primer procesamiento indicaban que nos encontrábamos ante un resultado altamente confiable, se optó por adoptar las soluciones con todos los satélites disponibles, lo cual aporta mayor rapidez en el procesamiento de toda la red.

El programa GPSurvey en su sección de procesamiento analiza la información de todas las estaciones de la red y determina las estaciones de referencia de cada sesión. La estación de referencia es la estación desde la cual se propagan las coordenadas a través del conjunto de líneas base. Aunque el programa realiza esta selección con el objeto de asegurar una correcta propagación de coordenadas, la misma puede ser incorrecta. El ordenamiento propuesto por el programa para la red observada no era incorrecto, pero no resultaba ser el más conveniente.

Se tienen diferentes criterios para definir una estación de referencia: el tiempo de observación en el punto, la cantidad de veces que se lo midió, el entorno del punto, o por la calidad del posicionamiento absoluto del mismo. En este caso, el criterio elegido para determinar las estaciones de referencia de cada sesión fue la geometría de los vectores que partían o confluían en cada estación, ya que, de esta manera, nos aseguraríamos que se propagarían coordenadas de un punto con buena información en varios sentidos, o lo que es lo mismo, que su elipse de error tienda a una circunferencia de error.

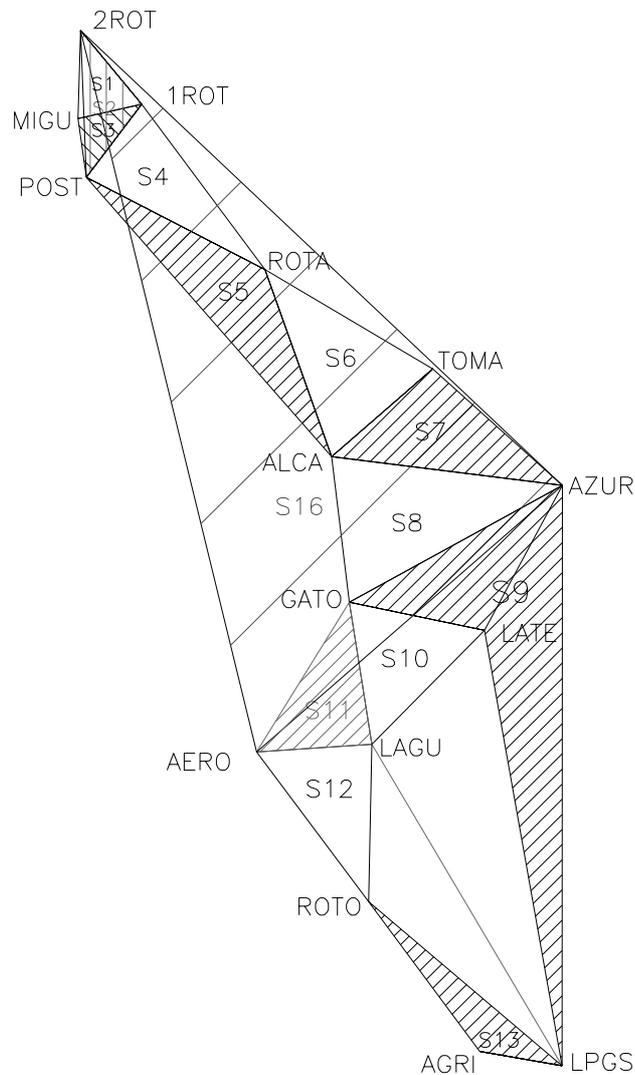
En esta misma etapa se determinó cual/es era/n el/los vector/es trivial/es de cada sesión. El criterio elegido fue el mismo que utiliza el programa (no se modificó el criterio por defecto), en el cual se consideran como vectores dependientes a los de mayor longitud, con lo que se logra que la propagación de coordenadas sea más precisa. Por esta razón se presentaron los siguientes casos de cálculo de vectores:



Cabe aclarar que, en la etapa de procesamiento, a la red medida se le agregó, en las sesiones 9, 11 y 13, el punto LPGS, el cual es una estación de recepción permanente. De esta manera quedaron vinculados varios puntos de la red al punto LPGS de coordenadas conocidas.

Finalmente la red de procesamiento quedó conformada de la siguiente manera:

Sesión	Est. de ref. por defecto	Est. de ref. adoptada	Vector trivial
1	2ROT	2ROT	2ROT-1ROT
2	2ROT	2ROT	2ROT-POST
3	1ROT	1ROT	1ROT-POST
4	1ROT	1ROT	1ROT-ROTA
5	ALCA	ALCA	ALCA-POST
6	ROTA	ALCA	ALCA-ROTA
7	AZUR	ALCA	ALCA-AZUR
8	AZUR	GATO	AZUR-GATO
9	LPGS	LPGS	AZUR-GATO
10	LATE	LATE	LAGU-LATE
11	LPGS	LPGS	AERO-GATO
12	ROTO	LAGU	AERO-ROTO
13	LPGS	LPGS	LPGS-ROTO
14	2ROT	2ROT	2ROT-ROTO



Como se puede ver en la figura anterior, la ubicación de ciertos puntos dentro de la red llevó a modificar la estación de referencia propuesta por el programa en las sesiones 6, 7, 8 y 12 de acuerdo al criterio escogido para establecer este parámetro.

## **Consideraciones finales de la etapa de procesamiento**

Como hecho destacable de la etapa de procesamiento se puede mencionar que la recepción satelital no fue afectada por campos electromagnéticos generados por Líneas de Alta Tensión (132, 250 y 500 Kv), ni por antenas para telefonía celular, las cuales podrían haber afectado la recepción de las portadoras del sistema GPS, ya que tienen potencias del orden de 1 Kw.

Finalmente, se puede decir que de la comparación de los resultados entre los programas GPSurvey y GPPS realizada en el anexo 3, las coordenadas de los puntos difirieron un máximo de 1 cm. en latitud y longitud y 8 cm. en altura, con diferencias medias inferiores a estos valores. Diferencias del mismo orden se encontraron entre distintas sesiones del mismo vector, por lo que podemos atribuir las diferencias a la precisión de las mediciones, más que a diferencias de procesamiento de los vectores entre programas.

## **AJUSTE DE LA RED DE APOYO**

La red medida fue sometida a un proceso de ajuste del que surgieron las coordenadas finales de cada punto de la red y los errores en la determinación de las mismas.

El ajuste fue necesario para que los puntos de la red de apoyo tuvieran la confianza suficiente, ya que, posteriormente, se harían pruebas sobre los mismos con los equipos RTK. La precisión de éstos últimos surgiría de comparar las coordenadas ajustadas con las obtenidas por RTK.

Como se expuso en los objetivos, el ajuste se realizó con 2 programas. Ambos funcionan bajo el método de mínimos cuadrados, el cual tiene como propósitos:

- Obtener el valor más probable.
- Homogeneizar errores.
- Estimar errores aleatorios antes y después de compensar.
- Minimizar y acotar errores aleatorios.

Estos objetivos los logran a través de 2 criterios:

- La suma de los pesos por los cuadrados de los residuos debe ser un mínimo.
- La red debe cerrar algebraica y geoméricamente, es decir, debe haber acuerdo entre las partes medidas y conocidas de la red.

Dentro del método de mínimos cuadrados, ambos programas utilizan el método de ajuste por variación de coordenadas o de observaciones indirectas. Este método consiste en hacer un cálculo aproximado de las coordenadas de los puntos desconocidos, que en nuestro caso proviene de las soluciones de los vectores. Luego, cada medida aporta una ecuación de observación en las que las incógnitas son las correcciones a aplicar a las coordenadas aproximadas para obtener las ajustadas. En el caso de los puntos conocidos, las correcciones son iguales a cero. Finalmente se resuelve el sistema de ecuaciones, del que surgen las coordenadas ajustadas y sus correspondientes errores. El método requiere que el número de ecuaciones sea mayor al de incógnitas, o lo que es lo mismo, que exista redundancia de mediciones.

## Ajuste con TRIMNET

Una vez creado el proyecto y procesados los vectores en el GPSurvey, estamos en condiciones de ingresar al módulo **RED GPS** del TRIMNET. Dentro del módulo **RED GPS**, el primer paso consiste en cargar los vectores en la base de datos, es decir, construir la red. Después de cargar los mismos aparece un mapa con la red de puntos y vectores que se ajustarán.

En esta instancia se tienen diversas opciones tales como ver los vectores cargados, cargar o eliminar alguno, ver la redundancia de vectores que se poseen, etc. Revisados estos puntos se pasa al módulo de **AJUSTE DE RED**, que es con el que se trabaja mayoritariamente.

Es necesario, como primera medida, ejecutar un ajuste libre para tener una idea del comportamiento global de la red y detectar errores groseros u observaciones de mala calidad. En el ajuste libre, el programa toma como punto de referencia el centroide o baricentro de la red, y ajusta todos los puntos a partir de éste, tomando como estimaciones de error la matriz de varianza-covarianza del procesamiento de cada vector. El ajuste libre minimiza los cambios por residuos de ajuste de toda la red y produce una media de ajuste de coordenadas, igual a cero, en todas las dimensiones. Este ajuste permite detectar errores groseros o de mayor magnitud a la media (llamados periféricos) debido a que no se le impone ninguna condición a la red y sólo interviene el acuerdo interno entre las distintas mediciones.

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, ya que sólo apareció un error periférico, que fue la componente de distancia del vector AZUR-ROTO. Esta medición no se quitó del ajuste porque su error no resultó incompatible con el del resto de las mediciones, y porque se realizó 2 meses después al resto de las mediciones, lo que la hace absolutamente independiente de las primeras, y resulta muy conveniente para determinar la precisión realista de la red. También es importante saber a qué dato corresponde un error de mayor magnitud que los demás ante una eventual exclusión del ajuste, ya que puede suceder que sea el único dato que aporta redundancia en la determinación de un punto.

Después se comenzó a definir una estrategia de pesado de las observaciones o determinación de errores a priori. Este programa tiene la posibilidad de establecer tres estrategias de pesado que actúan en forma separada o en conjunto:

**Escalar:** este método tiene como función multiplicar los errores formales de un vector (la matriz de varianza-covarianza) por un número, o escalar, para que los mismos se adapten al resto de la red. Este método se recomienda para vectores de longitudes variadas y se puede aplicar para uno, un grupo o todos los vectores. Ofrece tres posibilidades:

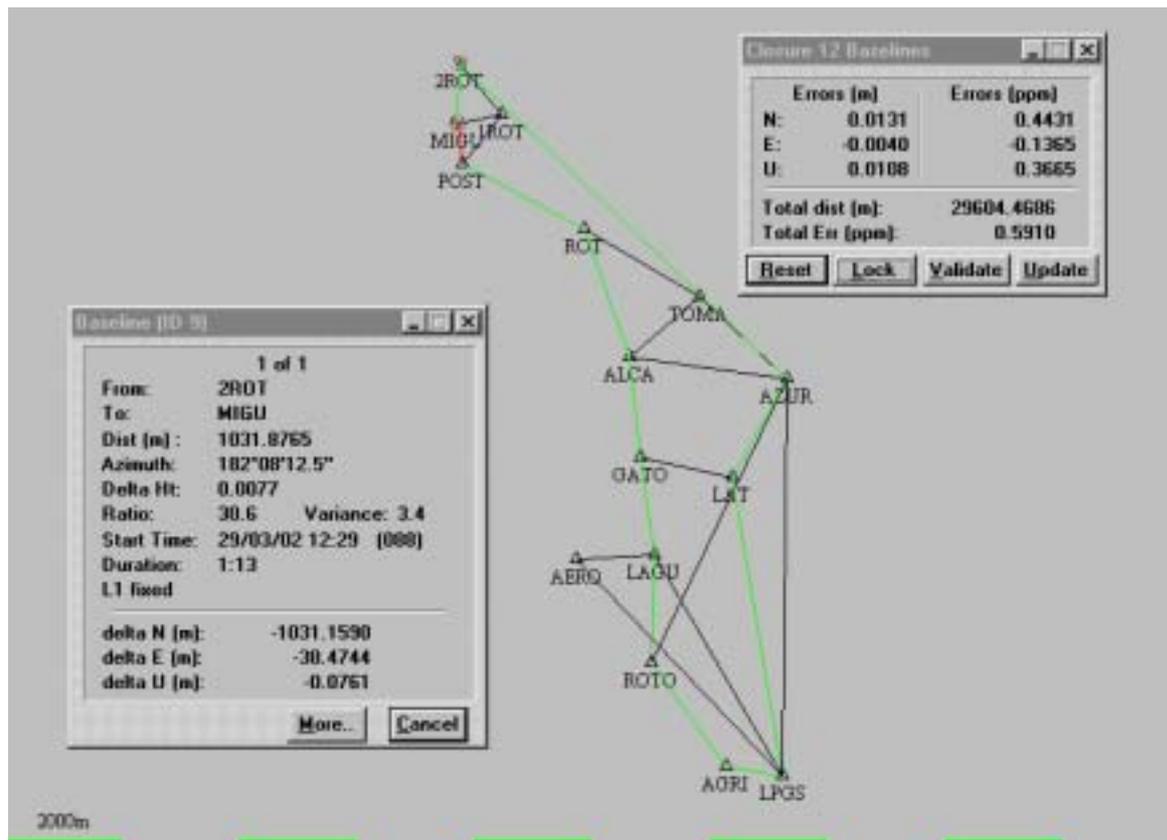
- a) Por defecto: el valor utilizado será siempre 1.
- b) Definido por el usuario: el escalar aplicado será el que defina uno mismo.
- c) Alternativo: el valor será el factor de referencia del ajuste anterior multiplicado por el escalar del ajuste anterior. De esta manera, el nuevo ajuste dará un factor de referencia igual a 1, o cercano a 1, debido a la relación inversa que existe entre estos dos valores.

**Sumatoria:** cuando se usa este método, el valor introducido se adiciona al error estándar de una, algunas o todas las observaciones. Se puede aplicar para todos los acimutes, distancias, alturas o individualmente para cada solución, y se recomienda para vectores de similares longitudes.

**Error de estación:** se deben ingresar los errores que se creen haber cometido en campaña al estacionar los equipos, es decir, se establece qué parte del error total corresponde al posicionamiento GPS, y qué parte al error de estación. Éstos errores se aplican a todas las estaciones.

Es posible tener una idea de estos errores en su conjunto con el módulo **MAPA DE RED** del programa GPSurvey, con el que se pueden hacer poligonales con vectores de diferentes sesiones y días. Al cerrar un polígono formado por muchos lados medidos en diferentes momentos, se podrá tener una primera idea de los errores de la red y de los resultados que se obtendrán con el programa de ajuste. Los errores de cierre máximos encontrados realizando distintas poligonales fueron:

- Norte: 7 mm.
- Este: 13 mm.
- Altura: 4 cm



En la figura se ve una poligonal con errores de cierre de 1.3, 0.4 y 1.1 cm. en las componentes Norte, Este y Elevación respectivamente.

La estrategia de pesado de las observaciones utilizada para el ajuste fue la siguiente:

- Se estableció un error de estación de 5 mm. en la medición de la altura de la antena y un error de centrado de 2 mm. por considerar estos valores apropiados para el caso (estos valores los sugiere el fabricante, aunque los valores por defecto son cero para ambos casos).
- Del análisis de las matrices de varianza-covarianza de los vectores surgió que los errores son de variadas magnitudes debido a que existen diferencias entre las longitudes los vectores de hasta 80 %. Esto produce que similares errores en latitud y longitud generen errores muy diferentes en acimut.

Por esta razón, se descartó la aplicación del método de Sumatoria y se optó por el método de Escalar.

Dentro de la estrategia escalar se dispone de la opción ALTERNATIVO (la que se utilizó), que facilita la tarea de encontrar el escalar que normalice los residuos, simplemente iterando el ajuste hasta llegar a obtener los residuos normalizados.

Ingresados los valores correspondientes en cada campo, se volvió a ejecutar el ajuste fijando las coordenadas de los puntos conocidos para adaptar las observaciones realizadas (datos internos) a los puntos conocidos (datos externos de control). Esto se denomina ajuste condicionado, del cual surgen las coordenadas ajustadas definitivas y sus errores. Luego se analizó si el mismo era correcto o si se hacía necesario modificar algún valor sobre la base de los siguientes datos:

- 1) Factor de referencia de la red: es la medida de la magnitud de los residuos de las observaciones de una red ajustada comparados con los errores a priori de las mismas. Este valor debe ser 1 para que los errores estimados coincidan con los residuos. Un valor mayor de 1 indica que los errores a priori se han subestimado y, si es menor que 1, que los mismos se han sobrestimado. El factor de referencia indica la calidad estadística, pero no la calidad o precisión del ajuste.
- 2) Prueba de Chi al cuadrado: es el mejor indicador que posee el programa del cierre geométrico de la red. El resultado de la prueba es una evaluación del factor de referencia en función de los grados de libertad (número de observaciones independientes incluidas en el ajuste). Si el factor de referencia se aproxima a 1 y las observaciones se adaptan bien entre sí, se pasará la prueba de Chi al Cuadrado, lo que significa que los errores a priori se han estimado con exactitud. El hecho de no pasar esta prueba es el resultado de una ponderación de errores incorrecta o de un error grosero.
- 3) Residuos normalizados: resultan de dividir el residuo de una observación por el error del valor promedio (error medio). Como los residuos de cada componente tienen las mismas unidades, los residuos normalizados no tienen unidades y permiten hacer una comparación directa de los errores en acimut, distancia y altura.
- 4) Histograma: el programa genera un histograma con los residuos normalizados desde el cual se pueden detectar residuales grandes. La magnitud límite para los residuales está dada por el criterio de Tau (Allen Pope). El mismo usa una distribución de Student (modelo de distribución para conjuntos de datos pequeños que se torna idéntica a la distribución normal a medida que aumentan los grados de libertad). Los valores críticos para los residuos normalizados se muestran en el histograma como dos líneas verticales a unos  $3.5\sigma$  del cero. Los residuos que superan este valor se encuentran a la derecha o izquierda del Tau crítico y, posiblemente, haya que excluir la observación que lo genera. Por último, cabe aclarar que el criterio de Tau indica que las observaciones se adaptan bien estadísticamente al resto de los datos y de ninguna manera refleja un acuerdo geométrico entre las observaciones.
- 5) Elipses de error: hay que tener en cuenta los siguientes puntos al evaluarlas:
  - Las elipses circulares a menudo se ven debido al predominio del error de estación.
  - Cuando las elipses son largas y estrechas, la dirección del error estimado más grande se encuentra en la dirección del eje mayor de dicha elipse. Esta dirección también es el camino de menor resistencia para que el punto se desplace durante el ajuste.
  - Cuando la dirección del eje mayor de las elipses es común en toda la red o en una parte de la misma, indica una debilidad en la configuración de la red en dicha dirección que tal vez sea inevitable. Esta debilidad se podría aliviar mediante mediciones adicionales directas entre los puntos de control en los cuadrantes de la red a la que apunta la elipse.

- En una red topográfica bien condicionada resulta común encontrar elipses alargadas, pero la orientación de dichos alargamientos parece ser casual, lo que indica que ningún debilitamiento estructural afecta el levantamiento.
- 6) Número de redundancia: todos los números deberían ser mayores de 0.00 y menores o iguales a 3.00. Cada observación contribuye con tres componentes (acimut, distancia e incremento altura) a la red, limitando así los grados de libertad a 3. A medida que el número de redundancia se aproxima a 3.00, la observación contribuye progresivamente con más redundancia. Un número de redundancia de 0.00 sugiere que la observación no está conectada con ninguna otra observación.
- 7) En los errores de cierre que se calcularon previamente, puede suceder que estableciendo 1 mm. de error en la determinación de las alturas elipsoidales en las estrategias de pesado, se obtengan indicadores estadísticos satisfactorios, pero los resultados no serían realistas.

Se puede decir, finalmente, que las estimaciones de los errores están próximas al valor verdadero cuando las elipses de error empiezan a mostrar magnitud y dirección verdaderas de los errores, y cuando el histograma toma forma de campana. En este caso se puede tener confianza en los resultados tanto estadística como geoméricamente.

A partir del estudio de estos indicadores se detectó que la altura elipsoidal del punto conocido 2ROT no resulta un dato confiable. Se dice esto porque, fijando la coordenada de 2ROT o de LPGS, se llegaba al otro punto conocido con una diferencia en altura del orden de los 20 cm.; por otro lado se tenían los siguientes datos:

- Las coordenadas del punto LPGS son muy confiables porque ese punto ha participado de numerosos ajustes, ya que tiene una antena de recepción permanente, por lo que el error no puede estar en este punto.
- De la opción MAPA DE RED se obtuvieron errores de cierre máximos de 4 cm. en la componente de altura, por lo que una red con un acuerdo interno de 4 cm. no puede tener un error de 20 cm. en un ajuste.
- Fijando una coordenada de la zona central de la red luego de un ajuste libre se llega a la misma discrepancia en la altura elipsoidal del punto 2ROT, por lo que no se puede atribuir la misma a un efecto de rotación vertical de la red alrededor del punto LPGS (efecto mariposa).
- Al fijar las coordenadas de los dos puntos para un ajuste, el escalar que normalizaba los residuos se modificaba notablemente con respecto al del ajuste libre, hecho que no debería suceder.
- La altura elipsoidal publicada oficialmente para el punto 2ROT es 18.851 m., y en todos los vectores medidos del punto LPGS al 2ROT para esta red, la altura elipsoidal de este último arrojó valores alrededor de 18.650 m.

En base a estos resultados se decidió no tomar como dato conocido el punto 2ROT porque no ofrecía la confianza necesaria, aunque su latitud y longitud se correspondían con las mediciones y el ajuste realizado.

El ajuste definitivo surgió de fijar las coordenadas del punto LPGS y de aplicar los siguientes errores a priori:

Error de medición de altura de antena: 5 mm.

Error de centrado de antena en el punto: 2 mm.

Escalar para red con todos los vectores: 3.49

Escalar para red con los vectores independientes de cada sesión: 3.59

Una vez realizado el ajuste definitivo, los resultados se pueden imprimir o exportar las coordenadas ajustadas al GPSurvey con la opción **CONEXIÓN DE BASE DE DATOS**; luego es posible crear un archivo de texto para trabajar con las coordenadas obtenidas.

## Ajuste con FILLNET

De este programa sólo se describirán los pasos necesarios para realizar el ajuste y las características salientes del mismo para no repetir conceptos ya vertidos.

En primer lugar, se debe crear un proyecto para ajustar la red en estudio. Una vez creado, en el mismo se cargan, a través del menú **IMPORT**, los archivos de salida del programa GPPS de procesamiento de vectores.

En esta instancia es conveniente ejecutar un ajuste libre para detectar errores groseros. En el FILLNET a diferencia del TRIMNET si no se fija un punto, el programa fija el primer punto de la red que encuentra en la lista y no el centroide de la misma. Para ejecutar el ajuste hay que ir al menú **AUTOMATIC** y ejecutar **GO REAL**. Hecho esto, se pueden analizar los resultados del ajuste. Hay que prestar especial atención al desvío estándar de la unidad de peso (llamado Factor de Referencia en TRIMNET) y a los residuos normalizados ( $v'$  anexo 4) de los componentes de los vectores (un valor  $v'$  grande indica una componente con problemas). La columna de residuos de los vectores ( $v$ ) indica la magnitud del error en las componentes del vector.

Aquí se debe determinar si se eliminan las componentes con problemas o se adopta otra solución, como podría ser la flotante. Estos cambios se hacen desde el menú **EDIT** con la opción **REPLACE VECTOR**. Hay que tener cuidado de no eliminar un vector sin redundancia, ya que se puede debilitar seriamente la estructura de la red. Los resultados de estos ajustes también se pueden ver en **WINDOWS**, abriendo el archivo de extensión FOP ubicado en el directorio del proyecto.

Analizado el ajuste libre, es necesario comenzar a modificar los errores a priori para lograr un correcto ajuste de red. Los mismos deben ser ingresados por el usuario en el menú **SETUP** con la opción **CONSTRAINTS**. Ingresada esta opción, se pueden observar los errores en longitud, latitud y altura. Los valores por defecto son 3 mm para la primera y 5 mm para las otras dos. Además se tiene un error en partes por millón para el posicionamiento horizontal y para el vertical. Ambos tienen un valor de 1 ppm. También se pueden apreciar dos columnas para cada campo definido. La primera corresponde a los errores a priori para soluciones fijas, y la segunda para soluciones flotantes.

En este programa, los errores a priori sólo pueden ser ingresados por el usuario, a diferencia del TRIMNET, que tiene la posibilidad de calcularlos en forma automática.

Una vez establecidos los errores a priori que consideramos correctos, se ejecuta el ajuste. Si el error estándar de la unidad de peso es igual a 1 se dice que los residuos están normalizados; de lo contrario, habrá que modificar nuevamente los errores a priori.

Los cambios correctos se pueden lograr basándose en que los residuos normalizados son  $X$  veces el error estándar a priori, es decir, cuando el error estándar aumenta, los errores a priori decrecen, y si el error estándar decrece, los errores a priori aumentan. En síntesis, multiplicando los errores a priori por el error estándar del último ajuste se logrará que el mismo se haga 1 en el siguiente ajuste.

También es importante recordar que no importa de dónde provengan los errores a priori, lo que importa es que reflejen en forma realista los errores de las mediciones, ya que puede suceder, al igual que con TRIMNET, que una combinación incorrecta de errores a priori nos lleve a obtener residuos normalizados, pero estaría equivocada la adopción de dicha solución.

Cumplidos estos pasos, se debe realizar el ajuste forzado en el que se fijan las posiciones de todos los puntos conocidos.

Al igual que con el programa TRIMNET, en el ajuste con FILLNET sólo se utilizó como punto fijo el LPGS, ya que el punto 2ROT no ofrecía la confianza suficiente. El problema con la altura elipsoidal del punto se detectó de la misma manera que en el otro programa de ajuste, es decir, a partir de los ajustes libre y condicionado.

En el ajuste con el programa FILLNET se siguió el mismo criterio que con el TRIMNET, es decir, que el ajuste definitivo resultó de fijar las coordenadas del punto LPGS y de utilizar el criterio de determinación de errores a priori relativo a la longitud de cada vector (en este programa, los denominados errores en partes por millón).

Los valores utilizados fueron:

Para la red con todos los vectores

1.2 PPM en horizontal y 2.5 PPM en vertical.

Para la red con solo los vectores independientes de cada sesión

1.5 PPM en horizontal y 3.0 PPM en vertical.

## Resultados de los ajustes

De la comparación entre los ajustes con y sin vectores triviales -con ambos programas- se pueden obtener 2 conclusiones:

- 1) Las coordenadas resultantes de los ajustes con vectores redundantes fueron levemente más precisas que las de los ajustes sin vectores redundantes. Esta mejora de la precisión es falsa, ya que un vector trivial es tomado por los programas de ajuste como un dato independiente, pero en realidad no lo es.
- 2) A pesar de las pequeñas diferencias encontradas, se puede decir que la inclusión en el ajuste de los vectores triviales de cada sesión no aporta más información para la determinación de las coordenadas definitivas.

Con respecto a la comparación entre ajustes con distintos programas, con diferencias de operación y practicidad, los resultados en las coordenadas definitivas difirieron 1 cm. en latitud y longitud y 3 cm. en altura elipsoidal. Estas diferencias son similares a las diferencias que se tuvieron en la etapa de procesamiento de los vectores entre los programas de TRIMBLE y ASHTECH, por lo que se pueden atribuir a los datos de entrada y no al modo de ajuste que utilizan estos programas.

Del análisis de los resultados de los distintos ajustes se adoptó, como ajuste definitivo, el resultante de la utilización del TRIMNET con vectores independientes solamente. La razón es que el programa pertenece a la misma empresa con la que se hicieron las mediciones, lo cual garantizó que no existieran problemas de formato o de modificación de datos en alguna transformación. Por otro lado hubiera sido incorrecto haber adoptado el ajuste con vectores dependientes, ya que en ese caso se tendría, para un mismo juego de datos, un punto con dos coordenadas diferentes.

Los resultados detallados de los ajustes se pueden ver en el anexo 4, y los mismos permiten asegurar que la precisión de los puntos de la red para  $3\sigma$ , es decir 99 % de confiabilidad, está por debajo de 1.5 centímetros en latitud y longitud y de 3 centímetros en altura. Por lo tanto, según la clasificación de los Estándares Geodésicos publicados por el Comité Nacional de la UGGI (Unión Geodésica y Geofísica Internacional), la misma está considerada como B2. La categoría B indica precisión centimétrica y la categoría 2, puntos separados entre 1 y 10 Km.

*Ajustes sin vectores triviales*

PROGRAMA	PUNTO	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
TRIMNET	1ROT	-34 48 17.55590	-57 59 04.35814	18.701
FILLNET	1ROT	-34 48 17.55572	-57 59 4.35836	18.728
	<b>Dif.</b>	<b>0.00018"</b>	<b>0.00022"</b>	<b>0.027m.</b>
TRIMNET	2ROT	-34 47 49.34439	-57 59 31.94474	18.661
FILLNET	2ROT	-34 47 49.34418	-57 59 31.94498	18.687
	<b>Dif.</b>	<b>0.00021"</b>	<b>0.00024"</b>	<b>0.026m.</b>
TRIMNET	AERO	-34 52 24.06653	-57 58 14.63441	17.971
FILLNET	AERO	-34 52 24.06624	-57 58 14.63433	17.998
	<b>Dif.</b>	<b>0.00029"</b>	<b>0.00008"</b>	<b>0.027m.</b>
TRIMNET	AGRI	-34 54 18.60991	-57 56 33.88313	41.583
FILLNET	AGRI	-34 54 18.60968	-57 56 33.88320	41.618
	<b>Dif.</b>	<b>0.00023"</b>	<b>0.00007"</b>	<b>0.035m.</b>
TRIMNET	ALCA	-34 50 32.17657	-57 57 38.93705	18.327
FILLNET	ALCA	-34 50 32.17647	-57 57 38.93723	18.356
	<b>Dif.</b>	<b>0.00010"</b>	<b>0.00018"</b>	<b>0.029m.</b>
TRIMNET	AZUR	-34 50 43.85005	-57 55 53.60906	17.978
FILLNET	AZUR	-34 50 43.85003	-57 55 53.60927	18.006
	<b>Dif.</b>	<b>0.00002"</b>	<b>0.00021"</b>	<b>0.028m.</b>
TRIMNET	GATO	-34 51 27.49775	-57 57 31.57593	20.524
FILLNET	GATO	-34 51 27.49758	-57 57 31.57596	20.557
	<b>Dif.</b>	<b>0.00017"</b>	<b>0.00003"</b>	<b>0.033m.</b>
TRIMNET	LAGU	-34 52 21.56749	-57 57 21.86372	19.923
FILLNET	LAGU	-34 52 21.56723	-57 57 21.86366	19.952
	<b>Dif.</b>	<b>0.00026"</b>	<b>0.00006"</b>	<b>0.029m.</b>
TRIMNET	LATE	-34 51 38.65580	-57 56 29.79493	19.268
FILLNET	LATE	-34 51 38.65569	-57 56 29.79501	19.301
	<b>Dif.</b>	<b>0.00011"</b>	<b>0.00008"</b>	<b>0.033m.</b>
<b>FIJO</b>	LPGS	-34 54 24.30400	-57 55 56.27820	29.357
TRIMNET	MIGU	-34 48 22.80621	-57 59 33.45849	18.669
FILLNET	MIGU	-34 48 22.80603	-57 59 33.45873	18.697
	<b>Dif.</b>	<b>0.00018"</b>	<b>0.00024"</b>	<b>0.028m.</b>
TRIMNET	POST	-34 48 45.07470	-57 59 29.92818	18.007
FILLNET	POST	-34 48 45.07455	-57 59 29.92840	18.034
	<b>Dif.</b>	<b>0.00015"</b>	<b>0.00022"</b>	<b>0.027m.</b>
TRIMNET	ROTA	-34 49 20.79544	-57 58 08.61372	18.549
FILLNET	ROTA	-34 49 20.79534	-57 58 8.61391	18.577
	<b>Dif.</b>	<b>0.00010"</b>	<b>0.00019"</b>	<b>0.028m.</b>
TRIMNET	ROTO	-34 53 21.31857	-57 57 24.01814	23.949
FILLNET	ROTO	-34 53 21.31819	-57 57 24.01800	23.985
	<b>Dif.</b>	<b>0.00038"</b>	<b>0.00014"</b>	<b>0.036m.</b>
TRIMNET	TOMA	-34 49 59.19163	-57 56 52.35866	22.893
FILLNET	TOMA	-34 49 59.19155	-57 56 52.35886	22.922
	<b>Dif.</b>	<b>0.00008"</b>	<b>0.00020"</b>	<b>0.029m.</b>

*Ajustes con vectores triviales*

<b>PROGRAMA</b>	<b>PUNTO</b>	<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>ALTURA</b>
TRIMNET	IROT	-34 48 17.55578	-57 59 04.35800	18.708
FILLNET	IROT	-34 48 17.55567	-57 59 4.35829	18.728
	<b>Dif.</b>	<b>0.00011"</b>	<b>0.00029"</b>	<b>0.020m.</b>
TRIMNET	2ROT	-34 47 49.34426	-57 59 31.94459	18.667
FILLNET	2ROT	-34 47 49.34412	-57 59 31.94490	18.687
	<b>Dif.</b>	<b>0.00014"</b>	<b>0.00031"</b>	<b>0.020m.</b>
TRIMNET	AERO	-34 52 24.06643	-57 58 14.63440	17.974
FILLNET	AERO	-34 52 24.06620	-57 58 14.63437	18.003
	<b>Dif.</b>	<b>0.00023"</b>	<b>0.00003"</b>	<b>0.029m.</b>
TRIMNET	AGRI	-34 54 18.60988	-57 56 33.88312	41.583
FILLNET	AGRI	-34 54 18.60968	-57 56 33.88320	41.619
	<b>Dif.</b>	<b>0.00020"</b>	<b>0.00008"</b>	<b>0.026m.</b>
TRIMNET	ALCA	-34 50 32.17651	-57 57 38.93692	18.335
FILLNET	ALCA	-34 50 32.17646	-57 57 38.93717	18.362
	<b>Dif.</b>	<b>0.00005"</b>	<b>0.00025"</b>	<b>0.027m.</b>
TRIMNET	AZUR	-34 50 43.85004	-57 55 53.60905	17.982
FILLNET	AZUR	-34 50 43.85005	-57 55 53.60929	18.011
	<b>Dif.</b>	<b>0.00001"</b>	<b>0.00024"</b>	<b>0.029m.</b>
TRIMNET	GATO	-34 51 27.49765	-57 57 31.57588	20.528
FILLNET	GATO	-34 51 27.49755	-57 57 31.57596	20.562
	<b>Dif.</b>	<b>0.00010"</b>	<b>0.00008"</b>	<b>0.034m.</b>
TRIMNET	LAGU	-34 52 21.56737	-57 57 21.86366	19.926
FILLNET	LAGU	-34 52 21.56717	-57 57 21.86366	19.957
	<b>Dif.</b>	<b>0.00020"</b>	<b>0.00000"</b>	<b>0.031m.</b>
TRIMNET	LATE	-34 51 38.65579	-57 56 29.79496	19.271
FILLNET	LATE	-34 51 38.65571	-57 56 29.79505	19.305
	<b>Dif.</b>	<b>0.00008"</b>	<b>0.00009"</b>	<b>0.034m.</b>
<b>FIJO</b>	LPGS	-34 54 24.30400	-57 55 56.27820	29.357
TRIMNET	MIGU	-34 48 22.80610	-57 59 33.45835	18.676
FILLNET	MIGU	-34 48 22.80597	-57 59 33.45866	18.702
	<b>Dif.</b>	<b>0.00013"</b>	<b>0.00031"</b>	<b>0.026m.</b>
TRIMNET	POST	-34 48 45.07461	-57 59 29.92805	18.015
FILLNET	POST	-34 48 45.07449	-57 59 29.92834	18.040
	<b>Dif.</b>	<b>0.00012"</b>	<b>0.00029"</b>	<b>0.025m.</b>
TRIMNET	ROTA	-34 49 20.79537	-57 58 08.61359	18.557
FILLNET	ROTA	-34 49 20.79531	-57 58 8.61384	18.584
	<b>Dif.</b>	<b>0.00008"</b>	<b>0.00025"</b>	<b>0.027m.</b>
TRIMNET	ROTO	-34 53 21.31846	-57 57 24.01809	23.953
FILLNET	ROTO	-34 53 21.31816	-57 57 24.01800	23.989
	<b>Dif.</b>	<b>0.00030"</b>	<b>0.00009"</b>	<b>0.036m.</b>
TRIMNET	TOMA	-34 49 59.19157	-57 56 52.35855	22.900
FILLNET	TOMA	-34 49 59.19154	-57 56 52.35882	22.927
	<b>Dif.</b>	<b>0.00003"</b>	<b>0.00027"</b>	<b>0.027m.</b>

### *Ajuste con trimnet sin vectores triviales*

(Ajuste tomado como definitivo)

1ROT	-34 48 17.55590	-57 59 04.35814	18.701
2ROT	-34 47 49.34439	-57 59 31.94474	18.661
AERO	-34 52 24.06653	-57 58 14.63441	17.971
AGRI	-34 54 18.60991	-57 56 33.88313	41.583
ALCA	-34 50 32.17657	-57 57 38.93705	18.327
AZUR	-34 50 43.85005	-57 55 53.60906	17.978
GATO	-34 51 27.49775	-57 57 31.57593	20.524
LAGU	-34 52 21.56749	-57 57 21.86372	19.923
LATE	-34 51 38.65580	-57 56 29.79493	19.268
LPGS	-34 54 24.30400	-57 55 56.27820	29.357
MIGU	-34 48 22.80621	-57 59 33.45849	18.669
POST	-34 48 45.07470	-57 59 29.92818	18.007
ROTA	-34 49 20.79544	-57 58 08.61372	18.549
ROTO	-34 53 21.31857	-57 57 24.01814	23.949
TOMA	-34 49 59.19163	-57 56 52.35866	22.893

### **Ajuste de los puntos del hipódromo**

En el caso de los puntos del hipódromo, el ajuste realizado sólo consistió en propagar las coordenadas ajustadas del punto AGRI al punto HIP4 que ofició de base en el posterior relevamiento Stop and Go, llevado a cabo en el citado predio. Además, se adoptó una solución de dos disponibles para los puntos HIP1, HIP2 e HIP3 medidos desde el punto AGRI en modo estático y desde HIP4 en modo Stop and Go, siempre bajo el criterio de los mínimos cuadrados, ya que no existe en esta red cierre ni redundancia como en la red de Punta Lara. Por esta razón, se ajustó por separado y sólo con el programa TRIMNET. Se calcularon las coordenadas de HIP4 y, en base a éstas, se corrigieron las coordenadas de todos los puntos que se midieron en Stop and Go tomando como base el citado punto. Del ajuste surgieron los errores de los puntos que llegaron a un valor máximo de 2.3 cm. en la componente horizontal y 6 cm. en la vertical (anexo 4), aunque estos no tienen un significado tan realista como en los de la red estática de diagonal 74 y Punta Lara.

### *Coordenadas de los puntos del Hipódromo*

<b>Punto</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altura</b>
HIP1	-34 54 02.35466	-57 56 48.49267	28.503
HIP2	-34 53 56.21067	-57 56 41.74133	25.555
HIP3	-34 54 05.11877	-57 56 29.81460	26.23
HIP4	-34 54 10.94344	-57 56 37.12914	28.139
11	-34 54 08.45974	-57 56 28.82961	26.745
12	-34 54 09.34823	-57 56 36.58519	28.281
13	-34 54 07.79230	-57 56 37.10310	27.770
14	-34 54 08.32116	-57 56 40.64009	28.439
15	-34 54 06.15342	-57 56 43.55151	28.731
16	-34 54 04.47865	-57 56 43.59713	28.651
<b>Punto</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altura</b>
18	-34 54 00.07449	-57 56 47.02888	28.868
19	-34 53 59.30191	-57 56 45.96700	26.816
21	-34 53 58.83318	-57 56 39.34902	26.033
22	-34 54 00.44164	-57 56 36.04272	25.859
23	-34 54 02.12848	-57 56 33.69419	26.014
24	-34 54 03.67768	-57 56 36.12506	27.126

## LA TÉCNICA RTK

Cuando se utilizan equipos GPS tradicionales para realizar un levantamiento preciso es necesario post-procesar los datos recolectados en campo, a los efectos de obtener los valores de interés. Esto significa que con dichos equipos no se obtienen los resultados en el momento del levantamiento o en tiempo real, sino que los mismos surgen de un posterior tratamiento de los datos de observación en gabinete.

Con el uso de la tecnología RTK (Real Time Kinematic o Cinemático en Tiempo Real) no es necesario el post-proceso de los datos observados, lo cual permite, gracias a esta técnica, llevar a cabo tareas irrealizables para un equipo GPS tradicional, como la del replanteo.

RTK es una técnica de posicionamiento preciso en tiempo real mediante observaciones de la fase de las portadoras; a diferencia del DGPS que lo hace con observaciones de código. Las principales diferencias entre ambos métodos son:

RTK	DGPS
Precisión centimétrica.	Precisión submétrica.
Mínimo de 5 satélites para inicializar.	Mínimo de 3 satélites para inicializar.
20 seg. a 2 minutos para inicializar.	Inicialización inmediata.
Necesidad de estación base propia a no más de 15 Km del equipo móvil.	No hay necesidad de equipo base. Se lo puede utilizar con una estación central de referencia. Se pueden medir vectores de más de 200 Km.

Un equipo RTK incorpora un software completo en la unidad de control y un sistema de transmisión de información de un punto a otro. Esta condición le permite obtener resultados en tiempo real. La salida básica de un receptor con RTK son coordenadas geodésicas, pero casi todos los receptores son capaces de dar directamente coordenadas planas y altura sobre un Datum local. Estos equipos permiten trabajar con distancias máximas de 10 a 15 Km entre antenas, dependiendo de la geometría satelital y de la topografía del lugar. El mismo está compuesto por 2 o más antenas GPS, 2 o más radio-módems y 2 o más colectoras de datos, con los cuales, además, se configura el levantamiento.

En un levantamiento RTK se estaciona, en un punto de coordenadas conocidas, el receptor de referencia que permanecerá fijo durante todo el proceso que transmitirá por ondas de radio el mensaje con las correcciones a uno o más receptores móviles. Los receptores móviles procesan la información para resolver los vectores en tiempo real con una precisión relativa al punto de referencia (no absoluta) de +/- 5 cm. +/- 5 ppm de la distancia.

Esta técnica, al igual que un posicionamiento cinemático tradicional, requiere que se mantenga contacto continuo con los satélites, por lo que no se puede aplicar en cualquier terreno, como puede ser una zona urbana.

La utilización de la técnica RTK en modalidad estática consiste en estacionar un intervalo de tiempo prolongado en el punto que se quiere posicionar para darle mayor calidad al mismo. Esto de ninguna manera implica la aplicación de diferentes algoritmos de cálculo como cuando se posiciona un punto con 1 minuto de estación. Esta práctica se recomienda para aquellos casos en los que se necesitan puntos precisos pero no se tiene la posibilidad de post proceso, como puede ser el caso de densificación de puntos fijos para obras de desarrollo lineal.

Para comenzar un trabajo en RTK es necesario inicializarlo. Se denomina inicialización al proceso por el cual se calculan y fijan las ambigüedades, para por lo menos, cinco de los satélites observados.

## MÉTODOS DE INICIALIZACIÓN RTK

Si el receptor es monofrecuencia existen dos métodos de inicialización. El primero consiste en usar un plato de inicialización; el segundo, en ubicar el receptor móvil también en un punto de coordenadas conocidas.

Si el receptor es doble frecuencia, y tiene instalado la función On The Fly, se puede inicializar automáticamente mientras el receptor está en movimiento.

### Método del plato de inicialización

Este método se utiliza con receptores monofrecuencia, y consiste en colocar la antena del receptor móvil a una corta distancia (conocida) de la antena de la base. Debe conocerse también el Acimut del vector antena base-antena móvil (se puede utilizar una brújula y se debería conocer la declinación del lugar, ya que no debe exceder los 20° del Acimut especificado).

En la pantalla de inicialización, además del Acimut antes nombrado, hay que introducir la distancia entre los centros de las antenas (por defecto = 0.20m.). Al finalizar el proceso, el instrumento indica la diferencia entre la posición determinada por la antena móvil y la posición indicada al comienzo de la inicialización. Si ésta es menor a siete centímetros, la inicialización se considera exitosa, en caso contrario será fallida y deberá repetirse.

Este método logra la inicialización rápidamente y en forma muy confiable teniendo sólo un punto conocido.

### Método del punto desconocido

Con este método se debe dar nombre a un punto que será creado durante la inicialización y se tiene que estacionar el receptor móvil en éste, indicando la altura de antena hasta que por lo menos cinco satélites sean visibles. La pantalla indica el tiempo restante para finalizar la inicialización, y una vez terminada, si ha sido exitosa o no.

Este método no es más que un posicionamiento estático rápido, lo que implica tiempos de inicialización más prolongados, más aún si se la realiza con receptores monofrecuencia; por lo tanto se recomienda utilizar este método con equipos bifrecuencia.

### Método del punto conocido

Este método se basa en colocar la antena móvil en un punto de coordenadas conocidas; esto quiere decir que el receptor conoce su posición, por lo tanto también conoce el vector que une a la estación fija con la móvil. Esta inicialización es muy confiable y rápida, pero, como contra, requiere de 2 puntos con coordenadas conocidas. Se puede utilizar este método indistintamente con receptores mono o bifrecuencia.

### Método grosero

Esta inicialización permite trabajar en forma ordinaria, es decir, cuando se quieren obtener muy bajas precisiones (en el orden del metro). Este método no crea archivos de registro de datos para post-proceso y, además, no está disponible como método de inicialización si el receptor cuenta con la opción de inicialización OTF.

## Método de inicialización OTF

Para el caso de receptores en movimiento se requieren métodos independientes de la técnica de inicialización estática y que incluyan la capacidad de recuperar la pérdida de fase para resolver la ambigüedad durante el movimiento. La solución es la técnica ON THE FLY, la cual requiere el uso de receptores bifrecuencia.

En este método de inicialización, el equipo tiene un período de aprendizaje que, mediante prueba y error, resuelve las ambigüedades. En una primera etapa se obtienen precisiones submétricas con soluciones de código, lo que reduce el espacio de búsqueda de ambigüedades. Para poder achicar aún más el tiempo de observación, se calcula la combinación de extra ancho de banda de L1 y L2 que, por tener una longitud de onda de 172 cm. (contra los 19 cm. de L1), reduce aún más la cantidad de valores de ambigüedad entre los que se deben elegir. Una vez elegidos los valores de las ambigüedades sobre extra ancho de banda, se intenta calcular las ambigüedades sobre banda corta. Cuando se poseen las ambigüedades sobre las dos combinaciones lineales (ver pág. 8) se obtienen sobre L1 por sustitución directa. Con las ambigüedades en L1 podemos obtener las coordenadas de cualquier punto desconocido. Cabe recordar que la combinación extra ancho de banda supone que la ionósfera afecta en forma idéntica en ambos receptores; de este hecho surge que la separación entre los receptores puede ser de hasta 20 Km. Es necesario que la geometría satelital sea buena y, para inicializar, la cantidad mínima de satélites comunes a observar sea de 5, convenientemente no menos de 6, luego esta cantidad se puede reducir a 4. Si se pierde el rastreo satelital se vuelve a repetir todo el proceso de inicialización. La época típica es de 1 segundo, y el tiempo mínimo de observación varía de 30 segundos a 2 minutos, dependiendo de los equipos utilizados, del ruido de las observaciones, de la geometría de los satélites, de la cantidad de satélites visibles comunes en ambos receptores y de la distancia entre los mismos.

En un principio, los algoritmos OTF se encontraban sólo en el software de oficina, lo que tenía como desventaja que no se podía utilizar esta técnica en replanteos, y que los resultados se conocían cuando se post procesaban los datos de observación. Con la evolución tecnológica y la llegada de procesadores más potentes se introdujo todo el software OTF dentro de los receptores. De esta manera, y combinado con enlace de radio entre el equipo base y los móviles, se logra una combinación altamente productiva para relevamientos y replanteo, ya que inicializa mientras nos dirigimos al punto objeto de posicionamiento, permite desplazarse con mucha libertad en el terreno y no existe la restricción de medir en un punto conocido en caso de perder la inicialización.

Si la opción de inicialización OTF está incluida en el receptor móvil, se selecciona la opción inicializar levantamiento, y la misma comenzará automáticamente, sin tener en cuenta la ubicación o estado dinámico del móvil.

Mientras el receptor está inicializando, pueden verse en su pantalla los satélites en común entre la base y el receptor móvil, las precisiones horizontal y vertical y el tiempo restante para finalizar la inicialización. En el caso del equipo utilizado no se dispone de otro tipo de inicialización que no sea On the Fly.

## Tiempos típicos de inicialización de una medición RTK

Tipo de medición y de receptor	Tiempo requerido para cada método de inicialización			
	Punto conocido	Barra inicializadora	Punto nuevo	OTF
RTK monofrecuencia	- 15 seg. (5 o + sat.) 30 seg. (4 sat.)		-20 min.	NO
RTK bifrecuencia	- 15 seg. (5 o + sat.) 30 seg. (4 sat.)		-60 seg. (5 o + Sat.)	NO
RTK bifrecuencia con OTF	- 15 seg. (5 o + sat.) 30 seg. (4 sat.)		NO	-60 seg. (5 o + Sat.)

## Tiempos típicos de inicialización de una medición cinemática

Método de inicialización	4 sats.	5 sats.	6 o más sats.
Inicialización bifrecuencia OTF	N / D	15 min.	8 min.
Inicialización bifrecuencia en punto nuevo	20 min.	15 min.	8 min.
Inicialización monofrecuencia en punto nuevo	30 min.	25 min.	20 min.
Inicialización en punto conocido	por lo menos cuatro épocas		

La diferencia entre los tiempos de inicialización en un levantamiento RTK y un cinemático en post proceso no radica en la utilización de distintos algoritmos de cálculo sino en la confiabilidad de la solución. Al realizar el procesamiento de los datos en campo (tiempo real), se sabe con certeza el instante en el que se lograron fijar las ambigüedades e inicializar el levantamiento. En cambio, si se post procesan los datos de campo, es necesario recopilar mayor cantidad de observaciones ante la inseguridad que da el no poder ver los resultados en el momento.

## EL ENLACE DE RADIO

El enlace de radio se realiza para enviar datos e información de un punto a otro ubicado a cierta distancia. En trabajos con equipos RTK los datos del receptor móvil deben ser actualizados con mucha rapidez (de 0.5 a 2 segundos). Esta demanda necesita una conexión de datos de, por lo menos, 2400 bits por segundo y, preferiblemente, de 4800 o 9600 bits por segundo.

**Consideraciones de tipo constructivo (dimensión de las antenas, especialmente en el equipo móvil), de modulación, de confiabilidad de la comunicación vinculada con la calidad de los datos recibidos y de disposición de muchos canales de comunicación para evitar eventuales interferencias llevan a la utilización del espectro de radio de las ondas VHF y UHF (frecuencias muy elevadas y ultra elevadas respectivamente) para establecer la comunicación. Por estas razones, se utilizan estas ondas en las comunicaciones RTK, aunque tengan limitaciones en cuanto a la distancia máxima que se puede alcanzar.**

Para mayor información acerca del sistema de comunicación utilizado, remitirse al anexo 2 «Conceptos básicos sobre comunicaciones en aplicaciones RTK».

Si bien las ondas UHF y VHF no tienen diferencias significativas en cuanto a su propagación y alcance, es conveniente trabajar con las primeras, ya que tienen una mejor propagación y actualmente el espectro de las ondas VHF se encuentra muy saturado por diversos usuarios, lo cual puede ser motivo de interferencia con otros equipos.

La radio TRIMMARK IIe, utilizada en el presente trabajo, transmite en frecuencias que van de 450 a 470 MHz, rango perteneciente a las ondas UHF.

Al igual que en un levantamiento stop and go en post proceso, trabajando en RTK se debe buscar tener el horizonte despejado para una buena recepción satelital, pero también aparece la necesidad de tener una topografía que no afecte el enlace de radio entre los receptores. Una topografía que cumpla con estos requisitos, puede ser de las más variadas condiciones; al respecto se hacen algunos comentarios en el anexo 2, sobre comunicación con ondas de VHF y UHF.

## **Problemas que se pueden presentar con el enlace de radio**

En la comunicación de datos de un punto a otro es inevitable que ocurran errores debido a características no ideales del medio o canal de transmisión. Algunos problemas relacionados con la correcta recepción de datos son los siguientes:

### ***Colisión de datos***

Se produce este fenómeno cuando dos transmisores cercanos están activos a la vez y los mensajes que transmiten son tomados como error de datos.

Una situación que puede causar colisión de datos es la siguiente: cuando más de un módem está esperando para tener acceso al mismo canal o frecuencia de transmisión. Para minimizar esta posibilidad, la radio controla la frecuencia de transmisión y tiene en cuenta si alguien está transmitiendo en ella pero en forma no permanente, de manera similar a como lo haría una persona en una comunicación con radio escuchando para saber si alguien está hablando para no comenzar la transmisión. Si bien de esta forma no se garantiza que la colisión de datos no ocurra, se disminuyen las probabilidades.

La colisión de datos sólo se puede producir para 2 o más equipos base transmitiendo en una misma zona de trabajo en la misma frecuencia. Es posible, para un receptor móvil, recibir al mismo tiempo correcciones de más de un equipo transmisor, pero esa situación inevitablemente causará errores en los resultados. Un equipo transmisor puede soportar un número ilimitado de móviles, pero no sucede lo contrario. Como sólo se dispuso de 2 equipos RTK, este problema no se presentó en campo, pero si por coincidencia hubiera otro receptor base en la zona de trabajo transmitiendo en la misma frecuencia en la que están seteados nuestros equipos, se pueden llegar a recibir correcciones equivocadas. Esta situación se hace inmediatamente visible porque las coordenadas sufren grandes variaciones apareciendo y desapareciendo de la pantalla.

En este caso se debe cambiar el canal de trabajo en la base y en los móviles, y seguir con el levantamiento normalmente.

### ***Desvanecimiento de la señal***

Es la disminución en la intensidad de la señal, producida por fenómenos que degradan el rendimiento del sistema de radio. Estos fenómenos pueden ser naturales o artificiales. El desvanecimiento ocurre cuando el nivel de la señal disminuye porque el camino de la misma se encuentra obstruido, sufre reflexiones múltiples o cuando se trabaja en el límite de alcance de la señal.

**Una de las principales causas de desvanecimiento de señal en las ondas UHF (las utilizadas por la radio TRIMMARK IIe) es el efecto multicamino o multipath.** La reflexión de las ondas en superficies tales como construcciones, espejos de agua o montes de árboles, pueden causar interferencias destructivas si se combinan en contrafase con las ondas directas y se anulan. **El desvanecimiento de señal producido por el efecto multicamino es el más importante en aplicaciones RTK, en las que el equipo receptor varía constantemente su posición. Por este motivo es que se debe prestar especial atención en la ubicación de las antenas.**

Como se dijo, también se produce desvanecimiento de señal cuando se trabaja en el límite de alcance de la radio de los equipos. La radio TRIMMARK IIe transmite ondas de radio en frecuencias que se propagan en línea recta con una reflexión mínima en la ionósfera. En principio, se puede decir que el radio del horizonte es la distancia máxima posible que se alcanza con un rayo directo, pero ocurren atenuaciones debido al espacio que recorre la señal en su camino. El alcance también depende de las condiciones atmosféricas, ya que las ondas se pueden propagar más allá de lo normal sobre superficies de agua. Es posible utilizar la radio TRIMMARK IIe como repetidora para extender el alcance y así evitar el desvanecimiento de la señal en distancias mayores. En esta función, la radio transmite a una potencia de 5 Watts, a diferencia de los 25 Watts que utiliza cuando lo hace como base.

Algunas soluciones para minimizar el efecto de desvanecimiento de señal pueden ser el incremento en la potencia de la misma, la cuidadosa atención en la ubicación y orientación de las antenas y la elección correcta de la antena según su directividad.

Al respecto, una de las consideraciones más importantes consiste en mantener lo más alineadas posible las antenas transmisora y receptora; esto es, por ejemplo, que ambas se encuentren en posición vertical (deben tener la misma polarización y sentido de máxima radiación). También es muy importante colocar la antena a una buena altura, ya que ésta contribuye a un mayor alcance y rendimiento.

Para encontrar más detalles acerca de estas consideraciones se recomienda recurrir al anexo 2 del presente trabajo.

## **Otros problemas que se pueden presentar**

### ***Saturación***

Este fenómeno se produce cuando la antena móvil se encuentra tan cerca de la estación base que la comunicación deja de trabajar correctamente por una recepción de potencia excesiva. La saturación puede producir fallas en la comunicación y daños permanentes en los equipos. Se aconseja, por lo tanto, que la distancia mínima entre las antenas emisora y receptora no sea inferior a los 10 metros.

### ***Latencia***

Es el intervalo de tiempo que media entre las épocas de cálculo de las correcciones en la estación base y la aplicación de éstas en la estación móvil. La latencia depende de la velocidad con que la base actualiza el mensaje. A medida que aumenta la latencia, disminuye la precisión de las medidas. La técnica RTK demanda latencias del orden de 5 segundos como máximo. Los equipos utilizados en el trabajo permiten velocidades de actualización que están muy por encima de esta demanda (latencias de medio segundo como máximo), por lo que la latencia, en este caso, no fue un problema.

## ¿Cómo se logran las correcciones en tiempo real?

A través del enlace de radio, la estación base transmite correcciones de pseudodistancia y fase de portadora al receptor móvil. Dichas correcciones son calculadas en un instante  $t_0$ , y están compuestas por los errores en las pseudodistancias y en las mediciones de fase de portadora en ese instante y la velocidad con que dichos errores están variando en ese momento. Estas correcciones son combinadas por el móvil con sus propias mediciones, en un determinado tiempo  $t$  posterior al del cálculo de correcciones, de la siguiente manera:

$$M_c = E_m(t_0) + V_e(t_0) \times (t - t_0)$$

Siendo:

$M_c$ : Medición corregida de pseudodistancia o de fase de portadora

$E_m$ : error en la medición en el instante de observación

$V_e$ : velocidad de variación del error en el instante de observación

$t_0$ : instante de observación o de cálculo de corrección

$t$ : instante de aplicación de la corrección

Se puede ver que la corrección a una medida en un tiempo  $t$  es la corrección en el instante de observación  $t_0$  más una predicción hecha para el tiempo  $t$ , mediante una función lineal.

Estas correcciones se envían para cada satélite recibido en el mensaje que es demodulado por el receptor móvil, para luego aplicar dichas correcciones en el instante  $t$ . De esta manera se obtienen las coordenadas precisas del punto en el que está ubicado el receptor móvil.

En el caso de los equipos utilizados, las correcciones se pueden transmitir en dos formatos:

El formato CMR, o Registro de Medida Compacto, es un formato desarrollado y diseñado por TRIMBLE, que resulta muy robusto, minimiza la latencia (Pág. 53) frente a un mensaje RTCM y es soportado por todos los equipos de la marca. El CMR es muy compacto y requiere, como mínimo, tasas de transferencia de 2400 bits por segundo.

El otro formato disponible es el RTCM-SC104 versión 2.2 (Radio Technical Commission for Maritime Services, Special Committee 104), que es el formato estándar de transmisión de correcciones diferenciales entre el receptor de referencia (BASE) y los receptores remotos. Por esta razón, se lo puede utilizar con equipos de diferentes marcas. Este formato requiere como mínimo tasas de transferencia de 4800 bits por segundo.

Existen alrededor de 60 mensajes RTCM de corrección, dentro de los cuales los de tipo 20 y 21 hacen posible la corrección de las pseudodistancias y de las medidas de fase de portadora para posicionamiento en tiempo real. Los mismos contienen información basada en correcciones a las mediciones sobre la fase de la portadora y la pseudodistancia, respectivamente.

Las correcciones están definidas por las siguientes expresiones:

Tipo 20    corr  $\ddot{O}$ :  $(r_{exp} - b_{sv} \cdot C + b_{base} \cdot C) / \ddot{e} - \ddot{O} - N$

Tipo 21    corr  $p$ :  $r_{exp} - b_{sv} \cdot C + b_{base} \cdot C - p$

Donde:

$\ddot{O}$ : medida de la fase de la portadora en ciclos.

$p$ : medida de la pseudo distancia en metros.

$r_{exp}$ : es la distancia en metros entre el satélite y el receptor base.

$b_{base}$ : es el desfase estimado del reloj del receptor de la estación base en segundos.

$b_{sv}$ : es la corrección del reloj del satélite en segundos. Esta es definida como la cantidad que el reloj del satélite está desfasado con el tiempo GPS.

C: es la velocidad de la luz en metros por segundos.

$\lambda$ : Es la longitud de la onda de L1 o L2 en metros.

N: es el número entero de ciclos al iniciar la recepción (ambigüedad).

Estas correcciones son aplicadas directamente a las mediciones tomadas por el receptor móvil, haciendo una diferencia entre estas medidas y las de la estación base.

La desventaja de ambos formatos (CMR y RTCM) es que aparecen errores sistemáticos en la determinación de la posición cuando las distancias son muy largas entre la base y el móvil, o cuando hay retrasos en la corrección. Estos errores se producen debido a que se aplican correcciones en las que interviene una determinada velocidad de variación del error de la medición, que resulta incorrecta si se la aplica en un instante posterior para el que fue predicha.

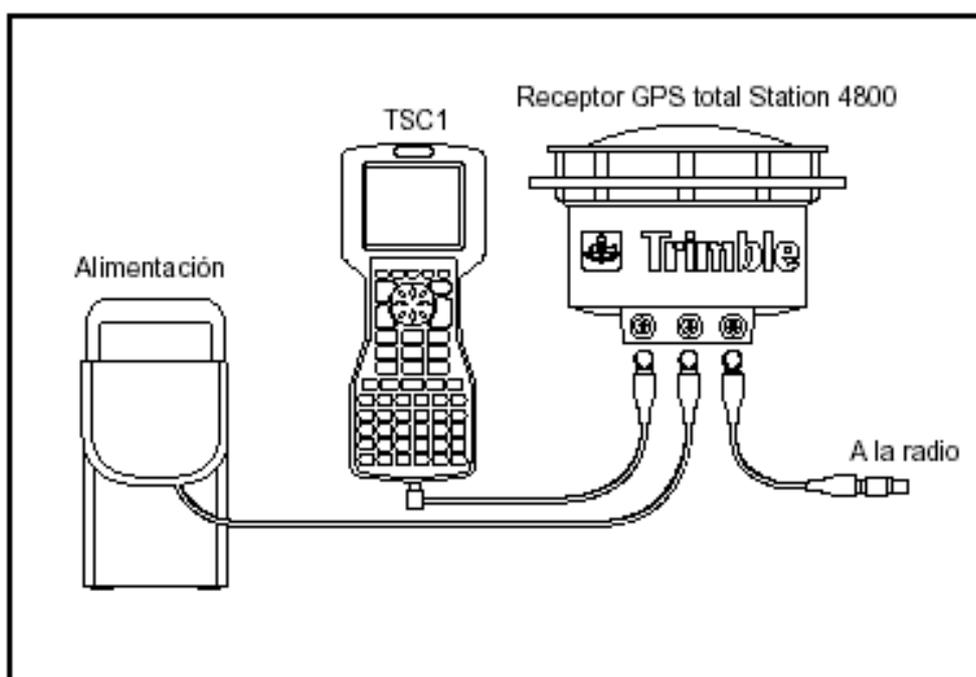
### ***Mediciones y pruebas realizadas con los equipos RTK***

Con el objeto de estudiar diversos aspectos de la técnica RTK, se realizaron pruebas en las redes diseñadas en el Hipódromo de La Plata y Punta Lara. Las pruebas llevadas a cabo en el hipódromo sirvieron para analizar las funciones de replanteo, precisiones, la calibración plana, el comportamiento de las comunicaciones y la inicialización On the Fly.

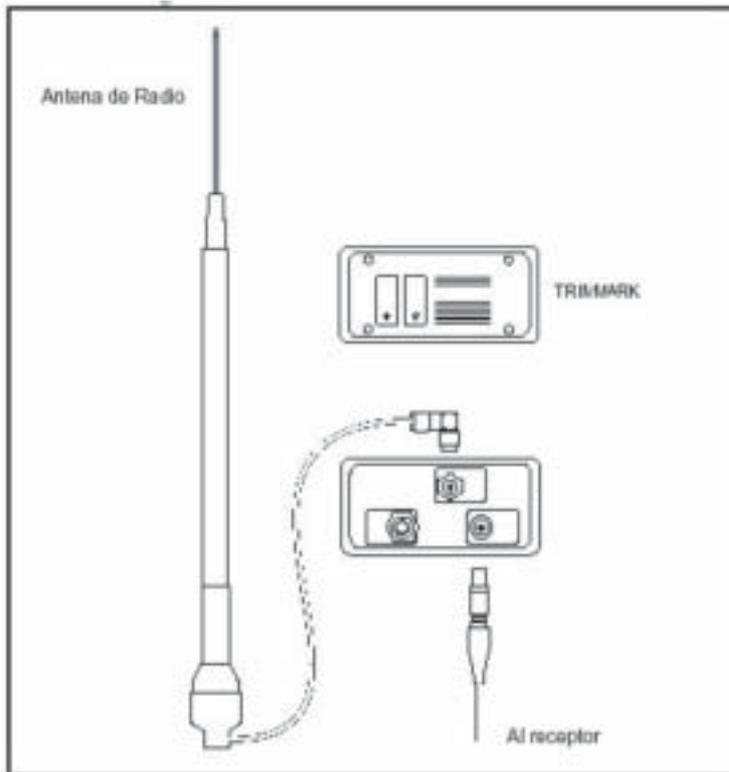
El primer paso para llevar a cabo la medición con equipos RTK consistió en estacionar el receptor base en un punto conocido, que en este caso fue el HIP1.

El equipo que se estacionó en el punto conocido, y que ofició de base, estaba compuesto por:

- Antena de recepción de datos GPS doble frecuencia y 9 canales modelo TRIMBLE 4800.
- Antenas de transmisión de ondas de radio.
- Radio modelo TRIMMARK IIe para transmitir las correcciones al móvil.
- Batería de automóvil de 12 V para alimentar la radio.
- Batería de 9 V para alimentar el receptor GPS.
- Trípode y base nivelante donde se monta la antena 4800.



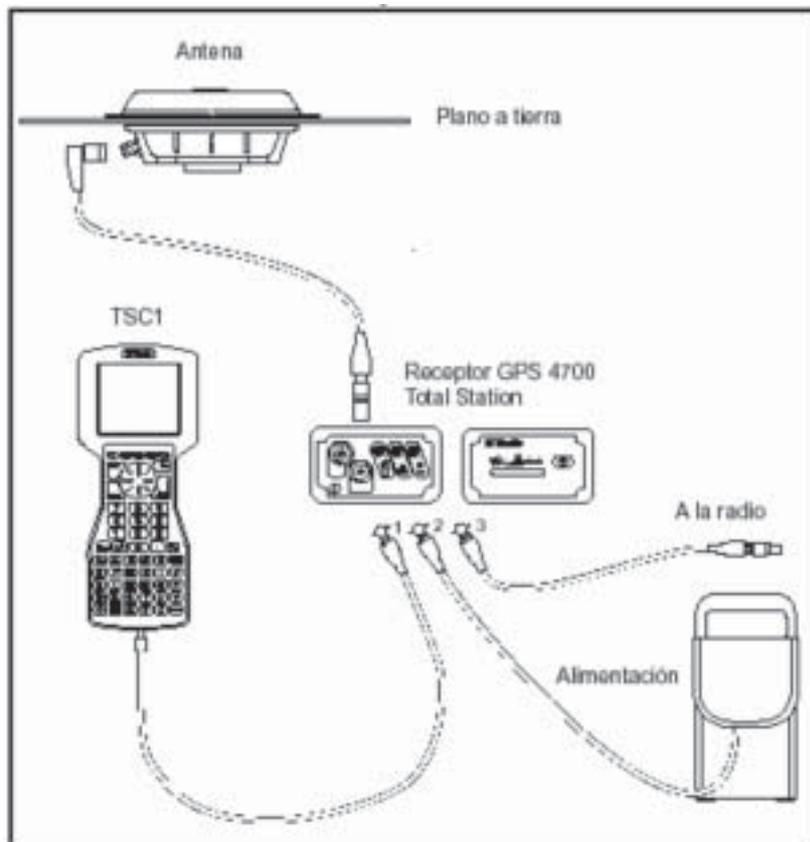
*Diagrama de conexión Antena – Controladora – Batería en equipo base.*



*Diagrama de conexión Antena UHF – Radio TRIMARK – Antena GPS en equipo base.*

Por otro lado, el receptor móvil estaba compuesto por:

- Antena GPS doble frecuencia micro centrada L1/L2 de 9 canales modelo TRIMBLE 4700.
- Receptor GPS y de enlace de radio.
- Antena de recepción de ondas de radio (monopolo con rango de frecuencia 450 a 470 MHz).
- Controladora TSC-1 de TRIMBLE.
- Batería tipo camcorder de 9V.



*Diagrama de conexión completa en equipo móvil.*

Una vez estacionado e inicializado el receptor base, fue posible iniciar el receptor móvil.

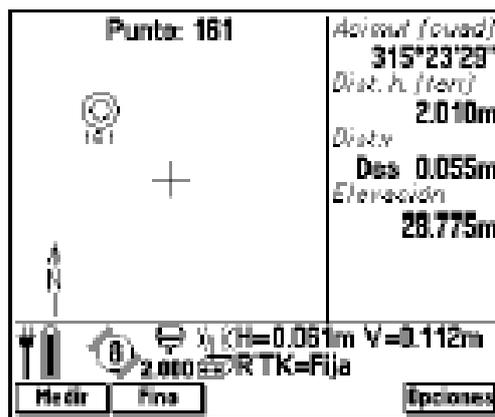
La inicialización que se utilizó fue On The Fly, ya que es la única posibilidad que ofrece el equipo utilizado. Este proceso se ejecutó con éxito, sin superar los 20 segundos. A partir de ese momento el equipo estuvo preparado para relevar y replantear puntos del terreno.

### ***Operaciones de replanteo***

El siguiente paso consistió en replantear puntos previamente materializados con coordenadas geográficas conocidas. Se replantearon 5 puntos y, en todos los casos, se obtuvo una precisión horizontal menor a los 2 centímetros y una precisión vertical menor a los 4 centímetros. Es muy importante, en esta instancia, ingresar en la controladora la altura de antena correcta, ya que de no ser así aparecerá en la pantalla de la controladora una discrepancia entre la altura elipsoidal conocida y la replanteadada, discrepancia que nos puede llevar a pensar en una pobre precisión vertical, lo cual sería incorrecto para este caso. Cabe aclarar que, además de replantear los puntos mencionados se los relevaba; es decir, se grababa la posición que se obtenía por RTK para poder demostrar lo antedicho. Esta grabación se hacía después de estacionar aproximadamente 35 segundos en el punto.

Seguidamente, se analizaron las funciones de replanteo, como por ejemplo, la que permite colocar puntos de línea. Lo que se debe hacer en primer lugar, es definir una línea por 2 puntos. Las coordenadas de estos puntos se pueden obtener por relevamiento, tecleándolos o cargándolos en la controladora a través de la PC. Luego se establece un intervalo entre los puntos de línea a replantear y ya es posible comenzar a replantear.

Se definieron dos líneas entre puntos determinados estáticamente y, sobre las mismas, se replantearon 2 puntos en cada una; en ningún caso el punto replanteadado se separó mas de 10 centímetros de la línea definida (verificado en gabinete). En todo momento se puede ver, en la pantalla de la controladora, una cruz que indica el lugar donde nos encontramos y el punto definido.



También es posible replantear curvas y modelos digitales del terreno si se tienen cargados en la controladora. En este caso, sólo se replantearon puntos y líneas, aunque el procedimiento es el mismo en todos los casos.

### ***Pruebas sobre la inicialización***

La siguiente prueba que se hizo consistió en enterrar una moneda en un lugar del predio, sin ninguna clase de materialización física que diera un indicio del lugar en el que ella se encontraba. Una vez enterrada la moneda, se relevaron sus coordenadas, es decir, se grabó su posición y nos retiramos a otro sector del predio. Seguidamente, se cortó el enlace de radio entre la base y el móvil, con lo que se perdió la inicialización. Esto se hizo con un doble propósito: probar la rapidez de la inicialización On the Fly y la calidad de la misma.

Una vez perdida la inicialización, empezamos a movernos y a inicializar On The Fly, lo cual no tomó más de 20 segundos. Luego le pedimos a la controladora replantear el punto donde se encontraba la moneda, por lo que esta nos llevó hacia el punto dejándonos en un entorno de 5 centímetros del mismo, hecho que permitió encontrar la moneda. Ya con el punto correctamente ubicado, se estacionó el equipo en el mismo, y se pudieron ver en la controladora diferencias en las coordenadas replanteadas y relevadas del punto del orden de los 2 centímetros. De esta manera quedó comprobada la calidad de la inicialización. Después se hicieron varios cortes más de la inicialización y se la volvió a establecer en forma estática y, en ningún caso, tardó más de 20 segundos. Cabe aclarar que tanto una pérdida de enlace de radio como de seguimiento de satélites provocarán una pérdida de la inicialización.

### ***Pruebas sobre las comunicaciones entre base y móvil***

Por otro lado, se observó, desde el comienzo de las tareas de campo, el comportamiento del enlace de radio ante la presencia de diversas antenas de transmisión de ondas electromagnéticas. Se puede decir, a este respecto, que en ningún momento hubo interferencias en el enlace que hicieran que el móvil dejara de recibir las correcciones, algo que era de esperar, ya que las mencionadas antenas trabajan en un rango de frecuencias (1.5, 5 y 7 GHz con una potencia de 1 KW) muy distinto al de la radio de los equipos RTK.

Finalmente, se intentó generar el fenómeno de saturación acercando el receptor móvil a la antena transmisora de la base. Al respecto, cabe decir que este fenómeno no se hizo presente en ningún momento para alterar el normal funcionamiento del equipo, aunque el fabricante no recomienda esta práctica.

No se hace mención a la influencia de las distancias y la topografía en el comportamiento de las comunicaciones porque las distancias eran muy cortas (no más de 600 metros) y el terreno llano carecía de obstrucciones de importancia.

### ***Pruebas en la red de Punta Lara y Diagonal 74***

Para analizar el comportamiento de las comunicaciones ante distintas obstrucciones y distancias más largas, se elaboró una red de puntos en la zona de Punta Lara y diagonal 74, en la cual también se analizó la precisión del equipo en modalidad estática.

Estas mediciones se realizaron en dos etapas, el día 14/09/02.

En la primer etapa se estacionó el equipo base en el punto 2ROT y, desde éste, se midieron los vectores a los puntos 1ROT, ROTA, ALCA, LAGU, LATE y ROTO. Los tiempos de medición en cada punto fueron desde 18 minutos a media hora, tiempo más que suficiente, ya que no era necesario estacionar más tiempo para resolver las ambigüedades, debido a que estaban resueltas al llegar al punto.

Respecto a las citadas mediciones se pueden hacer las siguientes observaciones:

- Sólo en el punto ALCA se midió con 5 y 6 satélites. En el resto de los puntos se tuvieron 7, 8 y 9 satélites comunes en ambos receptores.
- La pantalla de la controladora acusaba precisiones de 8 y 10 mm en las componentes horizontal y vertical, respectivamente, que rápidamente descendían a 5 y 8 o 5 y 9 mm, para quedar en estos valores con el paso del tiempo. En forma posterior al análisis de resultados se podrá concluir la precisión real de los posicionamientos realizados.
- Se produjeron pérdidas de inicialización por recepción insuficiente de satélites en el traslado de 2ROT a 1ROT y de 1ROT a ROTA. Estas pérdidas de inicialización fueron ocasionadas por la presencia de árboles.
- Se produjeron pérdidas de inicialización por ruptura del enlace de radio de 1ROT a ROTA, de ROTA a ALCA, de ALCA a LAGU y de LAGU a LATE.  
En todos los casos, una vez estacionados en el punto, se pudo medir sin inconvenientes.

Después de estacionar en ROTO (punto separado de 2ROT 10.750 m.), se ingresó al casco urbano con la intención de posicionar algunos puntos. Sólo fue posible posicionar 1 punto y con mucha dificultad, ya que, una vez perdida la inicialización, recuperarla tomó alrededor de 3 minutos, debido a que la separación entre receptores era del orden de los 11 Km; a esto se le sumó que la gran cantidad de obstrucciones producía cortes del enlace de radio. Es en este momento que comienzan a cobrar mayor importancia las reglas de ubicación. Algunas de las medidas que se pueden tomar son las siguientes: elevar y mantener de la forma más vertical posible la antena de radio, o ubicarse delante de alguna superficie para recibir la onda por rebote. Por otra parte, la controladora acusó una precisión de 7 mm en horizontal y 10 mm en vertical para el citado punto con solución fija.

En la segunda etapa de pruebas se estacionó el receptor base en el punto AERO y se partió con el móvil para replantear los puntos anteriormente relevados cuando el receptor base estaba estacionado en 2ROT.

Cuando se procedió a la tarea de replanteo estacionando el receptor en el punto, la controladora mostró los siguientes resultados:

Replanteo de ALCA: error de 5 mm en cada componente.

Replanteo de ROTA: error de 7 mm en componente N y 3 mm en componente E

Replanteo de 1ROT: error de 7 mm en componente N y 3 mm en componente E

Replanteo de 2ROT: error de 14 mm en componente N y 2 mm en componente E

Replanteo de AZUR: error de 3 mm en componente N y 7 mm en componente E

Una vez que estaba estacionado el receptor en el punto y se habían anotado las diferencias en las componentes se relevaba nuevamente el punto, ingresando por supuesto, en la controladora la correcta altura de la antena.

Luego de relevar el punto AZUR, se subió a la autopista Buenos Aires-La Plata con el objeto de probar el alcance máximo del equipo. Se hicieron una serie de determinaciones cinemáticas hasta 8700 m. de la base, sin que se produjera ningún problema. A partir de allí se hicieron 3 determinaciones tipo Stop and Go a 13,3; 16,1 y 18,5 Km de la base, con los siguientes resultados:

Long. vector (Km.)	Solución ocup.	Tiempo de de satélites	Número mínimo horizontal	Precisión vertical	Precisión	RMS
13,3	Fija	29 seg.	5	6 mm	1,2 cm.	1 mm
16,1	Fija	49 seg.	5	8 mm	1,5 cm.	2 mm
18,5	Fija	2:24 min.	5	6 mm	1,2 cm.	3 mm

A partir del último punto posicionado ya no fue posible que el receptor pudiera fijar las ambigüedades una vez perdidas.

De las pruebas realizadas se pueden agregar dos comentarios:

1. El enlace de radio resultó mucho más estable cuando el receptor base estaba estacionado en el punto AERO que cuando lo estaba en 2ROT. Este último, si bien tiene el horizonte despejado para la recepción satelital, está ubicado cerca de lo que es el conglomerado de casas y construcciones de Punta Lara; en cambio, el punto AERO se encuentra en un lugar absolutamente despejado. Esto es apreciable en las fotografías del anexo correspondiente.
2. El incremento de la distancia entre el receptor base y el móvil produce que una pérdida de inicialización tarde mucho más tiempo en recuperarse. El efecto del incremento de distancia sobre el tiempo de inicialización se ve maximizado con la presencia de obstrucciones. Es decir, estacionar el móvil detrás de una construcción con los receptores separados por un par de Km, no constituye impedimento alguno para obtener una solución fija del vector; sin embargo, la misma construcción con los receptores separados por 10 Km o más, puede dificultar la recuperación de una pérdida de inicialización e, incluso, impedir la obtención de resultado alguno.

### ***Calibración plana***

Si no hay ningún sistema local, o ninguna proyección definida, sólo se pueden replantear líneas y puntos con coordenadas geodésicas.

Los rumbos y las distancias visualizadas están en relación con el sistema WGS84, y sólo se podrá iniciar una medición en tiempo real con un punto conocido en este sistema. También es posible visualizar coordenadas Gauss-Krüger mientras se trabaja, gracias a que la controladora tiene cargados distintos sistemas de coordenadas y de proyección.

La calibración consiste en realizar una transformación de las coordenadas básicas que entrega el receptor, es decir, geodésicas, a un sistema de coordenadas locales arbitrario.

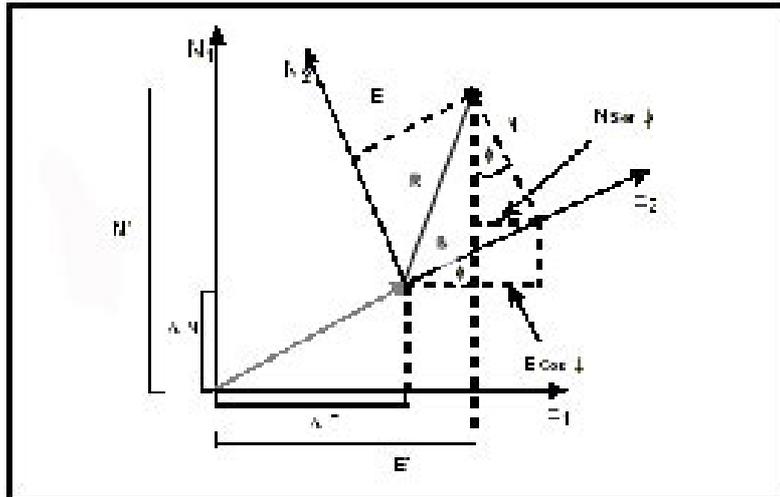
Si se calibra un proyecto, el software de la controladora dará soluciones en tiempo real con respecto al sistema de coordenadas local.

Esta herramienta resulta muy útil en trabajos donde ya existe una grilla local definida, a la que están referidos todos los cálculos, como puede ser el caso de un sistema local en una obra de ingeniería. Calibrando el equipo RTK, se podrá medir en ese sistema, por ejemplo, para determinar movimientos de suelo.

Se requieren para esta operación como mínimo 3 puntos, aunque se recomienda utilizar un mínimo de 4 puntos con coordenadas en ambos sistemas para el cálculo de calibración. Se pueden usar hasta 20 puntos.

Para obtener mejores resultados en los parámetros de la calibración, los puntos se deben distribuir de forma pareja en el área de calibración y, de ser posible, se deben extender más allá del perímetro de trabajo. Es decir, se debe aplicar la misma regla práctica que se aplica al colocar puntos de apoyo para tareas de fotogrametría.

Jamás se deben tomar como válidas las coordenadas locales obtenidas para un punto fuera del área de calibración, ya que se debe hacer una extrapolación que produce errores de gran magnitud que no se puedan corregir. Los puntos fuera del área de calibración deben ser parte de una nueva transformación.



Para dos puntos se calcula una transformación de cuatro parámetros. Esto es, dos traslaciones («N, «E), una rotación (Ö) y un factor de escala (k) entre los sistemas de coordenadas. Para más puntos, se pueden hacer una verificación y compensación.

Si queremos pasar de un sistema E'N' a otro EN, encontramos que la geometría entre los dos sistemas de coordenadas resulta en las siguientes ecuaciones de transformación:

$$N' = R \cdot \sin(\ddot{O} + \beta) = R(\sin \ddot{O} \cdot \cos \beta + \cos \ddot{O} \cdot \sin \beta) \quad 1$$

$$E' = R \cdot \cos(\ddot{O} + \beta) = R(\cos \ddot{O} \cdot \cos \beta - \sin \ddot{O} \cdot \sin \beta) \quad 2$$

por otro lado

$$N/R = \sin \beta$$

$$E/R = \cos \beta$$

entonces reemplazando en 1 y 2:

$$N' = E \cdot \sin \ddot{O} + N \cdot \cos \ddot{O}$$

$$E' = E \cdot \cos \ddot{O} - N \cdot \sin \ddot{O}$$

Escrito matricialmente:

$$\begin{pmatrix} N' \\ E' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sin \ddot{O} & \cos \ddot{O} \\ \cos \ddot{O} & -\sin \ddot{O} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} N \\ E \end{pmatrix}$$

Matriz de rotación

Si además se tiene una traslación entre los orígenes de ambos sistemas, las ecuaciones de transformación serán:

$$N' = N + \Delta N$$

$$E' = E + \Delta E$$

donde  $\Delta N$  y  $\Delta E$  representan los cambios de los ejes N y E en el sistema N' y E'.

Los puntos comunes, en ambos sistemas de coordenadas, se utilizan en un ajuste por mínimos cuadrados del que surgen los valores más probables de  $\Delta N$ ,  $\Delta E$ ,  $\sin \ddot{O}$  y  $\cos \ddot{O}$ . Luego, de estos dos últimos, surge el valor más probable de  $\ddot{O}$ .

Con el factor de escala entre los 2 sistemas se pueden dar dos situaciones:

- 1) Que por alguna razón el factor de escala esté prefijado, por ejemplo, en 4.
- 2) Que se calcule un factor corrector de las distancias muy cercano a 1, el cual surge de la comparación entre segmentos en ambos sistemas de coordenadas.

También se puede presentar el caso de tener que realizar una transformación entre sistemas tridimensionales. Si los sistemas son paralelos, la transformación entre coordenadas rectangulares es una simple traslación:

$$X = x + \Delta x$$

$$Y = y + \Delta y$$

$$Z = z + \Delta z$$

En este caso, las traslaciones entre sistemas se pueden calcular con, por lo menos, un punto del que se conozcan los dos juegos de coordenadas.

Si además tenemos que los sistemas se encuentran levemente rotados, se puede hacer la demostración en forma análoga a la transformación en el plano.

Si se tiene un giro de  $\gamma$  radianes alrededor del eje Z, la matriz de rotación será:

$$R_z \begin{vmatrix} \cos\gamma & \text{sen}\gamma & 0 \\ -\text{sen}\gamma & \cos\gamma & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Análogamente las rotaciones alrededor de los otros ejes

$$R_y \begin{vmatrix} \cos\beta & 0 & -\text{sen}\beta \\ 0 & 1 & 0 \\ \text{sen}\beta & 0 & \cos\beta \end{vmatrix}$$

$$R_x \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & \text{sen}\alpha \\ 0 & -\text{sen}\alpha & \cos\alpha \end{vmatrix}$$

Una transformación con las 3 rotaciones estará dada por:

$$R_t = R_z \cdot R_y \cdot R_x$$

Como los ángulos  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  son muy pequeños:

$$\text{sen}(\text{áng}) = \text{áng}$$

$$\cos(\text{áng}) = 1$$

entonces:

$$R_t = \begin{vmatrix} 1 & \gamma & \beta \\ -\gamma & 1 & \alpha \\ \beta & -\alpha & 1 \end{vmatrix}$$

Finalmente:

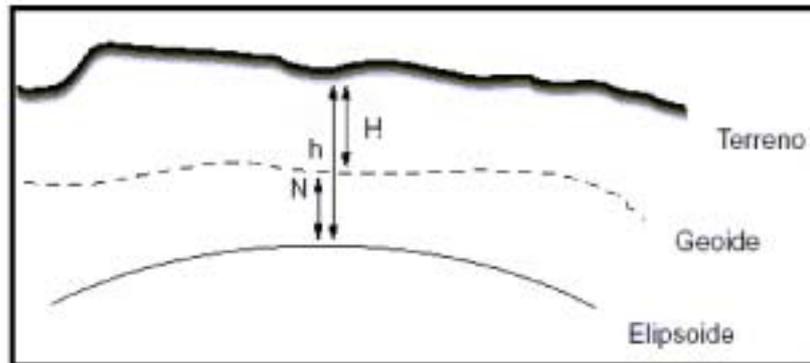
$$\begin{vmatrix} X \\ Y \\ Z \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & \gamma & \beta \\ -\gamma & 1 & \alpha \\ \beta & -\alpha & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} X \\ Y \\ Z \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{vmatrix}$$

### ***Trabajos con alturas ortométricas***

Si se dispone de puntos con cota conocida, se puede calcular una calibración vertical que haga posible transformar las alturas elipsoidales a alturas ortométricas, y trabajar con relación al geode y no al elipsoide. En caso de no disponer de puntos con cota, se puede cargar un modelo del geode para lograr el mismo resultado. En este caso, la precisión de las elevaciones sólo será tan precisa como el modelo cargado.

El valor de separación geoide-elipsoide (N) se obtiene del modelo de geoide y de la altura (h) sobre el elipsoide para un punto particular.

Cuando selecciona Modelo de geoide como el tipo de ajuste vertical, la controladora toma las separaciones geoide-elipsoide y luego las usa para mostrar las elevaciones en la pantalla.



Aquí no se utilizaron puntos con cota conocida. En estos casos se utilizan para el cálculo de la calibración las alturas elipsoidales medidas en cada punto.

La calibración se logra mediante el levantamiento de tres o más puntos de coordenadas planas conocidas. Si se han ingresado las coordenadas de los puntos en la controladora, tanto las locales como las geográficas, no es necesario estacionarse en los mismos para realizar la calibración.

La calibración se ejecutó en gabinete, en forma previa al levantamiento RTK, en base a un levantamiento previo en el que las coordenadas locales se obtuvieron con Estación Total y las geodésicas con equipos GPS. Las coordenadas geográficas de los puntos HIP1 a HIP4 fueron obtenidas de un levantamiento estático utilizando como base el punto AGRI. Las del resto de los puntos surgieron de un Stop and Go utilizando como punto base el HIP4. Las coordenadas resultantes fueron las siguientes:

Punto	Coordenadas Geodésicas			Coordenadas Locales	
	Latitud	Longitud	Altura	Norte	Este
HIP1	-34 54 02.35466	-57 56 48.49267	28.503	11.92	242.55
HIP2	-34 53 56.21067	-57 56 41.74133	25.555	127.51	14.80
HIP3	-34 54 05.11877	-57 56 29.81460	26.23	491.83	200.00
HIP4	-34 54 10.94344	-57 56 37.12914	28.139	359.89	422.00
11	-34 54 08.45974	-57 56 28.82961	26.745	543.07	292.73
12	-34 54 09.34823	-57 56 36.58519	28.281	360.28	370.98
13	-34 54 07.79230	-57 56 37.10310	27.770	335.01	328.15
14	-34 54 08.32116	-57 56 40.64009	28.439	252.65	367.50
15	-34 54 06.15342	-57 56 43.55151	28.731	163.76	322.50
16	-34 54 04.47865	-57 56 43.59713	28.651	149.07	273.01
18	-34 54 00.07449	-57 56 47.02888	28.868	29.29	164.98
19	-34 53 59.30191	-57 56 45.96700	26.816	49.05	134.93
21	-34 53 58.83318	-57 56 39.34902	26.033	207.37	76.79
22	-34 54 00.44164	-57 56 36.04272	25.859	301.40	102.53
23	-34 54 02.12848	-57 56 33.69419	26.014	372.57	137.01
24	-34 54 03.67768	-57 56 36.12506	27.126	325.60	199.28

Las coordenadas locales de los puntos tienen una incertidumbre de +/- 3 cm. en cada componente.

Los puntos utilizados para calcular los parámetros de calibración fueron HIP1, HIP2, HIP3 e HIP4, y los resultados obtenidos se detallan a continuación:

### ***Parámetros de ajuste horizontal***

Coordenada Norte del centro de rotación:	147.995m
Coordenada Este del centro de rotación:	-265.689m
Rotación alrededor del punto central:	-105°14'59.836036"
Traslación Norte:	99.793m
Traslación Este:	485.526m
Factor de escala:	0.99991465

El origen de la calibración es el centroide de los puntos de calibración utilizados.

<b>Residuales de punto</b>		
<b>Punto de inicio</b>	<b>Punto calculado</b>	<b>Punto de control</b>
<b>Punto</b> HIP1	<b>Norte</b> 11.949m	<b>Punto</b> HIP1
<b>Latitud</b> 34°54'02.35466"S	<b>Este</b> 242.557m	<b>Norte</b> 11.920m
<b>Longitud</b> 57°56'48.49267"O	<b>Elevación</b> 28.503m	<b>Este</b> 242.550m
<b>Altura</b> 28.503m	<b>Error horizontal</b> 0.030m	<b>Elevación</b> 0.000m
	<b>Error vertical</b> ?	<b>Tipo</b> Horizontal
	<b>Error 3D</b> 0.030m	<b>Calidad punto</b> Calidad topográfica
<b>Punto</b> HIP2	<b>Norte</b> 127.495m	<b>Punto</b> HIP2
<b>Latitud</b> 34°53'56.21067"S	<b>Este</b> 14.815m	<b>Norte</b> 127.510m
<b>Longitud</b> 57°56'41.74133"O	<b>Elevación</b> 25.555m	<b>Este</b> 14.800m
<b>Altura</b> 25.555m	<b>Error horizontal</b> 0.021m	<b>Elevación</b> 0.000m
	<b>Error vertical</b> ?	<b>Tipo</b> Horizontal
	<b>Error 3D</b> 0.021m	<b>Calidad punto</b> Calidad topográfica

<b>Punto</b> HIP3	<b>Norte</b> 491.818m	<b>Punto</b> HIP3
<b>Latitud</b> 34°54'05.11877"S	<b>Este</b> 199.986m	<b>Norte</b> 491.830m
<b>Longitud</b> 57°56'29.81460"O	<b>Elevación</b> 26.230m	<b>Este</b> 200.000m
<b>Altura</b> 26.230m	<b>Error horizontal</b> 0.018m	<b>Elevación</b> 0.000m
	<b>Error vertical</b> ?	<b>Tipo</b> Horizontal
	<b>Error 3D</b> 0.018m	<b>Calidad punto</b> Calidad topográfica
<b>Punto</b> HIP4	<b>Norte</b> 359.887m	<b>Punto</b> HIP4
<b>Latitud</b> 34°54'10.94345"S	<b>Este</b> 421.992m	<b>Norte</b> 359.890m
<b>Longitud</b> 57°56'37.12914"O	<b>Elevación</b> 28.139m	<b>Este</b> 422.000m
<b>Altura</b> 28.139m	<b>Error horizontal</b> 0.009m	<b>Elevación</b> 0.000m
	<b>Error vertical</b> ?	<b>Tipo</b> Horizontal
	<b>Error 3D</b> 0.009m	<b>Calidad punto</b> Calidad topográfica

**Los puntos de inicio fueron medidos con GPS en forma estática y los puntos de control con Estación Total.**

<b>Error máximo</b>	<b>Error Medio cuadrático</b>	<b>Punto</b>
0.030 m.	0.021 m.	HIP1

Utilizando los parámetros del ajuste horizontal detallados en la página anterior se configuró el equipo RTK para que entregue coordenadas en el sistema local definido. Una vez hecho esto, se estacionó el receptor base en el punto HIP4 y se replantearon y relevaron todos los puntos del hipódromo.

En la etapa de replanteo, una vez estacionado el receptor en un punto, la controladora indicó diferencias entre las coordenadas locales obtenidas con Estación Total y las obtenidas en RTK, que fueron de 2 a 7 cm., con una diferencia media de 3.2 cm.

Luego de anotar los resultados en el replanteo de los puntos, se relevaron los mismos obteniendo los siguientes resultados (las coordenadas y las diferencias están expresadas en metros):

	Coordenadas Locales (con Estación Total)		Coordenadas Locales (con RTK)		Diferencias	
Nombre	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este
HIP1	11.92	242.55	11.95	242.56	0.03	0.01
HIP2	127.51	14.80	127.50	14.82	0.02	0.01
HIP3	491.83	200.00	491.82	199.99	0.01	0.01
HIP4	359.89	422.00	359.89	421.99	0.00	0.01
11	543.07	292.73	543.02	292.73	0.05	0.00

	Coordenadas Locales (con Estación Total)		Coordenadas Locales (con RTK)		Diferencias	
Nombre	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este
12	360.28	370.98	360.28	370.94	0.00	0.04
13	335.01	328.15	334.98	328.14	0.03	0.01
14	252.65	367.50	252.64	367.48	0.01	0.02
15	163.76	322.50	163.76	322.49	0.00	0.01
16	149.07	273.01	149.07	273.00	0.00	0.01
18	29.29	164.98	29.32	165.00	0.03	0.02
19	49.05	134.93	49.06	134.94	0.01	0.00
21	207.37	76.79	207.35	76.80	0.02	0.01
22	301.40	102.53	301.37	102.54	0.03	0.00
23	372.57	137.01	372.56	137.00	0.01	0.01
24	325.60	199.28	325.58	199.29	0.02	0.01

Como se puede ver en la tabla, la diferencia máxima entre coordenadas fue de 5 cm., con diferencias medias de 2 cm. en la componente Norte y 1 cm. en la componente Este.

De estos resultados se desprende que las precisiones que entrega el equipo RTK no son degradadas cuando se trabaja en un sistema local.

### ***Aspecto legal***

La utilización de equipos radioeléctricos que operan en frecuencias superiores a 30 MHz e inferiores a 960 MHz, (tal es el caso de la radio TRIMMARK IIe que trabaja en frecuencias que van de 450 a 470 MHz) está normada por la Resolución 235/01 del Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la Nación.

La Comisión Nacional de Comunicaciones (CNC) es la encargada de la normalización del equipamiento de telecomunicaciones. En tal sentido, tiene la responsabilidad de hacer cumplir la «obligación de homologación» para todos los equipos que hacen uso del espectro radioeléctrico, y los de uso específico en telecomunicaciones que se conecten a la red telefónica pública.

La CNC emite un permiso, con un plazo de vigencia de 10 años, para autorizar la comercialización y/o uso de equipos de comunicaciones en el territorio de la República Argentina. Este permiso se llama Homologación, y permite al titular del equipo comercializar y/o utilizar el equipo en el país. Se emite formalmente a través de una disposición, luego de verificarse que el aparato funciona conforme a ciertas normas técnicas.

El importador debe contar con el certificado de homologación antes de ofrecer el equipo en el mercado.

La venta de equipos que no hayan sido homologados por la CNC constituye una infracción, siendo de aplicación la Ley 24.240 de Defensa del Consumidor, con las sanciones que ella dispone (multas, decomiso, clausura del establecimiento, etc.).

RAMATEL es la sigla que identifica al Registro de Actividades y Materiales de Telecomunicaciones de la CNC. En el subregistro de materiales se encuentran asentados todos los equipos homologados la CNC, en el que deberían estar asentados la radio TRIMMARK IIe y la RFM96 de Pacific Crest, utilizadas por equipos de TRIMBLE y ASHTECH comercializados en el país.

Toda presentación relacionada con el RAMATEL debe hacerse en el Centro de Atención al Usuario del Espectro Radioeléctrico (CAUER), en Perú 103, 1er. piso (ciudad de Buenos Aires), y requiere de la intervención de un Responsable Técnico idóneo en la materia.

### ***Equipos disponibles actualmente en el mercado***

Equipo completo (base y móvil) **ASHTECH modelo Z-Xtreme**, bifrecuencia con 12 canales paralelos incluyendo software de post procesamiento con su respectiva licencia.

Todos lo observables disponibles

Memoria de 16 MB y hasta 85 MB

Peso 1.58 Kg.

Software de la controladora **en idioma castellano**.

La actualización de cálculo de posiciones, autónomas o RTK, pueden ser seleccionadas por el usuario entre 10Hz, 5Hz o 1 Hz

Radiomodem Pacific Crest para Base con amplificador de potencia de 35 Watts y dos antenas para radiomodem con sus cables de conexión.

Incluye mensajes RTCM- SC104.

Las antenas GPS pesan 0.86 Kg. e incluyen plano a tierra desmontable

Sistema de Empaque para transportar el receptor en terreno, cables, baterías, cargador, cintas, trípodes, bastón, base nivelante

Precisión Medición Estática

Horizontal: 5mm + 1ppm x D

Vertical: 10mm + 1ppm x D

Precisión Medición Cinemática

Horizontal 1cm + 2ppm x D

Vertical 2cm + 1ppm x D

Precisión Medición RTK

Horizontal 1cm + 2ppm x D

Vertical 2cm + 2ppm x D

A menos de 7 Km. de la base, y una libre visión del cielo con 10° de máscara de elevación, demora menos de 2 segundos en alcanzar precisión centimétrica en movimiento (técnica conocida como instant RTK). La operación en RTK admite trabajar a un radio de hasta 25 Km. desde la base, cuando el terreno lo permite, que se traduce en una superficie aproximada de cobertura de trabajo de 2000 km<sup>2</sup>.

**PRECIO: U\$S 39750 + IVA (10.5 %)**

Equipo **TRIMBLE 5700** doble frecuencia y 24 canales, con seguimiento de señales WAAS/EGNOS con todos los componentes y software para post proceso y RTK.

Mediciones en tiempo real con tecnología eRTK (tiempo de inicialización con tecnología eRTK de 10 segundos + 0,5 seg. por Km. de línea base). Tiempo típico de inicialización inferior a 30 segundos.

Fiabilidad de la inicialización superior al 99,9%

Radiomódem interno de TRIMBLE totalmente integrado. Tecnología Everest de rechazo de trayectorias múltiples (multipath) y alto rendimiento en el seguimiento de señales de satélites de baja elevación.

Latencia de 0,02 segundos (20 milisegundos)

Almacenamiento de datos en memoria de hasta 96 Mb o 1300 horas de medición.

## PRECISIONES

Horizontal: 10 mm + 1ppm x D

Vertical: 20 mm + 1 ppm x D

Cobertura de la tecnología eRTK con una sola base de hasta 1.250 km<sup>2</sup>

Sistema RTK con varias bases y hasta 20 Km. de distancia entre estaciones.

Compatibilidad de módem con teléfonos celulares.

Peso como RTK móvil completo con configuración estándar inferior a 4 Kg.

Se incluye baterías internas, cargador, jalón, controladora, soportes, cables de conexión, antena de radio, mochilas, etc.

**PRECIO: US\$ 42.000 + IVA (10.5 %)**

## *Los últimos adelantos*

En un receptor monofrecuencia, en el primer minuto de encendido, la precisión es del orden de 1 metro. A los 4 minutos, la solución flotante es del orden de los 20 cm. Recién a los 11 minutos alcanza a resolver ambigüedades con precisión centimétrica. La reciente aplicación de tecnología On The Fly en receptores monofrecuencia logra que estos tiempos se reduzcan a la mitad y que, además, no sea necesario permanecer parado o en un punto conocido para lograr la inicialización.

Ya existen en el mercado nacional receptores doble frecuencia GPS que poseen la habilidad de resolver ambigüedades OTF en forma instantánea (en menos de 5 segundos de período de aprendizaje); tal es el caso de los receptores ASHTECH Z-Xtreme y GG24 (GPS + GLONASS) o la serie 5000 de TRIMBLE, que en menos de 20 segundos alcanzan a resolver las ambigüedades y entregan precisiones al nivel del centímetro.

**Otra tecnología aplicada a la técnica RTK es la que posibilita la utilización, como enlace entre receptores, de equipos de telefonía celular. Esto permite tener comunicaciones levemente más estables y extender los límites máximos de un levantamiento. Como contra, se puede citar el costo operativo de la utilización de esta tecnología.**

En la Argentina todavía no se ha aplicado esta tecnología, aunque algunos equipos del mercado están preparados para utilizar este tipo de enlace, previa actualización del firmware de receptores y controladora.

## CONCLUSIONES

### Algunas aclaraciones sobre la red medida

Si bien en mediciones con equipos GPS no es tan determinante la calidad de los resultados de la geometría de la red como lo es en un levantamiento con equipos convencionales (teodolito, estación total, etc.), la misma juega un rol importante en los resultados finales.

Es por ello que cuando se diseñó la red de apoyo se buscó formar figuras cuadradas o triángulos regulares, tanto en las figuras particulares como en la red total. Se evitó tener figuras, largas ya que las mismas tienen menor rigidez geométrica debido a que los valores calculados en función de senos de ángulos próximos a  $0^\circ$  y  $180^\circ$  están sujetos a un gran margen de error; y, como en los cálculos intervienen casi siempre los senos, es conveniente utilizar ángulos entre  $30^\circ$  y  $150^\circ$  para no resentir la exactitud del procesamiento.

Este objetivo se logró sólo en parte, ya que aparecieron dificultades de accesibilidad y, principalmente, de condición topográfica, que impidieron formar figuras más robustas geométricamente. Esta situación es normal que se produzca porque, en la práctica, suele suceder que la red ideal se encuentra con una realidad de la topografía que la hace irrealizable.

En lo que respecta a las mediciones realizadas sobre la red de puntos, el escaso tiempo de disponibilidad de los equipos no permitió tener una mayor independencia entre sesiones con la que se pudiera tener una idea más realista de las precisiones obtenidas.

Como se dijo al comienzo del trabajo, todos los puntos participaron, por lo menos, en dos sesiones. Algunos puntos se debieron ocupar en dos momentos diferentes por el programa de medición planteado, pero en los que no fue necesario esto, no se modificó la altura de antena por las limitaciones de equipos y operadores. Esta práctica es recomendable para detectar errores groseros de lectura en la medición de altura de antena, y consiste en estacionar nuevamente la antena modificando la altura de la misma.

También es válido comentar que las mediciones para la red de apoyo se hicieron durante dos días con condiciones atmosféricas de mucha humedad, en los que por momentos llovió y hasta hubo una tormenta eléctrica. En ningún caso se pudo observar una disminución en la calidad de los resultados ni, mucho menos, que esta condición climática impidiera la obtención de soluciones fijas.

Tampoco afectó a las mediciones de los puntos 2ROT y 1ROT el hecho de que estuvieran ubicados en la orilla del Río de la Plata. De esto se puede concluir que la humedad atmosférica a la que se vieron afectadas las mediciones no tuvo, en este caso, una influencia determinante en la calidad de los resultados.

## Precisión de los equipos RTK

### *Posiciones obtenidas para distintos puntos con la base RTK en 2ROT*

Punto	Dist. desde 2ROT	Coords.	Ajustada	RTK desde 2ROT	Dif. (en seg.)	Dif. (en m.)	Error relat.
<b>1ROT</b>	1117 m.	Latitud	-34 48 17.55590	-34 48 17.55591	0.00001	0.000	0.3 ppm
		Longitud	-57 59 04.35814	-57 59 04.35825	0.00011	0.002	1.6 ppm
		Altura	18.701	18.775		0.074	
<b>ROTA</b>	3525 m.	Latitud	-34 49 20.79544	-34 49 20.79545	0.00001	0.000	0.1 ppm
		Longitud	-57 58 08.61372	-57 58 08.61374	0.00002	0.000	0.1 ppm
		Altura	18.549	18.623		0.074	
<b>ALCA</b>	5782 m.	Latitud	-34 50 32.17657	-34 50 32.17667	0.00010	0.003	0.5 ppm
		Longitud	-57 57 38.93705	-57 57 38.93659	0.00046	0.007	1.3 ppm
		Altura	18.327	18.387		0.060	
<b>LATE</b>	8447 m.	Latitud	-34 51 38.65580	-34 51 38.65614	0.00034	0.010	1.2 ppm
		Longitud	-57 56 29.79493	-57 56 29.79458	0.00035	0.006	0.7 ppm
		Altura	19.268	19.327		0.059	
<b>LAGU</b>	9016 m.	Latitud	-34 52 21.56749	-34 52 21.56854	0.00105	0.032	3.5 ppm
		Longitud	-57 57 21.86372	-57 57 21.86330	0.00042	0.007	0.7 ppm
		Altura	19.923	19.970		0.047	
<b>ROTO</b>	10734 m.	Latitud	-34 53 21.31857	-34 53 21.31789	0.00068	0.020	1.9 ppm
		Longitud	-57 57 24.01814	-57 57 24.01932	0.00118	0.019	1.7 ppm
		Altura	23.949	24.042		0.093	

### *Posiciones obtenidas para distintos puntos con la base RTK en AERO*

Punto	Dist. desde AERO	Coords.	Ajustada	RTK desde AERO	Dif. (en seg.)	Dif. (en m.)	Error relat.
<b>ALCA</b>	3565 m.	Latitud	-34 50 32.17657	-34 50 32.17643	0.00014	0.004	1.2 ppm
		Longitud	-57 57 38.93705	-57 57 38.93697	0.00008	0.001	0.4 ppm
		Altura	18.327	18.435		0.108	
<b>AZUR</b>	4730 m.	Latitud	-34 50 43.85005	-34 50 43.84964	0.00051	0.015	3.2 ppm
		Longitud	-57 55 53.60906	-57 55 53.60930	0.00024	0.004	0.8 ppm
		Altura	17.978	18.023		0.045	
<b>ROTA</b>	5650 m.	Latitud	-34 49 20.79544	-34 49 20.79526	0.00028	0.008	1.5 ppm
		Longitud	-57 58 08.61372	-57 58 08.61411	0.00039	0.006	1.1 ppm
		Altura	18.549	18.649		0.100	
<b>1ROT</b>	7701 m.	Latitud	-34 48 17.55590	-34 48 17.55513	0.00077	0.023	3 ppm
		Longitud	-57 59 04.35814	-57 59 04.35912	0.00098	0.016	2 ppm
		Altura	18.701	18.761		0.060	
<b>2ROT</b>	8691 m.	Latitud	-34 47 49.34439	-34 47 49.34364	0.00075	0.023	2.6 ppm
		Longitud	-57 59 31.94474	-57 59 31.94525	0.00051	0.008	0.9 ppm
		Altura	18.661	18.708		0.047	

### *Diferencias de coordenadas para distintos puntos desde distintas bases*

Punto	Coords.	RTK desde 2ROT	RTK desde AERO	Dif. (en seg.)	Dif. (en m.)
ALCA	Latitud	-34 50 32.17667	-34 50 32.17643	0.00024	0.007
	Longitud	-57 57 38.93659	-57 57 38.93697	0.00038	0.006
	Altura	18.387	18.435		0.048
ROTA	Latitud	-34 49 20.79545	-34 49 20.79526	0.00019	0.006
	Longitud	-57 58 08.61374	-57 58 08.61411	0.00037	0.006
	Altura	18.623	18.649		0.026
1ROT	Latitud	-34 48 17.55591	-34 48 17.55513	0.00078	0.023
	Longitud	-57 59 04.35825	-57 59 04.35912	0.00087	0.014
	Altura	18.775	18.761		0.014

En base al análisis de los resultados obtenidos se pueden obtener las siguientes conclusiones:  
 - Se observa que la distancia de la base al móvil tiene influencia en la precisión del punto posicionado, aunque no se puede ver que el error responda a la fórmula:

Error  $\pm 5 \text{ cm.} \pm 5 \text{ ppm} \times D$  (Hofmann-Wellenhof)

Sin embargo, los errores obtenidos se encuentran dentro del error citado arriba. También es necesario aclarar que no fue posible verificar dicha fórmula por la escasa cantidad de datos y pruebas que se pudieron realizar.

- Los errores en la componente de altura variaron entre 6 y 10 cm., sin importar la distancia de la base al móvil.
- Los errores relativos varían de 0.5 a 3 partes por millón de la longitud de la base (5mm/10Km. a 3cm/10km.).
- En términos absolutos, los errores máximos obtenidos fueron de 5 cm. en la componente horizontal y de 10 cm. en la vertical.
- En todos los casos, la altura elipsoidal determinada con RTK fue levemente mayor a la altura ajustada de los puntos. No se puede pensar en un error de medición de altura de antena debido a que la diferencia varió en forma aleatoria.

En relación a las precisiones obtenidas es recomendable comprobar, en la medida de lo posible, que la inicialización ha sido correcta, estacionando sobre un punto de coordenadas conocidas. A este respecto se puede decir que, en todas las comprobaciones que se hicieron, se obtuvieron resultados correctos, por lo que el 99% de confiabilidad en la inicialización que publican los fabricantes es un valor muy realista.

**Se puede decir que los resultados obtenidos con esta técnica fueron excelentes, teniendo en cuenta que se los comparó con los de una red compensada medida en forma estática con tiempos de ocupación de más de 2 horas y media. En el caso de las mediciones RTK, los tiempos de ocupación fueron de 20 minutos como máximo, pero a los 2 minutos ya se había alcanzado la precisión antes citada.**

De lo dicho se desprende que no tiene sentido práctico estacionar más de 2 minutos en un punto con equipos RTK.

## **Aplicaciones de la técnica RTK**

En base a las precisiones obtenidas se puede decir que la técnica RTK se puede aplicar a cualquier trabajo que requiera una exactitud de centímetros a decímetros en tiempo real o no, entre ellas la navegación de precisión, ya sea aérea, terrestre o marítima; control de máquinas, trabajos de ingeniería, relevamientos hidrográficos, apoyos para cartografía a escala pequeña, confección y actualización de GIS, control de volúmenes y superficies y, especialmente, trabajos de replanteo.

También se puede utilizar esta técnica como un poderoso sustituto de un relevamiento Stop and Go o cinemático, ya que es más veloz en campo y, además, no requiere post proceso, lo que, vinculado a las herramientas que ofrece el programa de procesamiento, hace que la salida de resultados, como planos o planillas de coordenadas, sea muy rápida.

Esta técnica no es aplicable a microgeodesia, montaje y control de industrias y toda aplicación que requiera gran exactitud, tareas que sí pueden llevarse a cabo con instrumental óptico adecuado.

Con una estación se cubre una gran extensión, lo que le otorga una baja propagación de errores y un alto rendimiento. Esto constituye una gran ventaja sobre la Estación Total y otros equipos ópticos.

Es importante decir, a título informativo, que en un trabajo para la implantación de un gasoducto se relevó planialtimétricamente una franja de 5 Km. de largo por 70 m. de ancho en un día. Esto habla de la rapidez de la técnica frente a métodos de levantamiento convencionales (Estación Total, por ejemplo) e inclusive, frente a un Stop and Go. Por otro lado, con una sola estación se puede cubrir un área con un radio de 10 km. o, en una obra lineal, una distancia de hasta 20 Km., hecho que permite perder menos tiempo en estacionar. Como contra, frente a un levantamiento con Estación Total, se puede destacar que si se quiere trabajar en un sistema local es necesario tener definida una transformación y el área en la que se aplica la misma.

## **Replanteo con equipos RTK**

Este sistema permite medir exactamente el tiempo necesario para asegurar la precisión requerida, levantar la estación con certeza de que no habrá que regresar a remedir y retornar del campo con las coordenadas definitivas sin realizar cálculos adicionales.

Es necesario destacar, como contra de la técnica RTK, que es difícil obtener en replanteo las precisiones que se obtuvieron en este trabajo (2 y 4 cm. en las componentes horizontal y vertical respectivamente), ya que se debe hacer «puntería» con la antena en el punto. Esto se visualiza en la pantalla de la controladora. Las precisiones que se obtuvieron se deben a que se replantearon puntos ya materializados, caso totalmente distinto al que se puede presentar en la realidad. Un claro ejemplo de esto son los 10 cm. de separación que se tuvieron cuando se replantearon puntos de línea.

## **Limitaciones de la técnica RTK**

La imposibilidad de manipular los datos de medición y, en consecuencia, de chequearlos, constituye una de las mayores desventajas de la técnica; por ello es siempre conveniente, en la medida de lo posible, estacionar en algún punto conocido como control de los resultados que está entregando el receptor.

Sólo es posible, con los equipos utilizados, modificar los nombres de los puntos, las alturas de las antenas, las coordenadas del punto base y recalcular las posiciones en función de las nuevas coordenadas de la base.

También se desprende, a raíz de pruebas realizadas dentro de la ciudad de La Plata, que la técnica, al igual que otros métodos GPS, no es aplicable en sectores urbanos, ya que, si bien se lograron posicionar algunos puntos, las interferencias radioeléctricas y de las construcciones, tanto en la señal de los satélites como en las comunicaciones entre los receptores, hacen que el método sea poco estable y confiable y que su aplicación no resulte confiable y ventajosa.

## Comunicaciones entre receptores

Cuando comenzó este trabajo tenía la idea de que el sistema de tiempo real tenía su punto débil en el enlace mediante el cual se establece la comunicación entre la estación base y la remota, basado en que la misma está muy influida por la topografía del lugar. En efecto, se puede decir que en las comunicaciones está el punto más débil de la técnica, pero para este trabajo, y con los equipos utilizados luego de pruebas ante muy variadas condiciones topográficas, se puede decir que las comunicaciones no resultaron ser un inconveniente.

Si se compara un levantamiento RTK con un Stop and Go tradicional, existe una enorme diferencia de productividad a favor del primero, por lo dicho en la página 50, ya que el enlace de radio hace que se recupere mucho más rápido una pérdida de inicialización debida a pérdidas de recepción satelital por presencia de árboles u otras obstrucciones, situación muy común que suele complicar un levantamiento Stop and Go.

Por otro lado, es posible ver la precisión o calidad del posicionamiento, por lo que se puede medir un punto el tiempo estrictamente necesario y abandonarlo con seguridad, cosa que no sucede en un Stop and Go.

También es necesario destacar que **las comunicaciones en ningún momento se vieron afectadas por la presencia de campos eléctricos y magnéticos generados por líneas de alta tensión de 132, 250 y 500 Kilovolts, ni tampoco por la presencia de espejos de agua como el Río de la Plata o lagunas menores.**

## Calibración

La tendencia dentro de la agrimensura a nivel mundial es la georreferenciación de los levantamientos que se realizan. La Argentina no escapa a esta tendencia y, para lograr esto, no existe instrumental más propicio que el GPS.

Sin embargo, en ciertas obras, generalmente de ingeniería, es conveniente generar un sistema local al que se encuentran referidos los puntos y sobre el cual se realizan diversos cálculos. **En casos en los que se tiene ya definido el sistema de coordenadas es donde cobra particular importancia la calibración**, la cual permite a un equipo RTK replantear puntos en sistemas locales arbitrarios.

## Evolución de los equipos RTK

En los comienzos de la tecnología RTK, los equipos, principalmente los móviles, constaban de pesadas mochilas donde se ubicaban las antenas, el receptor y la radio. Hoy en día, todo esto

se ha reducido a solo un bastón, una antena y la controladora. Tal es el caso por ejemplo de los equipos TRIMBLE 4800 y 5700.

También se han mejorado notablemente las comunicaciones entre base y móviles, tanto en estabilidad como en alcance (este último se ha multiplicado varias veces).

Finalmente, la aparición de equipos RTK monofrecuencia con capacidad On The Fly hace pensar que, en el futuro, esta tecnología irá disminuyendo sus costos, a mi entender la gran desventaja de esta técnica, manteniendo las mismas capacidades operativas; y, por otro lado, se puede pensar que aparecerán nuevas soluciones técnicas que contribuyan a mejorar las capacidades de estos equipos.

## **Bibliografía**

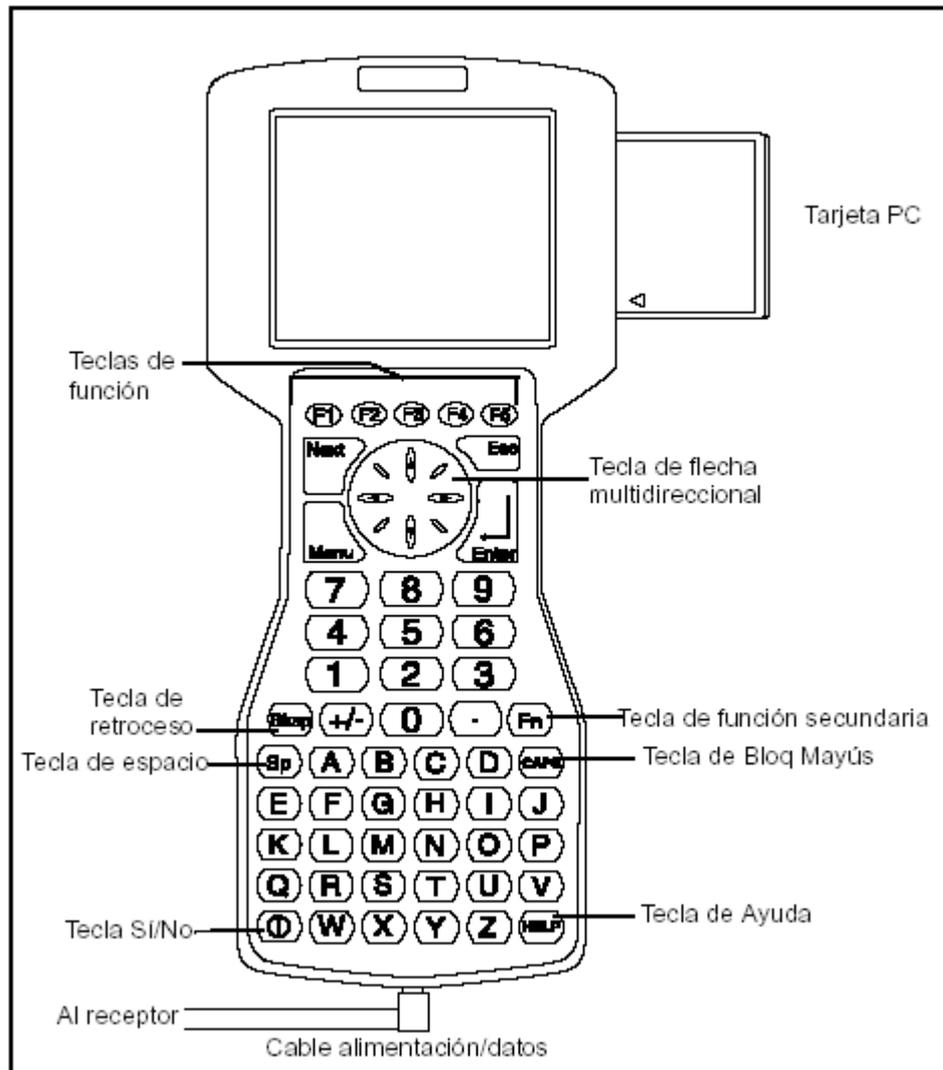
- GPS y GLONASS (Ma Paz Holanda Blas – J. C. Bermejo Ortega. 1998. Madrid).
- GPS, THEORY AND PRACTICE 5ta edición (B. Hofmann-Wellenhof, H. Lichtenegger, J. Collins. 2001. Ed. Springer Wien New York).
- EL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (Günter Seeber. 1993. Ed. W. de Gruyter, Berlín, New York).
- SEMINARIOS GPS '92 y '98 (Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de La Plata).
- ESTÁNDARES GEODÉSICOS SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (1996. Instituto Geográfico Militar).
- EL ABC DEL GPS (Susana Ferrario de Urriza. 2000. Edición del CPA).
- TRATADO DE TOPOGRAFÍA (Davis – Foote – Kelly. 1971. Ed. Aguilar).
- Manual del usuario de la Controladora TRIMBLE TSC1 (1999).
- Manual del usuario de los receptores TRIMBLE 4600LS, 4700 y 4800.
- Manual del usuario del Software GPSurvey 2.35 (1996).
- Manual del usuario del Software TRIMNET PLUS (1992).
- RTCM RECOMENDED STANDARDS Versión 2.1 (Comisión Técnica de Radiocomunicaciones para Servicios Marítimos. 1990).
- Trabajo Final: Estudio y Simulación con Matlab de la Interfaz de radio de GSM. Rafael Casañas Ávila.
- Trabajo Final: Relevamiento Planialtimétrico con GPS. Massimino, D'angelo y Cadenas.
- Apuntes de materias de la carrera relacionados con el presente trabajo.

# **ANEXO 1**

## **ESPECIFICACIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS**



## CONTROLADOR TRIMBLE TSC-1 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS



Los datos colectados por el receptor serán almacenados en la memoria interna de 2 MB del controlador. Los mismos pueden procesarse mediante el software TRIMMAP o GPSurvey. Soporta receptores 4600, 4700 y 4800.

La capacidad en cantidad de puntos almacenados es de 5400 (técnica RTK).

El tiempo de medición disponible se puede calcular de la siguiente manera:

Bytes necesarios para un registro:

$33 + (n \times 30)$  para un receptor de frecuencia simple (L1)

$33 + (n \times 43)$  para un receptor de frecuencia doble (L1/L2)

donde  $n$  es el número de satélites disponibles.

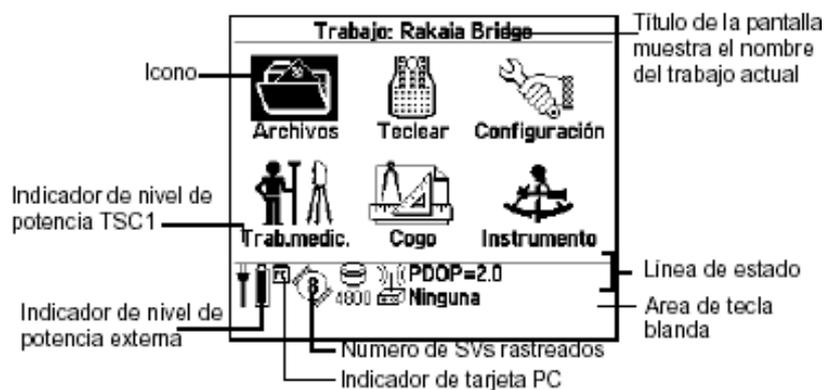
Si la controladora está vacía, tiene 1,92 MB libres. Si se está registrando datos L1/L2 con un intervalo de registro de quince segundos y siguiendo seis satélites, el tiempo disponible será:  
 Número de bytes por registro =  $33 + (6 \times 43) = 291$

$$\text{Tiempo} = \frac{\text{Bytes libres}}{\text{Bytes almacenados por época}} \times \text{intervalo de registro}$$

$$\text{Tiempo} = \frac{291}{1.922.000} \times 15 \text{ seg.} = 99.072 \text{ segundos} = 27 \text{ h } 31 \text{ min.}$$

### Fuentes de energía

El equipo puede contar con pilas alcalinas y con packs de baterías recargables de níquel cadmio. También cuenta con pilas de litio para preservar la memoria del equipo por 400 horas en caso de cambio de baterías o agotamiento de las mismas.



### Menú principal

#### Tipos de determinación de posición

**Fina:** Resultados con la precisión más elevada, del orden centimétrico. Solución fija con fase de portadora L1. La visualización se actualiza una vez por segundo.

**Grosera:** Resultados con precisión métrica. Solución flotante con fase de portadora L1. También existe el modo grosero en el que, teniendo las ambigüedades fijas, se puede navegar a un punto actualizándose la posición 5 veces por segundo, pero con una menor precisión.

**Autónoma:** No se aplican correcciones al posicionamiento. La precisión puede alcanzar los  $\pm 30$  m.

## **Infill o archivo de relleno:**

Ésta es una técnica de trabajo de campo que combina el posicionamiento RTK con el cinemático en post proceso. Sirve concretamente para relevamientos donde la intención es, en primera medida, cumplirlos en tiempo real, pero aún cuando el alcance de radio o la cobertura de radio no es efectiva, poder continuar levantando datos en forma cinemática sin interrumpir el trabajo, post procesando los momentos donde se perdió el enlace de radio.

El equipo base transmite datos RTK por la radio y simultáneamente registra observaciones en un archivo \*.DAT. El móvil trabaja en RTK, mientras la cobertura de radio lo permita, generando archivos de «relleno» en post proceso cinemático cuando se pierde el enlace de radio a la base. Si el enlace de radio se recupera, entonces la controladora avisa que recuperó el enlace de radio, pudiendo el operador optar por volver a usar RTK o continuar en post proceso. Eso, generalmente, depende de si el tiempo que estuvo trabajando en post proceso fue suficiente para producir una inicialización OTF (aprox. 10 minutos). Es importante aclarar que la inicialización del móvil debe repetirse para cada segmento de «relleno» o de post proceso porque no sirve la inicialización realizada en RTK, ya que si se perdió el enlace de radio, automáticamente se pierde la inicialización. La ventaja de los equipos utilizados reside en que, como inicializan OTF, no es necesario permanecer estático en un punto hasta inicializar, sino que es posible seguir desplazándose normalmente mientras el equipo inicializa solo.

## **Carga de puntos en la controladora**

Existen distintos métodos para cargar puntos:

- Coordenadas tecladas.
- Intersec. rumbo-dist.: define el punto como una intersección rumbo-distancia desde dos puntos.
- Intersec. rumbo-rumbo: define el punto como una intersección rumbo-rumbo desde dos puntos.
- Intersec. dist.-dist.: define el punto como una intersección distancia-distancia desde dos puntos.

Si se usa un método de intersección para definir un punto nuevo, el(los) punto(s) de origen desde el que se define el nuevo punto deberá(n) existir en la base de datos del trabajo.

## **Equipo 4600 LS**

Ángulo de máscara: 15°.

Máscara de PDOP: 12 (sino, no graba).

Grabación de datos.

Número de satélites: 4.

Época: 15 seg.

Grabación de posición: cada 2 minutos.

Memoria de almacenamiento: 1 MB = 34 horas con 5 satélites y 15 seg. de época.

12 canales paralelos en L1. Recibe código C/A.

Alimentación con 4 pilas medianas de 1,5 V = 4 horas de operación.

Batería externa de 9 V a 20 V = 1 día de operación.

Capacidad de conectarse a controladora externa y trabajar en RTK. Inicialización con barra inicializadora o base conocida. Lo mismo para reiniciar.

## Equipos 4700 y 4800

Receptores bifrecuencia y código P con 9 canales paralelos. Si hay más de 9 satélites visibles, toma los de la constelación más elevada.

Equipos de radio interna, sólo de recepción UHF compatible con los radios TRIMMARK IIe y TRIMTALK 450S, trabajan de 410 a 470 MHz con 12,5 KHZ y 25 KHZ de espacio entre canales.

Ángulo de máscara: 15°.

Máscara de PDOP: 7

Mínimo de satélites:4.

Época: 15 seg. Se puede modificar de 1 a 60 segundos.

Grabación de posición: cada 5 minutos.

La memoria interna le da 120 horas (5 días) de grabación de datos en L1 y L2 con 6 satélites y época de 15 seg.

La batería de 6 AH le da 8 horas de trabajo.

Si la altitud computada por el receptor es mayor a 18 mil metros o, si la velocidad es mayor a 1900 Km/h, automáticamente el receptor se resetea y se desactivan los resultados de una navegación. Esta limitación fue impuesta por el Departamento de Comercio de los Estados Unidos.

Si el receptor 4800 tiene radio interna instalada, lo indica un cartel en la parte inferior de la antena 4800. El equipo utilizado sólo tiene radio receptora.

Precisión horizontal: 5 mm +/- 1 ppm x D

Precisión vertical: 10 mm +/- 1 ppm x D

Para lograrlas, se requieren efemérides precisas y datos meteorológicos.

Precisión en levantamientos cinemáticos

Horizontal 1 cm. + 2 ppm x D (<10 Km.)

2 cm. + 1 ppm x D (>10 Km.)

Vertical 2 cm. + 1 ppm x D

### ***Precisión en RTK***

<b>Modo</b>	<b>Latencia</b>	<b>Precisión</b>
fino 1 Hz	0.4 segundos	Horiz 1 cm. ± 2 ppm x D Vert 2 cm. ± 2 ppm x D
grosero 5 Hz	0.1 segundos	Horiz 2 cm. ± 2 ppm x D Vert 5 cm. ± 2 ppm x D

El modo grosero se utiliza para grandes desplazamientos (cuando nos dirigimos al punto). En el mismo se actualiza la posición 5 veces por segundo.

El modo fino se utiliza cuando estamos a menos de 2 metros del punto, ya que otorga mayor precisión. En este modo la posición se actualiza una vez por segundo.

## **Antena microcentrada L1/L2**

Es la más común de las antenas doble frecuencia para levantamientos RTK, debido a que la tecnología que utiliza minimiza la variación del centro de fase de la antena. No es necesario alinear las antenas con el norte o entre sí, con lo que se evitan errores y remediciones.

TRIMBLE asegura que se mantenga la precisión de un vector aún cuando las antenas están opuestamente alineadas.

Otro beneficio se aplica en levantamientos cinemáticos donde es impracticable un alineamiento de las antenas de la base y el móvil.

Las antenas receptoras GPS tienen la capacidad de estimar el tiempo necesario de observación en base a la cantidad de satélites visibles y a su distribución. Se habla de una estimación del tiempo de observación, ya que la misma no tiene en cuenta la separación entre los receptores.

## **Radio TRIMMARK IIe**

Alcances

Típico: 10-12km

Óptimo: 15 Km.

Radio Modem:

Rango de Freq.: 410-420 MHz, 430-440MHz, 440-450MHz, 450-460 MHz o 460-470 MHz. (UHF). En este caso la banda utilizada es la última citada.

Potencia: 25 Watts como base y 5 Watts como repetidora.

Consumo: 7.5 Ah. como base y 3.75 Ah como repetidora.

Voltaje: 10 a 16 V.

Peso: 4.3 Kg. (por esta razón no se recomienda como móvil).

Canales: 16

Ancho de banda: 2,4 KHz.

Tasa de transferencia de datos: 4800 bps (velocidad con que la base transmite los datos al móvil).

Latencia: 0.4 segundos en modo fino y 0.1 segundos en modo grosero.

Antena: dipolo omnidireccional de 17 y 13.3 cm. Opcionalmente se puede montar una antena direccional tipo Yagi (la que se utiliza para captar la señal de televisión).

Modulación: GMSK

En su configuración estándar soporta equipos 4700 y 4800 pero con los cables adecuados se adapta a equipos 4000, 4400 y 4600LS.



# **ANEXO 2**

## **CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE COMUNICACIONES EN APLICACIONES RTK**

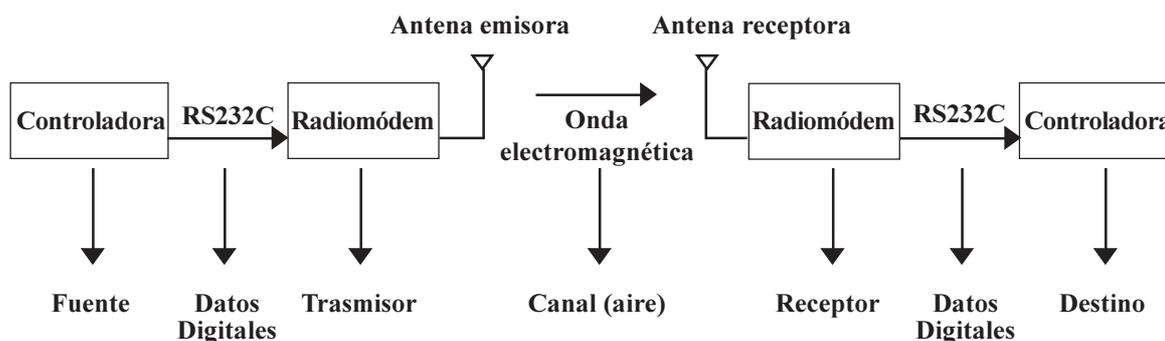


## Comunicación

Se puede llamar comunicación al proceso por medio del cual se transfiere información de un punto llamado *fuelle*, en espacio y tiempo, a otro punto que es el *destino*.

Sea cual fuera el mensaje, el objeto de un sistema de comunicación es proporcionar una réplica aceptable de él en su destino.

En la figura se observa un ejemplo particular donde se puede ver un esquema de la comunicación entre equipos RTK



**Controladora:** permite marcar las pautas y modos de trabajo que consideremos oportunos en cada caso. La controladora almacena los datos, gestiona la observación, controla la recepción satelital y genera los datos que se deben transmitir del equipo base o fuente al móvil o destino.

### **Interface Serial RS232:**

Para asegurar un flujo ordenado de datos entre la unidad controladora y el radiomodem se coloca una interfase serie entre ellos.

En realidad, existen dos formas de intercambiar información binaria: la paralela y la serial.

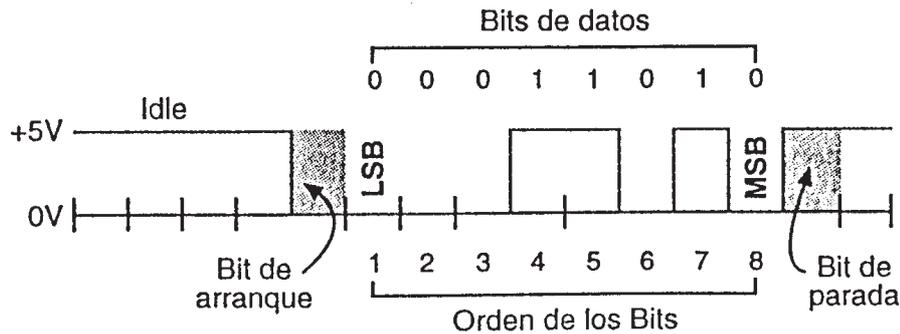
La comunicación paralela transmite todos los bits de un dato de manera simultánea y tiene la ventaja que la transferencia es rápida, pero la desventaja de necesitar una gran cantidad de hilos o líneas, situación que encarece los costos y se agrava cuando las distancias que separan los equipos entre los cuales se hace el intercambio, es muy grande, debido a las capacitancias entre los conductores, la cual limita el correcto intercambio de datos a unos pocos metros.

La comunicación serial, por su parte, transmite un bit a la vez, por lo cual es mucho más lenta, pero posee la ventaja de necesitar un menor número de líneas para la transferencia de la información, y las distancias a las cuales se puede realizar el intercambio es mayor; a esto se suma que mediante dispositivos como los módems, la comunicación se pueda extender prácticamente a cualquier lugar del planeta.

A su vez, existen dos formas de comunicación serial: la sincrónica y la asincrónica. En la comunicación sincrónica, además de una línea sobre la que se transfieren los datos, se necesita otra que contenga pulsos de reloj para indicar cuándo un dato es válido; la duración del bit está determinada por la duración del pulso de sincronismo. En la comunicación asincrónica, los pulsos de reloj no son necesarios, y se acude a otros mecanismos para realizar la lectura/escritura de los datos; la duración de cada bit está determinada por la velocidad con la cual se realiza la transferencia de datos. En esta trabajo sólo trataremos la comunicación asincrónica o asíncrona.

---

*En el momento de la realización de este trabajo (2003), la norma de comunicación USB (Universal Serial Bus) no era de uso masivo como en la actualidad, por ese motivo sólo se hace referencia a la norma RS232 y a la norma paralela, ambas prácticamente en desuso hoy en día.*



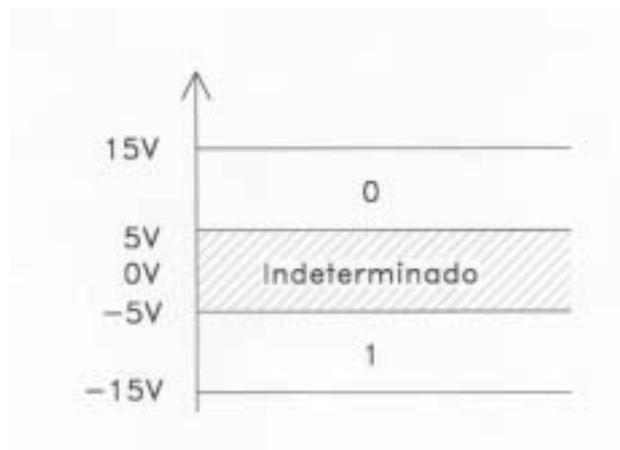
La figura anterior muestra la estructura de un carácter que se transmite de forma asíncrona. Normalmente, cuando no se realiza ninguna transferencia de datos, la línea del transmisor es pasiva (idle) y permanece en un estado alto. Para empezar a transmitir datos, el transmisor coloca esta línea en bajo durante el tiempo de un bit, lo cual se conoce como bit de arranque (start bit) y, a continuación, empieza a transmitir con el mismo intervalo de tiempo los bits correspondientes al dato (que pueden ser 7 u 8 bits), empezando por el menos significativo (LSB), y terminando con el más significativo (MSB). Al finalizar, se agrega el bit de paridad (Parity), si es que está activada esta opción, y los bits de parada (Stop), que pueden ser 1 ó 2, y, en los cuales, la línea regresa a un estado alto. Al concluir esta operación el transmisor estará preparado para transmitir el siguiente dato.

El receptor no está sincronizado con el transmisor y desconoce cuando va a recibir datos. La transición de alto a bajo de la línea del transmisor activa al receptor, y éste genera un conteo de tiempo de tal manera que realiza una lectura de la línea medio bit después del evento; si, la lectura realizada es un estado alto, asume que la transición ocurrida fue ocasionada por ruido en la línea; si por el contrario, la lectura es un estado bajo, considera como válida la transición y empieza a realizar lecturas secuenciales a intervalos de un bit hasta conformar el dato transmitido. El receptor puede tomar el bit de paridad para determinar la existencia o no de errores y realizar las acciones correspondientes, al igual que los bits de parada para situaciones similares. Lógicamente, tanto el transmisor como el receptor **deberán tener los mismos parámetros de velocidad, paridad, número de bits del dato transmitido y de bits de parada.**

En los circuitos digitales, cuyas distancias son relativamente cortas, se pueden manejar transmisiones en niveles lógicos TTL (0 5 V), pero cuando las distancias aumentan, estas señales tienden a degradarse debido al efecto capacitivo de los conductores y su resistencia eléctrica. El efecto se incrementa a medida que se incrementa la velocidad de la transmisión. Todo esto origina que los datos recibidos no sean iguales a los transmitidos, lo que no se puede permitir en una transferencia de datos. Una de las soluciones más inmediatas en este tipo de situaciones consiste en aumentar los márgenes de voltaje con que se transmiten los datos, de tal manera que las perturbaciones causadas se puedan minimizar e, incluso, ignorar.

Ante la gran variedad de equipos, sistemas y protocolos que existen, surgió la necesidad de llegar a un acuerdo que permitiera que los equipos de varios fabricantes pudieran comunicarse entre sí. A principios de los años sesenta se desarrollaron varias normas que pretendían hacer compatibles los equipos, pero en 1962 se publicó la que se convirtió en la más popular: la norma RS 232. Esta norma define la interface mecánica, las características, los pines, las señales y los protocolos que debía cumplir la comunicación serial. La norma ha sufrido algunas revisiones, como la RS 232C en 1969 y la EIA/TIA 232E en 1991.

De todas maneras, todas las normas RS 232 cumplen básicamente con los mis-mos niveles de voltaje, como se puede observar en la figura.



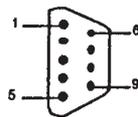
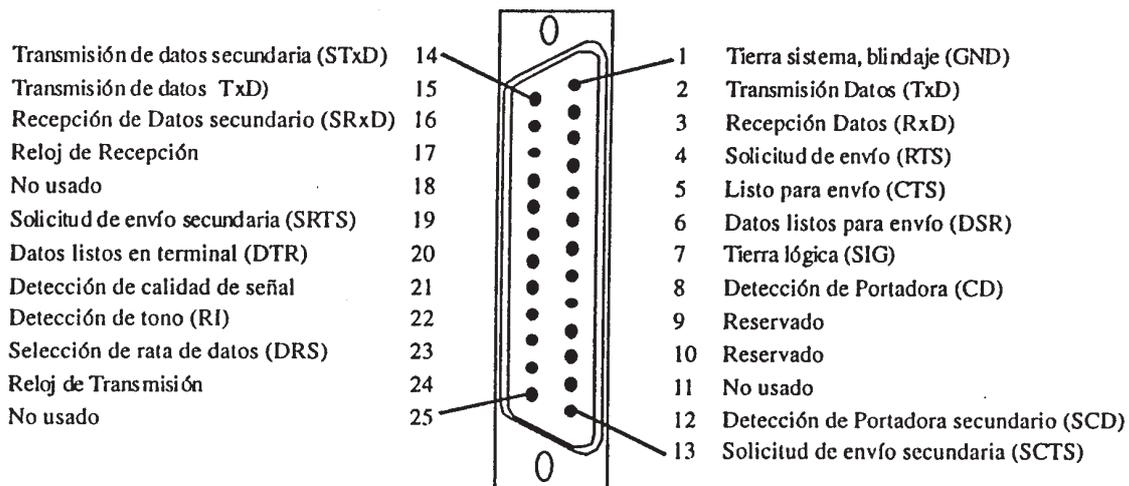
- Un uno lógico es un voltaje comprendido entre 5V y 15V en el transmisor y entre 3V y 25V en el receptor.
- Un cero lógico es un voltaje comprendido entre -5V y -15V en el transmisor y entre -3V y -25V en el receptor.

Se debe tener presente que la norma RS 232 fue desarrollada hace más de 30 años, época en la cual los requerimientos y las capacidades de los equipos eran diferentes. En la actualidad esta norma es un poco limitada, tanto para la distancia a la cual se puede transmitir, como para la velocidad y número de transmisores y receptores que pueden estar simultáneamente conectados. Existen otras normas para la comunicación serial, en la cual se incrementa el número de trasmisores o receptores, la velocidad de transmisión, la distancia, etc. Pero, a pesar de esto, los principios rectores siguen siendo los mismos de la comunicación asincrónica y de la interface RS 232.

### Aspectos prácticos de una comunicación serial

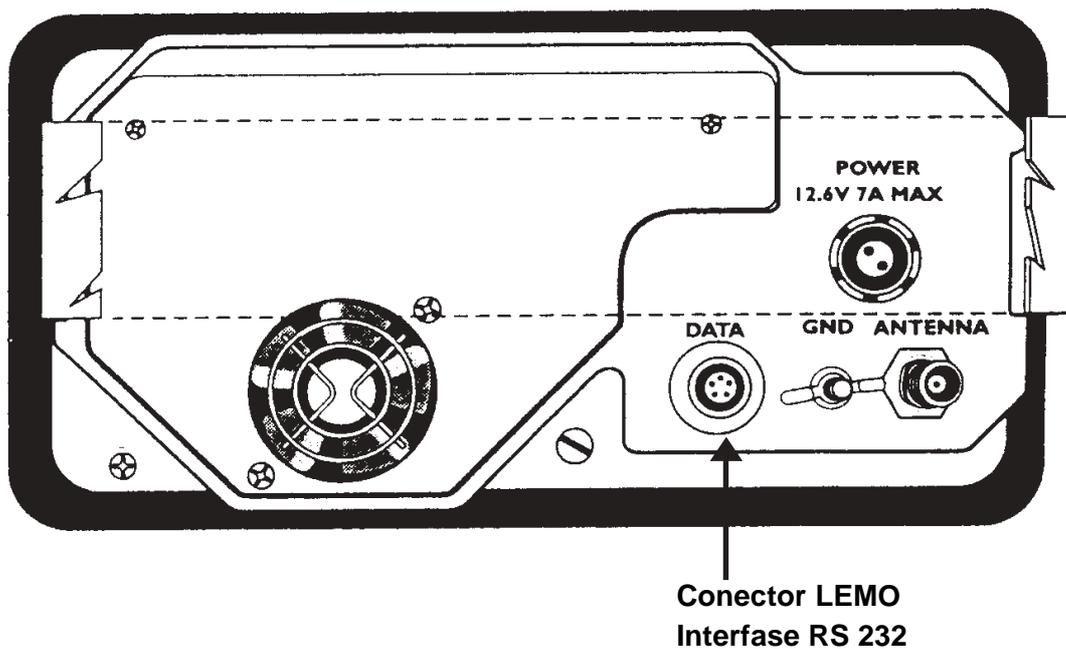
Por lo general se utiliza con las interfaces RS 232, cable multipar o cable ribbon, con un solo conductor como referencia de tierra. El ruido que se capta a través de la línea aún puede originar problemas; para reducir el efecto se suele conectar un condensador en paralelo con la salida del circuito transmisor. Según las reglamentación, los estándares de la interface RS 232 permiten una separación máxima de 15 metros a una velocidad de transmisión no mayor a 9.6 kbps (kilo bits por segundo). Sin embargo, se realizan conexiones a distancias mayores sin problema alguno.

En la figura siguiente se muestran los conectores de la interface RS 232 con la indicación de la función asignada por la norma a cada pin.



Nº Pin	Nombre de la señal
1	Detector de portadora (CD)
2	Recepción de Datos (RxD)
3	Transmisión de Datos (TxD)
4	Datos listos en terminal (DTR)
5	Tierra (GND)
6	Datos listos para enviar (DSR)
7	Solicitud de envío (RTS)
8	Listo para envío (CTS)
9	Detector de tono (RI)

Como se observa en la siguiente figura, el radiomodem TRIMMARK IIe dispone para la comunicación de datos un conector hembra LEMO. Tres pines de este conector están destinados a la Recepción de datos (RXD), a la transmisión de datos (TXD) y a la tierra lógica (GND)



**Radiomódem transmisor:** como todo transmisor, el radiomódem realiza fundamentalmente la modulación de una señal portadora con los datos digitales.

### ***¿Qué es modular?***

Modular es un proceso por el cual se modifica alguna de las características de una onda sinusoidal (portadora), que se utiliza para realizar la comunicación, con la señal que se quiere transmitir (moduladora).

De esta operación surge la onda modulada, que es la que realmente transporta la información desde la antena transmisora a la antena receptora.

Si la señal moduladora varía adquiriendo solamente valores discretos (ceros y unos), como en el caso de las comunicaciones con equipos utilizados en RTK, se dice que la modulación es digital.

En el caso del método básico de modulación de onda continua, se puede modificar o alterar la amplitud, frecuencia o fase de una onda sinusoidal (la portadora) con la información que se transmite (la moduladora).

De lo expuesto surgen los tres tipos básicos que se utilizan en los sistemas de comunicaciones con modulación de onda continua:

- 1) Modulación en amplitud
- 2) Modulación en frecuencia
- 3) Modulación en fase

Otro método básico es la modulación de pulsos, en la que la altura, el ancho o la posición de los pulsos de un tren de pulsos (la portadora) se altera, también de conformidad con la señal que se transmite.

En lo sucesivo trataremos sólo el primer método de modulación digital de onda continua.

### ***¿Por qué se modula?***

La eficiencia de la transmisión medida en términos de ancho de banda, potencia necesaria, complejidad del circuito, etc., exige que la información sea modificada («procesada») de alguna manera antes de ser transmitida a través del medio dado.

Este proceso de modificación o adecuación de la señal, expuesto en el punto anterior, para su transmisión más eficiente se llama, en general, proceso de modulación.

La modulación de onda sinusoidal permite transmitir las señales a frecuencias mucho más altas que las frecuencias de las componentes más importantes de la señal. Es un fenómeno bien conocido de la teoría electromagnética que, para un radiador de energía eléctrica (la antena) tenga un rendimiento aceptable, sus dimensiones físicas deben ser del mismo orden de magnitud que la longitud de onda que se quiere radiar. Puesto que la longitud de onda de una señal de, por ejemplo, 1 Kc/s es del orden de 300 Km, la radiotransmisión no sería práctica para estas frecuencias. En cambio, una onda portadora de 1 Mc/s podría ser (y es) transmitida con buen rendimiento mediante una antena de sólo 30 m de altura.

La modulación de onda continua permite también realizar el «múltiplex» de frecuencia, esto es, el ordenamiento de varias portadoras dentro de una misma banda de frecuencias. Esto permite transmitir varias señales por el mismo canal y en el mismo instante.

Las características (ancho de banda, inmunidad al ruido, interferencia, etc.) propias de los diferentes esquemas de modulación difieren, por lo que la elección del tipo de modulación se realiza para cada aplicación buscando lograr los siguientes objetivos:

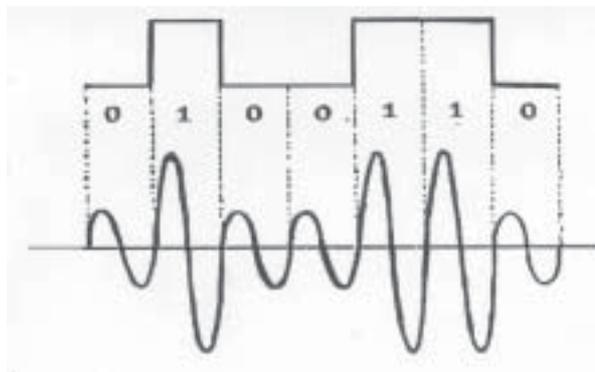
- Alta eficiencia de potencia (preservar la fidelidad del mensaje digital en bajos niveles de potencia).
- Alta eficiencia espectral (habilidad para acomodar los datos dentro de un ancho de banda determinado, es decir, en un intervalo de frecuencias lo más pequeño posible).
- Robustez contra el efecto multicamino.
- Bajo costo y fácil implementación.
- Baja interferencia con canales adyacentes.
- Baja radiación afuera de la banda utilizada.

## ¿Cómo se modula?

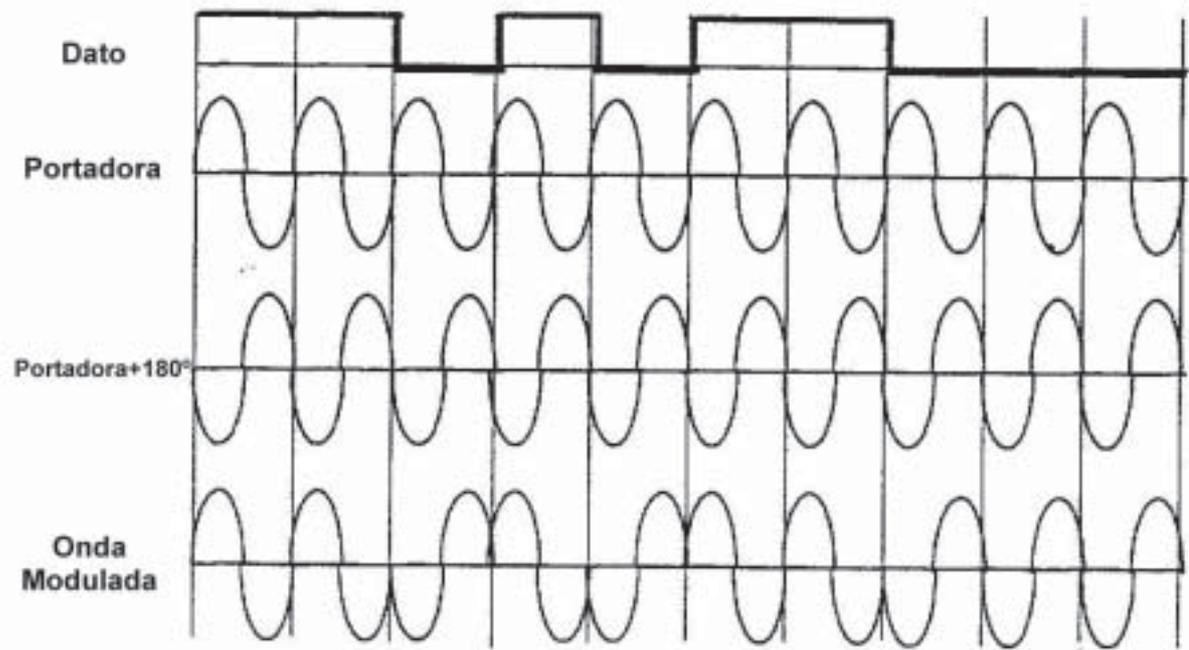
Una onda sinusoidal se puede modular digitalmente variando su amplitud, su frecuencia, su fase o una combinación de ellas, con los valores binarios «0» o «1» de cada bit de la información o señal a transmitir.

## TIPOS DE MODULACIÓN

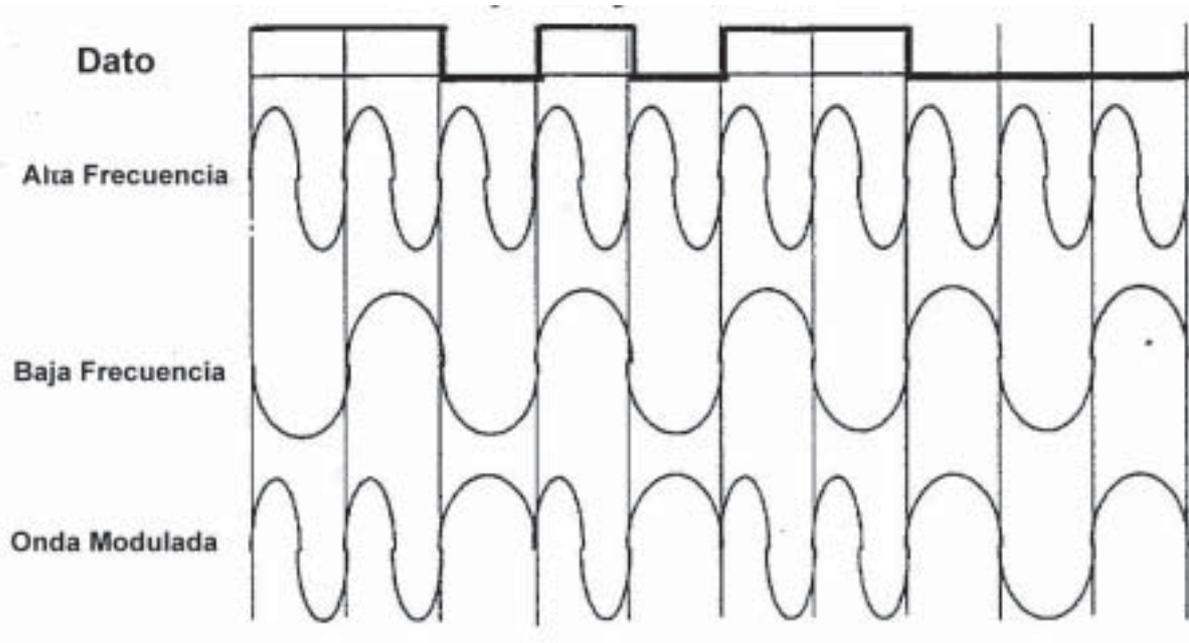
Modulación en Amplitud (ASK): Los ceros y unos (datos digitales) de la señal a transmitir modulan la onda sinusoidal (portadora), variando la amplitud de la misma, como se observa en la siguiente figura:



Modulación en Fase (PSK): Los datos son representados por una misma frecuencia, pero desfasada en  $\pi$ . Es un método de modulación simple de implementar, muy robusto, y es el utilizado para las señales satelitales del sistema GPS. Esta modulación tiene el inconveniente de que se producen saltos de fase de  $180^\circ$ , lo cual puede generar errores de detección en el receptor.



**Modulación en Frecuencia (FSK):** Los ceros y unos (datos digitales) son representados por dos frecuencias diferentes. Este tipo de modulación es sencilla y económica.



a)                      b)

Observemos que un inconveniente que tiene este método es el abrupto cambio de fase, como se puede observar en los puntos a) y b) de la figura. Estos cambios incrementan el ancho de banda utilizado, pudiendo interferir con los canales adyacentes, y generando, de este modo, posibles errores en los datos recibidos.

## Modulación MSK (Minimum Shift Keying):

Es un caso particular de la modulación en frecuencia FSK («Frequency Shift Keying») en el que se restringen los cambios de fase, logrando una fase continua. Este tipo de modulación es espectralmente eficiente, tiene buena respuesta ante errores y es fácil de generar.

Una señal MSK genérica se puede expresar como

$$S_{MSK}(t) = m_I(t) \cos\left(\frac{\pi t}{2T_b}\right) \cos(2\pi f_c t) + m_Q(t) \sin\left(\frac{\pi t}{2T_b}\right) \sin(2\pi f_c t)$$

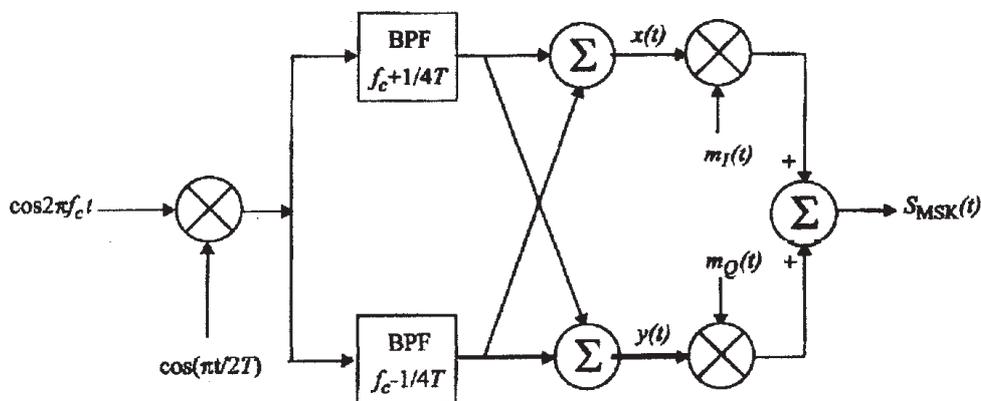
donde  $m_I(t)$  y  $m_Q(t)$  son los bits pares e impares de la cadena de datos bipolares que tienen valores de +1 o de -1, y que alimentan los bloques en fase y en cuadratura del modulador.  $T_b$  es el intervalo de tiempo de un bit y  $f_c$  la frecuencia de la portadora.

La forma de onda MSK se puede ver como un tipo especial de FSK de fase continua y, por tanto, la ecuación anterior se puede describir usando las propiedades trigonométricas como

$$S_{MSK} = \cos\left[2\pi f_c t - m_I(t)m_Q(t) \frac{\pi t}{2T_b} + \phi_k\right]$$

donde  $\phi_k$  es 0 o  $\pi$  dependiendo de si  $m_I(t)$  es 1 ó -1. De la ecuación anterior se puede deducir que MSK tiene amplitud constante. La continuidad de fase en los periodos de transición de bits se asegura escogiendo la frecuencia de la portadora como un múltiplo entero de un cuarto del bit rate.

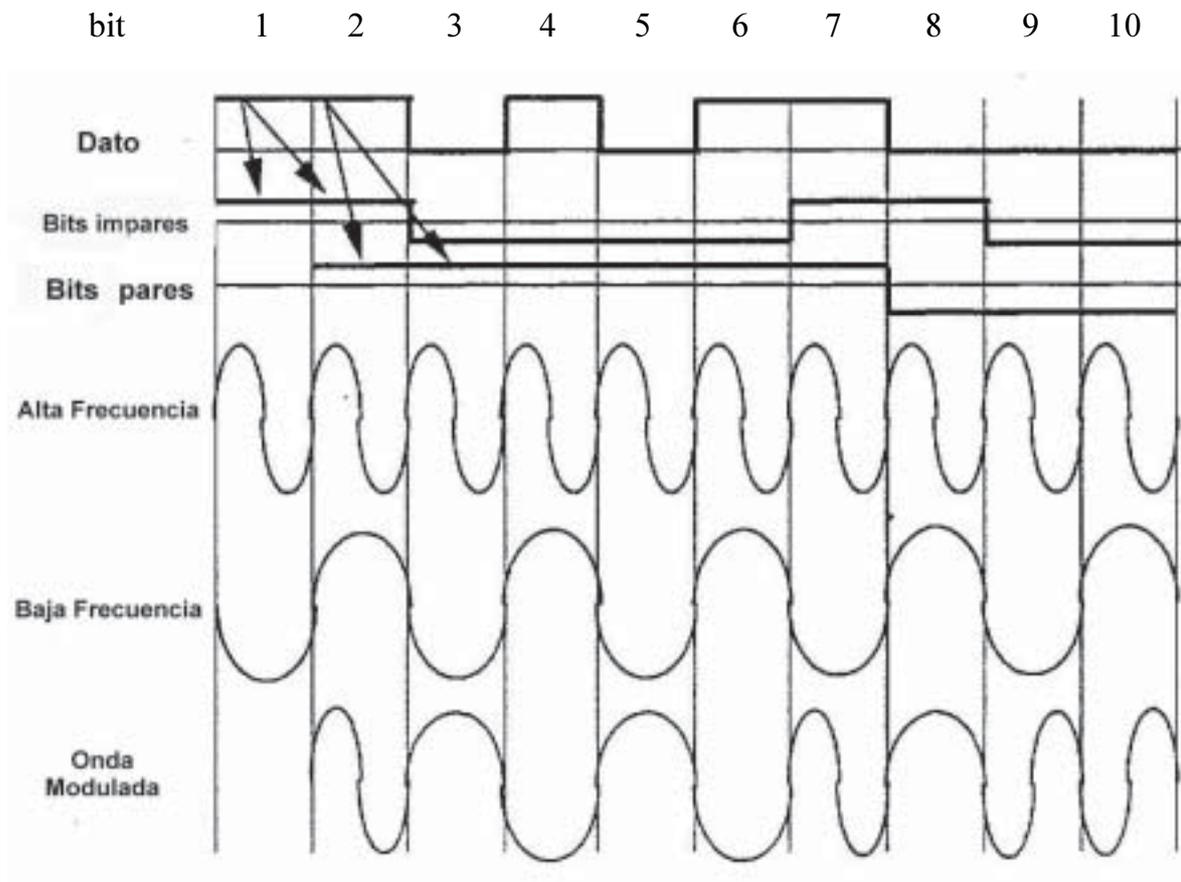
La Figura siguiente muestra un modulador típico MSK. Multiplicando una señal portadora por  $\cos[\pi/2 T]$  se producen dos señales coherentes en fase a las frecuencias  $f_c+1/4T$  y a  $f_c-1/4T$ . Estas dos señales FSK se separan usando dos filtros paso banda estrechos y se combinan apropiadamente para formar las dos señales en fase y en cuadratura  $x(t)$  y  $y(t)$  respectivamente. Estas portadoras se multiplican por las cadenas de bits impares y pares,  $m_I(t)$  y  $m_Q(t)$  para producir la señal modulada MSK  $S_{MSK}(t)$



Otra forma de generar una señal MSK es realizando el siguiente proceso de simulación. Las formas de onda de la figura están todas alineadas en fase.

Empezamos con una cadena de datos que modulará la portadora según el esquema MSK.

Supongamos una cadena de 10 bits de datos, que van a ser 1101011000; ahora vamos a dividir esta cadena de datos en dos señales: una formada por los bits pares y otra formada por los bits impares. Vamos a mantener el valor de cada una de estas dos señales durante dos instantes de tiempo.



Entrada Digital		Salida MSK	
Bit Impar	Bit Par	Frecuencia	Fase
1	1	Alta	0
-1	1	Baja	180°
1	-1	Baja	0
-1	-1	Alta	180°

Las dos siguientes formas de onda, que podemos ver en la figura, son las señales portadoras de frecuencia alta y baja, respectivamente. Dado que MSK es una forma de FSK, necesitamos dos versiones de nuestra portadora con dos frecuencias diferentes. Para crear la señal MSK debemos empezar con el bit número 2, y debemos fijarnos en la tabla de abajo. Para ese instante de tiempo, en el bit número 2, debemos fijarnos en el valor tanto de los bits impares como de los pares, y después hemos de mirar a la tabla y hacer lo que nos digan las reglas de decisión. La

señal de salida MSK será la que se nos indique teniendo en cuenta si la señal portadora, tanto de frecuencia alta como de baja, debe estar en fase o en contrafase. Así se obtiene la señal que se indica al final de la figura anterior, que es la señal MSK.

### Modulación GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying):

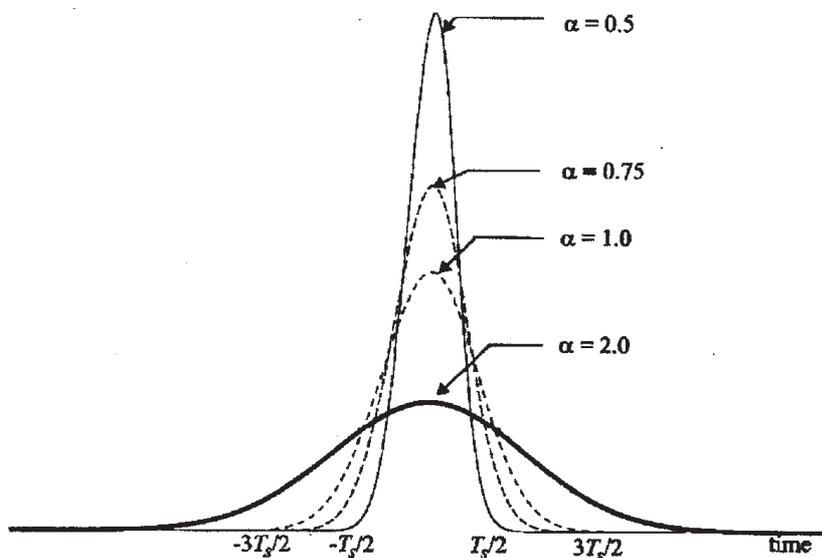
GMSK es un esquema de modulación binaria simple que se puede ver como derivado de MSK. En GMSK, los lóbulos laterales del espectro de una señal MSK se reducen, pasando los datos modulantes a través de un filtro Gaussiano de premodulación. El filtro gaussiano aplana la trayectoria de fase de la señal MSK y, por lo tanto, estabiliza las variaciones de la frecuencia instantánea a través del tiempo. Esto tiene el efecto de reducir considerablemente los niveles de los lóbulos laterales en el espectro transmitido.

El filtro Gaussiano de premodulación tiene una respuesta impulsiva dada por

$$h_G(t) = \frac{\sqrt{\pi}}{\alpha} \exp\left(-\frac{\pi^2}{\alpha^2} t^2\right)$$

Y su respuesta en frecuencia viene dada por:

$$H_G(f) = \exp(-\alpha^2 f^2)$$

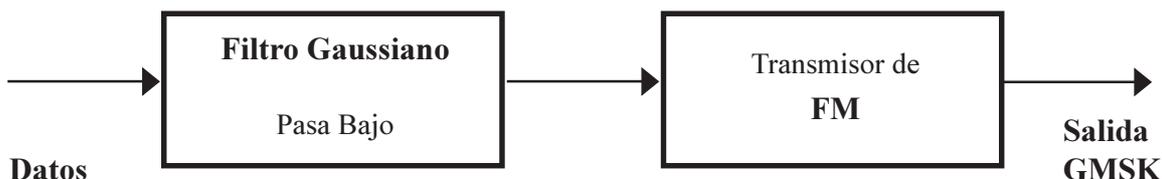


El parámetro  $\alpha$  está relacionado con el ancho de banda del filtro  $B$ , por la siguiente expresión:

$$\alpha = \frac{\sqrt{2 \ln 2}}{B}$$

Y el filtro GMSK se puede definir completamente por B y por la duración de un símbolo de banda base  $T_b$ . También se suele definir GMSK por su producto BT. Un valor muy utilizado para este producto es  $BT=0.5$ .

La manera más simple de generar una señal GMSK consiste en pasar una cadena de datos a través de un filtro gaussiano pasa bajo (deja pasar las bajas frecuencias) seguido de un modulador de FM. Esta técnica de modulación, que se muestra en la siguiente figura, se usa actualmente en una gran cantidad de aplicaciones, aunque la implementación por software que utiliza la simulación ya explicada para la generación de señales MSK es ligeramente diferente, ya que primero se genera la señal MSK, como se mostró en el apartado anterior, y luego se realiza el filtrado gaussiano.



La radio TRIMMARK IIe utiliza este método de modulación (GMSK). El mismo es particularmente útil en sistemas de radio móviles.

Resumiendo, se puede decir que la técnica de modulación GMSK presenta una gran eficiencia espectral, una muy buena eficiencia de potencia debido a la envolvente constante y una buena performance con respecto al BER (tasa de errores causados por la interferencia).

### Antenas

Las antenas están compuestas por uno o más conductores, que se pueden disponer en forma horizontal o vertical, y que tienen la particularidad de irradiar energía al espacio cuando por ella circula una corriente de radiofrecuencia.

Las antenas están vinculadas en un sistema de comunicaciones tanto a los equipos transmisores como a los receptores, existiendo una dualidad absoluta entre las mismas.

Una antena cuya longitud física coincida con un número entero de medias longitudes de onda de la señal a transmitir o recibir recibe el nombre de antena «resonante» y viceversa, se denomina antena «no resonante» a aquella que no cumple con dicha condición.

Se denomina diagrama de radiación a la representación gráfica de la distribución de la potencia radiada por la antena en cada dirección, en el plano horizontal o en un plano vertical.

Como se puede observar en la figura, el diagrama de radiación representa el lugar geométrico de los puntos con determinada potencia según las distintas direcciones.



En realidad todas las antenas irradian mejor en una dirección que en otras. Esta característica se llama «directividad».

Cuanto más directiva es una antena, tanto más concentra la radiación en una o varias direcciones.

Cuanto más concentrada está la radiación en una dirección, más grande será la intensidad de campo producida en esa dirección para la misma potencia irradiada. Por lo tanto, el empleo de una antena direccional produce el mismo resultado en la dirección favorecida que el incremento de potencia en el transmisor.

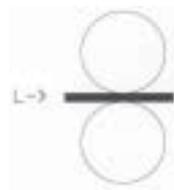
La ganancia de una antena es la relación entre la intensidad de radiación en una dirección determinada y la intensidad de potencia de una antena de referencia alimentada con la misma potencia. La antena de referencia teórica está constituida por la antena isotrópica que irradia de forma igual en todas direcciones. Está claro que no existe una antena como ésta en la práctica, pero existen, sin embargo, algunas antenas de referencia que sí son realizables, y cuya ganancia sobre la isotrópica es conocida o se puede calcular y medir, y nos sirven como antenas de referencia.

El dipolo de 1/2 onda es muy utilizado como antena de referencia. El mismo presenta una ganancia de 2.15 dBi; esta anotación, dBi, significa que son decibels sobre isotrópica. En estos casos, en que la antena de referencia es un dipolo simple (como lo hacen muchos fabricantes), el término de ganancia suele expresarse por el término dBd.

La ganancia de una antena siempre esta dada para la dirección de máxima radiación del lóbulo principal.

A continuación se muestran algunos ejemplos de diagramas de irradiación para diversas longitudes de antenas relativas a la longitud de onda de la señal a transmitir o recepcionar:

a) Antenas cuya longitud (L) es mucho menor a  $\lambda/2$

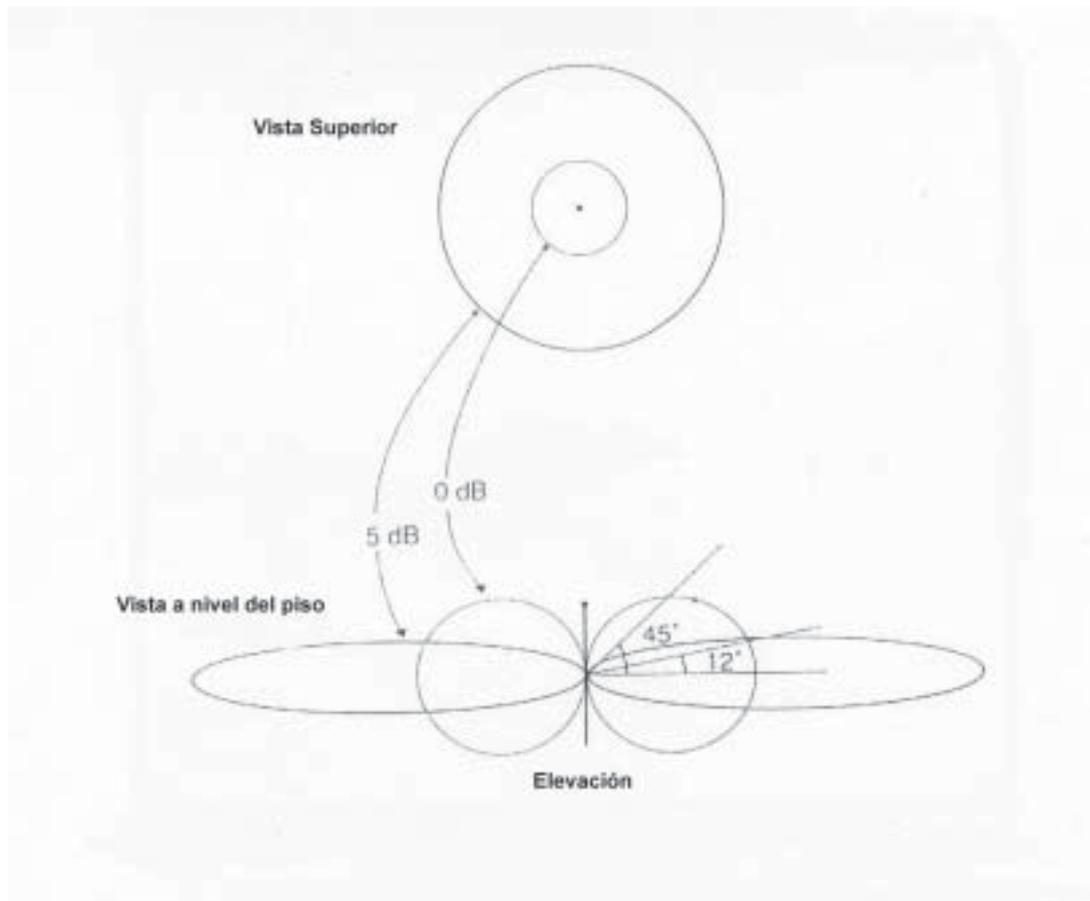


Como se puede observar en la figura, cuando la dimensión de la antena es muy pequeña comparada con la longitud de onda, se comporta como una antena omnidireccional; o sea, que irradia la misma intensidad de campo en todas las direcciones comprendidas en el plano transversal al dipolo.

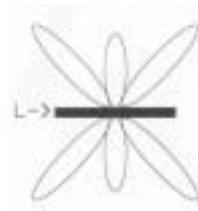
b) Antenas cuya longitud (L) es igual a  $\lambda/2$



A medida que crece la longitud de la antena relativa a  $\lambda$  los lóbulos principales se alargan y, como se puede observar en la figura siguiente, una antena con una ganancia de 5 dB irradia mayor energía que una de 0 dB hasta un ángulo de elevación de  $\pm 12^\circ$  siendo ésta última la que irradia una energía mayor a partir de dicho ángulo.



c) Antenas cuya longitud ( $L$ ) es mayor a  $\lambda/2$

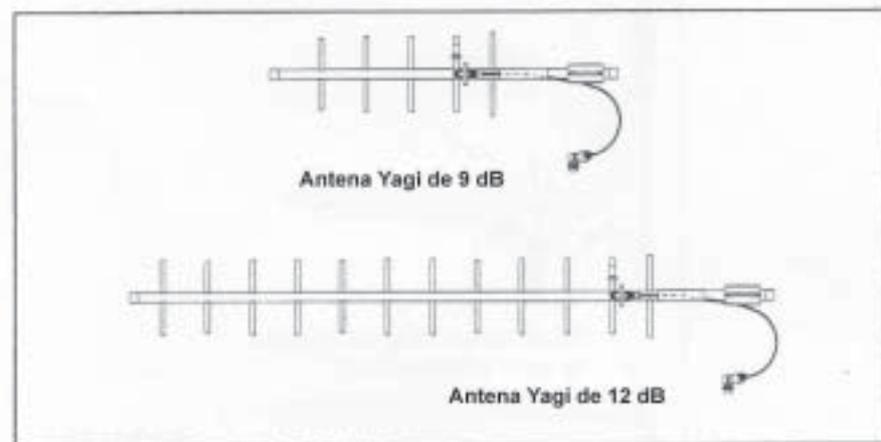


A medida que crece la longitud de la antena, referida siempre a la longitud de onda, los lóbulos principales se alargan y se acuestan hacia la antena, apareciendo lóbulos secundarios de mucha menor magnitud. Esto nos indica que a medida que aumenta su longitud la antena se hace más directiva.

Existen otros métodos para modificar la directividad de las antenas, como por ejemplo, el de agregar dipolos de media longitud de onda en paralelo y a una semidistancia del dipolo activo. En este caso se produce una corriente considerable en el elemento parásito ejerciendo, de esa manera, un efecto apreciable sobre el diagrama de radiación.

Este tipo de antenas formadas por el conjunto de un dipolo activo y otro parásito recibe el nombre de antena «YAGI». El elemento parásito ubicado por detrás del elemento activo se llama reflector, y el elemento ubicado delante el dipolo activo se llama director. Muy pocas veces se instalan más de un reflector pero sí varios directores.

Se pueden modificar las características de ganancia y directividad de una antena de este tipo modificando la longitud de los elementos parásitos y la separación entre ellos.



Antena Direccional

Otra forma de aumentar la directividad de una antena en muy altas frecuencias es colocar detrás del dipolo una pantalla que actúa como reflectora de las ondas emitidas.

De lo expuesto se deduce que las antenas utilizadas para transmitir y recibir ondas UHF son generalmente dipolos con dimensiones de media o un cuarto de longitud de onda (para una frecuencia de 300 MHz el monopolo será de 25 cm.). Si se necesita utilizar antenas más directivas, se le pueden agregar elementos parásitos o reflectores que envíen la onda en determinado sentido.

Por otro lado, se recuerda que el rendimiento de estas antenas mejora cuanto más elevadas estén y cuanto más despejado de obstáculos se encuentre el medio circundante.

**Canal:** En todo sistema de comunicación las señales que contienen información, y que deben ser transmitidas de un punto a otro, deberán viajar por el medio que separe el transmisor del receptor. El canal de transmisión o medio es el enlace eléctrico entre el transmisor y el receptor, es decir, el puente de unión entre la fuente y el destino. Puede ser un par de alambres, un cable coaxial, un rayo láser o, como en este caso, el aire. Pero sin importar el tipo, todos los medios de transmisión eléctricos se caracterizan por la *atenuación*, es decir, la disminución progresiva de la potencia de la señal conforme aumenta la distancia. La magnitud de la atenuación puede ser pequeña o muy grande. Generalmente es grande y, por lo tanto, hay que tenerla en cuenta. Esta magnitud estará afectada por la distancia, frecuencia, altura de las antenas y conductividad del suelo considerado, y en la parte inferior de la banda de «frecuencias muy elevadas» cuando la antena es baja y la conductividad del terreno alta por la polarización. Para distancias extremas, particularmente detrás del horizonte, las condiciones meteorológicas son de primera importancia.

## Algunas consideraciones sobre la propagación de las Ondas VHF y UHF

Las transmisiones de imágenes, datos a gran velocidad, etc., requieren un ancho de banda de considerable tamaño, por lo que se recurre, para este tipo de información, a la modulación sobre portadoras de frecuencias muy altas y ultra altas (100 Mhz.- 1 Ghz.). Lo mismo ocurre si se necesitan utilizar muchos canales para asegurar una buena comunicación.

Estas ondas tienen un comportamiento que posee gran afinidad con el de la luz, o sea que se propagan por rayo directo en el espacio. Estas ondas son detenidas o reflejadas por obstáculos tales como construcciones, árboles o espejos de agua, debido a que la longitud de onda es pequeña comparada con estos elementos. Cuando los mismos se comportan como espejos para la onda, se generan ondas reflejadas que recorren distintos caminos. Este efecto se denomina multicamino y puede ser una causa del desvanecimiento de la señal.

Este modo de propagación, además de limitar el alcance de la comunicación, obliga a captar las ondas en el sitio más despejado de obstáculos posible.

También se puede decir que estas ondas mantienen una buena calidad de recepción casi en el límite de su alcance, característica que las diferencian bien de las frecuencias bajas y medias.

### Contaminaciones de la señal

Durante la transmisión de la señal ocurren ciertos efectos no deseados. Uno de ellos es la atenuación, la cual reduce la intensidad de la señal; sin embargo, son más serios la distorsión, la interferencia y el ruido, los cuales se manifiestan como alteración de la forma de la señal. En términos generales, cualquier perturbación no intencional de la señal se puede clasificar como «ruido», y algunas veces es difícil distinguir las causas que originan una señal contaminada.

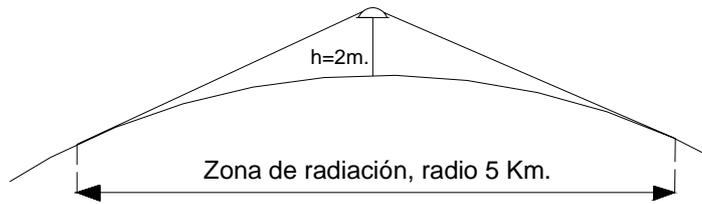
- *Distorsión:* Es la alteración de la señal debida a la respuesta imperfecta del sistema a ella misma. A diferencia del ruido y la interferencia, la distorsión desaparece cuando la señal deja de aplicarse.
- *Interferencia:* Es la contaminación por señales extrañas, generalmente artificiales y de forma similar a la de la señal. El problema es particularmente común en emisiones de radio, donde pueden ser captadas dos o más señales simultáneamente por el receptor. Este problema se puede presentar cuando se utiliza un equipo con RTK.
- *Ruido:* Por ruido debe entenderse a las señales aleatorias e impredecibles de tipo eléctrico originadas en forma natural, dentro o fuera del sistema. Cuando estas variaciones se agregan a la señal portadora de la información, ésta puede quedar en gran parte oculta o eliminada totalmente. El ruido es uno de los problemas básicos de la comunicación eléctrica.

### Zonas de recepción en onda directa

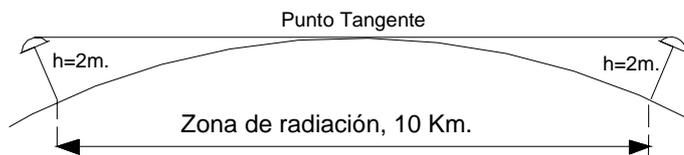
De modo general, si se llama H a la altura de la antena emisora y h a la altura de la antena receptora, el alcance de la antena al punto en el que la radiación es tangente a la tierra es:

$$\text{Alcance} = 4,1 \text{ km.} \times (\llcorner H \text{ (m)} + \llcorner h \text{ (m)})$$

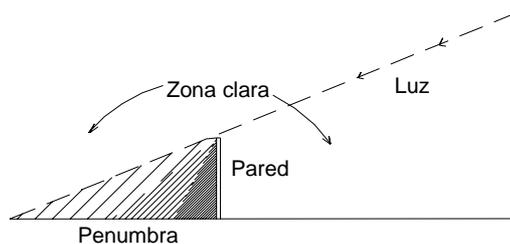
Si se tiene, por ejemplo, una altura de antena de emisor de 2 metros y de receptor de 0 m, el alcance máximo será de aproximadamente 5 Km.



Sin embargo, se puede obtener una recepción correcta más allá de esa distancia si se ubica la antena de recepción también a una altura en el orden de los dos metros, por lo que evidentemente el alcance se duplica a 10 Km.



Por otra parte, existe una zona de penumbra en la que es posible la recepción en condiciones satisfactorias. Un obstáculo elevado y más cercano puede comprometer toda recepción, incluso en una zona de radio inferior a  $d$ . También pueden producir «sombras» las lomas, aún las bajas.



### Potencia en función de la distancia

Aumentando la potencia transmitida (empleando un transmisor potente o utilizando una antena más directiva) se aumentará el alcance. Sin embargo, la intensidad de campo es inversamente proporcional a la distancia, por ello, al aumentar cuatro veces la potencia transmitida (dos veces la intensidad de campo), doblamos el alcance. Pero hay que tener también en cuenta los

efectos de interferencia producidos por la presencia del suelo; así, por ejemplo para suelos llanos, la intensidad de campo varía a razón inversa del cuadrado de la distancia. En estas condiciones se necesita aumentar 16 veces la potencia para doblar la distancia. Cabe destacar que el aumento de potencia de transmisión trae aparejados problemas del tipo constructivos, ruidos en la señal, etc., razón por la cual no siempre puede recurrirse a un gran aumento de potencia por un aumento de alcance.

Lo dicho se puede demostrar y ver fácilmente en el ejemplo práctico con equipos reales.

<b>Equipo</b>	<b>Potencia (Watts)</b>	<b>Alcance (Km)</b>	<b>Altura de antena (m.)</b>
Handy Motorola	0.5	1	1.5
Handy común de mercado	5	3	1.5
Radio para tareas RTK	25	15	3
FM de la ciudad de La Plata	1500	30	70

También es justo decir que, si bien el alcance no aumenta en proporción directa a la potencia de transmisión, una potencia elevada contribuye a lograr una comunicación mucho más estable. Tal es el caso de las radios FM, que con una potencia de transmisión de 1500 KW (máximo legal) se puede tener buena recepción hasta dentro de construcciones. Estas potencias no se utilizan en equipos RTK por razones lógicas:

- Consumo.
- Dimensiones de los equipos.
- Costo de los mismos.

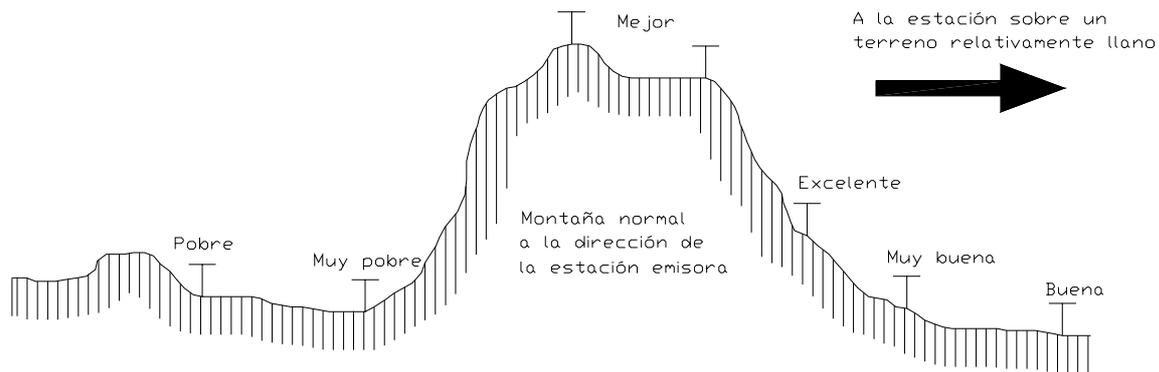
## **Reglas de ubicación**

Para cubrir en forma omnidireccional un área dada, lo más aconsejable es elegir el punto de mejor vista; la cumbre de la colina más alta sería un punto ideal. Para recibir o transmitir desde un punto lejano, el frente de una colina puede ser tan bueno, o mejor que la cumbre de la misma. Si la colina tiene una fuerte pendiente en dirección a la otra estación, pero su cumbre es débilmente redondeada, el frente proporcionará mejor servicio con independencia del tipo de antena empleado.

Se deben evitar áreas bajas en las que el terreno empieza a elevarse lentamente y se encuentra cortado en el lugar de la antena.

Si las limitaciones de altura de los mástiles de antena imposibilitan elevarla por encima de los objetos de los alrededores, árboles o edificios, es mejor colocarla en lugar despejado aunque se aumente un poco el camino de la onda.

Para comunicaciones entre islas o sobre el agua salada, el aumento de la altura es poco beneficioso con polarización vertical. Si el lugar es bajo, es conveniente utilizar polarización vertical y la menor frecuencia posible, colocando la antena tan cerca del agua como se pueda.



*Ilustración de diferentes posiciones para trabajar entre dos puntos con ondas UHF y VHF.*

**Radiomódem receptor:** en el mismo se realiza el proceso inverso al realizado en el radiomódem transmisor, es decir, la demodulación de la señal. Así se obtienen los datos, los cuales son enviados finalmente a través de una interface RS232 a la controladora del equipo móvil («destino» de la comunicación) en la que se visualizan los resultados.

### Consideraciones prácticas generales

- Aún sin obstrucciones, la señal sufre una atenuación, según la ley inversa del cuadrado de la distancia. En zonas sin obstrucciones o llanas se puede lograr un alcance del orden de los 20 Km.
- Dado que la comunicación en estas frecuencias es por rayo directo, la señal puede ser reflejada o bloqueada por edificios, árboles u otros objetos. Los reflectores más comunes son las estructuras hechas por el hombre.
- También la señal puede ser difractada sobre o alrededor de crestas montañosas, las cuales obstruyen la señal.
- Pueden viajar distancias más largas de lo normal a causa de condiciones anómalas de la atmósfera.
- El receptor puede recibir, además del rayo directo, otras ondas reflejadas en el suelo u otros obstáculos produciendo interferencia entre ellas. Si las ondas llegan con diferencia de fase, pueden tener un efecto destructivo de la señal. Este tipo de desvanecimiento, llamado efecto multipath, es el más importante en aplicaciones móviles, cuando el radio módem receptor esta variando continuamente su posición.
- La mejor manera de mitigar el multipath es usar antenas altamente direccionales en ambos extremos del enlace o directamente evitar obstáculos que generen multipath.
- Puede haber interferencias debido a otros usuarios del espectro de radio cerca de la frecuencia de conexión. Esto puede provocar desenganches a causa del bloqueo de la señal.
- También el enlace puede no funcionar adecuadamente si el receptor móvil está tan cerca de la estación base que su conexión experimenta carga excesiva (saturación).

- Si un tendido de cables de alta tensión posee fugas de campos electromagnéticos con frecuencias coincidentes con la de la transmisión, pueden llegar a existir interferencias si se coloca el receptor debajo de la torre, no así si se tiene los cables con tensión entre los receptores.
- Si bien la potencia del emisor, directividad de la antena y sensibilidad del receptor tienen un efecto considerable sobre la seguridad de la comunicación, la elevación de la antena (tanto del emisor como del receptor) tiene un efecto mucho mayor.
- La relación señal-ruido puede ser mejorada con una buena instalación de la antena.
- Las antenas de elementos parásitos son universalmente empleadas.

La propagación de radio es raramente predecible 100 %, y uno nunca debe dudar experimentar. Es muy útil sin embargo, estar equipado con conocimiento para saber que técnicas utilizar, y cuando hay una pequeña probabilidad de falla.



# **ANEXO 3**

## **PROCESAMIENTO DE VECTORES GPS**



A continuación se describirán brevemente los indicadores estadísticos del procesamiento con los programas GPSurvey y GPPS.

## **Indicadores Estadísticos del procesamiento**

### ***Razón en GPSurvey***

Es la relación entre los errores de las determinaciones de ambigüedades. Este número indica cuán bien han resultado determinadas las ambigüedades. Cuando el programa calcula una solución fija, lo hace sobre un cierto número de candidatos posibles, con diferentes combinaciones de los mismos. El procesador produce todas las combinaciones posibles y calcula la razón entre las varianzas de las dos mejores soluciones fijas. Cuando la razón es alta significa que hay una gran diferencia entre estos valores, lo que es preferible. En el caso que este cociente de por ejemplo 10, quiere decir que la ambigüedad adoptada es 10 veces mejor que la anterior opción.

La configuración por defecto del programa requiere que éste cociente sea mayor a 1,5 para que la solución sea considerada como fija. Si este número es del orden de 1-2, sería dudosa la adopción de un valor de ambigüedad. Cuando se dispone de suficiente redundancia se pueden detectar malas soluciones comparando distintas soluciones de un mismo vector.

En el caso de razones bajas (2) o muy altas (50), es necesario observar que el valor de la varianza de referencia del vector se encuentre dentro de los valores aceptables. También nos puede ayudar en este aspecto la redundancia del vector o la red. Lo ideal para las soluciones es encontrar razones altas y varianzas de referencia bajas.

**Sin embargo este indicador tiene el problema de surgir de una división de valores cuadráticos lo que implica que pequeñas variaciones en uno u otro valor pueden generar grandes cambios en el resultado final. Además se puede dar que la segunda mejor solución sea igualmente buena que la adoptada. De esto se desprenden razones de 4 o de 40 para soluciones de similar precisión.**

Como conclusión, se puede decir que no hay que darle demasiada importancia a este indicador mientras esté por encima de 1,5 y la varianza de referencia se encuentre dentro de valores aceptables.

En este trabajo se trabajó mayoritariamente con razones por encima de 10 con un valor promedio de 24,4.

### **Razón en GPPS**

En el caso del GPPS, la razón indica un porcentaje de confiabilidad en la determinación de las ambigüedades, basado en el mismo concepto que el GPSurvey. Si la razón es 100%, el resultado es muy confiable. A medida de que este porcentaje va decreciendo, también lo hace la confiabilidad de la solución. Todos los vectores procesados con GPPS arrojaron razones de 100%.

### **Varianza de Referencia (GPSurvey)**

La varianza de referencia es un parámetro que indica lo bien que se ajustan los datos observados en la solución calculada. La varianza de referencia carece de unidades aplicada a este programa. A este indicador se le llama también factor de varianza o varianza de peso unitario.

Para calcular la varianza de referencia, el procesador realiza supuestos acerca de la precisión esperada para cada tipo de medición, ya sea de fase de portadora o de código. Luego compara la varianza de la solución con la estimación prevista para el observable y obtiene la varianza de referencia.

En un caso ideal, la varianza de referencia sería igual a 1, pero en la práctica es normal encontrarse con soluciones aceptables con varianzas de referencia entre 2 y 10 para líneas base estáticas con receptores monofrecuencia. Por otro lado, con datos bifrecuencia estáticos en líneas de longitud corta y media se pueden ver valores desde unas décimas hasta 1 o 2.

Si la varianza de referencia es mucho mayor que 1, podría haber un problema con la solución proveniente de varias causas posibles:

- datos ruidosos causados por obstrucciones parciales (por ejemplo, árboles) y por datos de satélites cercanos al horizonte
- efecto multipath significativo
- errores sistemáticos sin modelar, como ocurre a menudo con líneas base solo L1 más largas, en las que los efectos ionosféricos causan problemas
- selección incorrecta de solución de ambigüedades.

### **Error medio cuadrático (ó RMS)**

Es aquel cuyo cuadrado es igual al promedio de los cuadrados de los desvíos aparentes. Es el estimador más usual de la precisión de una observación. Da una medida estadística de la dispersión de las posiciones calculadas en torno a la posición mejor ajustada. A menor RMS mayor precisión.

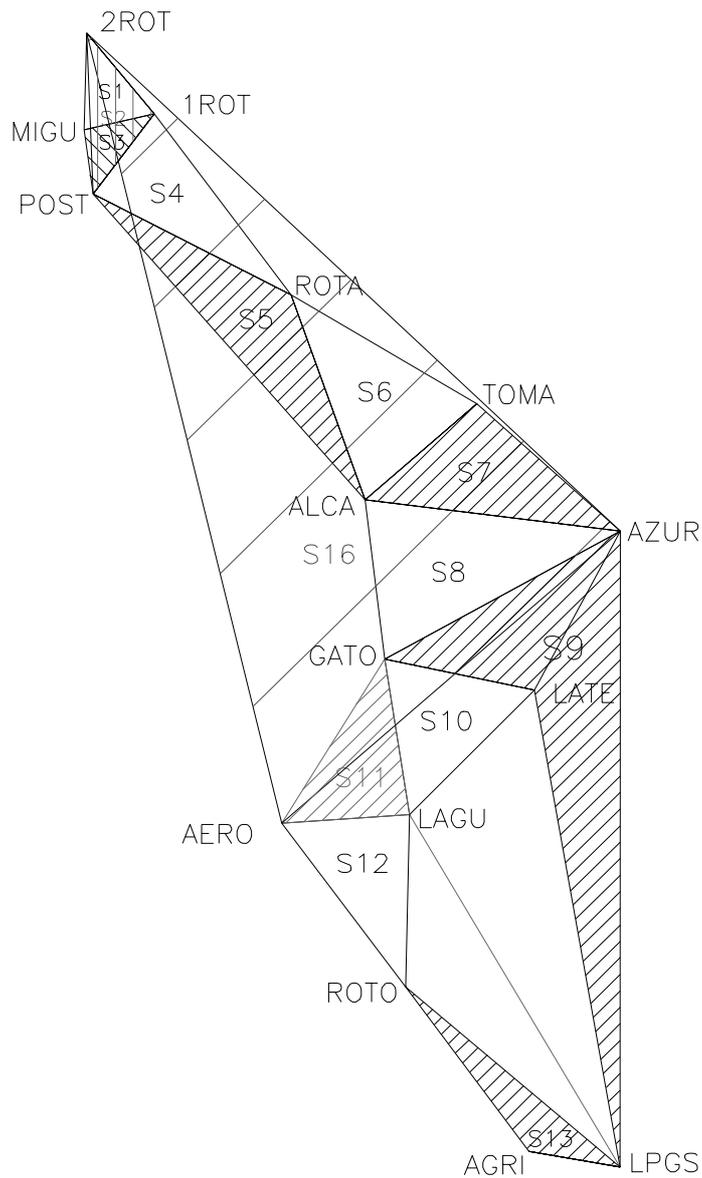
Como detalle saliente de este indicador se puede decir que los RMS obtenidos con el GPSurvey son 10 veces menores a los obtenidos con GPPS, aunque ambos representan lo mismo. Esta diferencia tampoco se justifica por la calidad de la solución con GPPS, ya que, de la comparación de resultados en el anexo correspondiente, surge que las coordenadas obtenidas con ambos programas son muy próximas entre sí.

### **Matriz de Varianza – Covarianza**

Está formada por estimadores estadísticos que muestran los errores del vector. La diagonal principal de la matriz está formada por los cuadrados de los errores medios minimizados por el ajuste con el que salen los valores compensados de las incógnitas. Los elementos fuera de la diagonal son las covarianzas, que son la influencia estocástica de una de las incógnitas sobre la otra y sus respectivos errores.

Los elementos de la matriz varianza-covarianza deben tener la magnitud más pequeña posible, con lo que la dispersión será menor, lo que implica una mayor precisión.

Al incluirse el punto LPGS a las sesiones de medición quedó conformada la siguiente red de procesamiento.



Los reportes de procesamiento que se tienen a continuación corresponden al procesamiento con GPSurvey de la red descrita más el procesamiento del levantamiento realizado en el hipódromo.

Los resultados del procesamiento con el programa GPPS se pueden ver resumidos en la comparación hecha en este anexo.

Red Estática				Día	Hora Inicio	Hora Final	
Sesión 1	2ROT 1.44	1ROT 1.55	MIGU 1.465		29-Mar	09:29	10:42
Sesión 2	2ROT 1.44	1ROT 1.55	POST 1.292		29-Mar	11:02	12:17
Sesión 3	MIGU 1.38	1ROT 1.55	POST 1.292		29-Mar	12:50	14:05
Sesión 4	ROT 1.142	1ROT 1.55	POST 1.292		29-Mar	14:31	15:46
Sesión 5	ROT 1.065	ALCA 1.54	POST 1.285		30-Mar	08:57	10:09
Sesión 6	ROT 1.065	ALCA 1.54	TOMA 1.326		30-Mar	10:42	11:57
Sesión 7	AZUR 0.968	ALCA 1.54	TOMA 1.326		30-Mar	12:23	13:38
Sesión 8	AZUR 0.968	ALCA 1.54	GATO 1.324		30-Mar	14:01	15:16
Sesión 9	AZUR 1.176	LATE 1.345	GATO 1.46	LPGS 0.046	29-Mar	18:21	19:36
Sesión 10	LAGU 0.326	LATE 1.345	GATO 1.46		29-Mar	16:40	17:55
Sesión 11	LAGU 0.674	AERO 1.37	GATO 1.47	LPGS 0.046	30-Mar	15:52	17:07
Sesión 12	LAGU 0.674	AERO 1.37	ROTO 1.52		30-Mar	17:23	18:38
Sesión 13	AGRI 1.166	ROTO 1.52	LPGS 0.046		30-Mar	19:03	20:18
Sesión 14	AGRI 1.26	HIP1 1.40	HIP2 1.322		31-Mar	11:21	12:01
Sesión 15	AGRI 1.26	HIP3 1.15	HIP4 1.40		31-Mar	12:16	13:00
Sesión 16	2ROT 1.60	AZUR 1.18	ROTO 2.02		15-Sep	08:25	10:21

**Nota:** El indicador Position Quality que acompaña a cada punto de referencia de un vector indica la precisión de las coordenadas de un punto. Éste no tiene influencia alguna en el procesamiento de un vector, pero sí en la elección que hace el programa de la estación de referencia de una sesión de procesamiento. Puede tomar los siguientes valores:

*Posicionamiento de punto:* corresponde a la solución de código previa al procesamiento de un vector. Es la menor calidad para un punto.

*Solución de base fija:* la calidad del punto corresponde a la solución con ambigüedades fijas de un vector.

*Ajuste de red:* se aplica a puntos que fueron incluidos en un proceso de ajuste de red. Cuando un punto se incluye en un ajuste de red, la base de datos del programa asigna automáticamente esta calidad para dicho punto.

*Punto fijo de control:* se utiliza para puntos cuyas coordenadas son consideradas conocidas e inamovibles. Es la máxima calidad que se le puede atribuir a un punto.

```

Project Name:                      Trabajo Final
Processed:                          Saturday, 21 de September de 2002 17:48
Solution Output File (SSF):        00000084.SSF

From Station:                      1ROT
Data file:                        49160882.DAT
Antenna Height (meters):          1.612 True Vertical      1.550 Uncorrected
Position Quality:                 Network Adjustment

WGS 84 Position:                  34° 48' 17.555359" E          X
2779474.923
                                   57° 59' 04.359684" S          Y  -
4445420.865
                                   18.877
                                   Z          -
3620124.584

To Station:                        MIGU
Data file:                        11840882.DAT
Antenna Height (meters):          1.442 True Vertical      1.380 Uncorrected

WGS 84 Position:                  34° 48' 22.805614" E          X
2778798.764
                                   57° 59' 33.460043" S          Y  -
4445734.626
                                   18.849
                                   Z          -
3620257.414

Start Time:                       29/03/02 15:49:45.00 GPS      (1159 488985.00)
Stop Time:                        29/03/02 17:04:45.00 GPS      (1159 493485.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:15:00.00      15.00

Solution Type:                    L1 fixed double difference
Solution Acceptability:           Passed ratio test

Ephemeris:                       Broadcast
Met Data:                         Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 757.153      0.000335

                                   Backward
                                   Normal Section Azimuth: 257° 39' 33.699695"      77° 39'
                                   Vertical Angle: -0° 00' 19.815263"      -0° 00'
                                   04.648858"

Baseline Components (meters):     dx      -676.159      dy      -313.761      dz
-132.830
Standard Deviations (meters):    0.000491      0.000657

-0.073
0.000803
                                   dn      -161.821      de      -739.658      du
                                   0.000454      0.000309
                                   dh

-0.028
0.000803

Aposteriori Covariance Matrix:    2.413530E-007
                                   -2.218392E-007      4.313689E-007
                                   -7.140870E-008      1.652203E-007
2.745735E-007

Variance Ratio      Cutoff:      17.6      1.5
Reference Variance: 2.362

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase      1913/1
0.005

```

```

Project Name:                      Trabajo Final
Processed:                          Saturday, 21 de September de 2002  17:48
Solution Output File (SSF):        00000076.SSF

From Station:                      1ROT
Data file:                         49160881.DAT
Antenna Height (meters):          1.612  True Vertical          1.550  Uncorrected
Position Quality:                 Network Adjustment

WGS 84 Position:                  34° 48' 17.555278" E                X
2779474.928                        57° 59' 04.359809" S                Y  -
4445420.880                        18.895                              Z  -
3620124.592

To Station:                        POST
Data file:                         51830881.DAT
Antenna Height (meters):          1.353  True Vertical          1.292  Uncorrected

WGS 84 Position:                  34° 48' 45.074118" E                X
2778666.935                        57° 59' 29.929885" S                Y  -
4445354.440                        18.202                              Z  -
3620820.473

Start Time:                        29/03/02 14:02:45.00 GPS          (1159 482565.00)
Stop Time:                         29/03/02 15:17:00.00 GPS          (1159 487020.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:14:15.00          15.00

Solution Type:                     L1 fixed double difference
Solution Acceptability:            Passed ratio test

Ephemeris:                         Broadcast
Met Data:                          Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 1068.419          0.000540

                                Forward
Backward
Normal Section Azimuth:           217° 27' 50.311478"          37° 28'
04.907805"
Vertical Angle:                   -0° 02' 31.065358"          0° 01'
56.452421"

Baseline Components (meters):      dx      -807.993      dy      66.440      dz
-695.881
Standard Deviations (meters):      0.000748          0.001009
0.000898

                                dn      -848.042      de      -649.879      du
-0.782
                                0.000581          0.000419
0.001368
                                dh
-0.693
0.001368

Aposteriori Covariance Matrix:
                                5.601506E-007
                                -5.709156E-007          1.019045E-006
                                -3.854308E-007          5.928010E-007
8.055746E-007

Variance Ratio      Cutoff:          34.0          1.5
Reference Variance: 4.948

Observable      Count/Rejected      RMS:          L1 phase          2123/2
0.008

```

```

Project Name:                    Trabajo Final
Processed:                      Saturday, 21 de September de 2002 17:48
Solution Output File (SSF):     00000092.SSF

From Station:                   1ROT
Data file:                     49160882.DAT
Antenna Height (meters):       1.612 True Vertical      1.550 Uncorrected
Position Quality:              Network Adjustment

WGS 84 Position:               34° 48' 17.555359" E      X
2779474.923                    57° 59' 04.359684" S      Y -
4445420.865                    18.877                    Z -
3620124.584

To Station:                    POST
Data file:                     51830882.DAT
Antenna Height (meters):       1.353 True Vertical      1.292 Uncorrected

WGS 84 Position:               34° 48' 45.074136" E      X
2778666.932                    57° 59' 29.929717" S      Y -
4445354.427                    18.187                    Z -
3620820.465

Start Time:                    29/03/02 15:49:45.00 GPS   (1159 488985.00)
Stop Time:                     29/03/02 17:05:00.00 GPS   (1159 493500.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:15:15.00      15.00

Solution Type:                 L1 fixed double difference
Solution Acceptability:       Passed ratio test

Ephemeris:                    Broadcast
Met Data:                     Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 1068.416      0.000491

                                Forward
Backward
Normal Section Azimuth:       217° 27' 50.380781"      37° 28'
04.977085"
Vertical Angle:               -0° 02' 30.652629"      0° 01'
56.039764"

Baseline Components (meters):  dx      -807.991      dy      66.438      dz
-695.881
Standard Deviations (meters): 0.000551      0.000739
0.000586

                                dn      -848.040      de      -649.878      du
-0.780
                                0.000507      0.000346
0.000904

                                dh
-0.691
0.000904

Aposteriori Covariance Matrix: 3.039999E-007
                                -2.802204E-007      5.454046E-007
3.435941E-007      -9.143175E-008      2.104521E-007

Variance Ratio      Cutoff:    13.6      1.5
Reference Variance: 2.981

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase      1925/1
0.006

```

```

Project Name:                    Trabajo Final
Processed:                       Saturday, 21 de September de 2002 17:48
Solution Output File (SSF):      00000096.SSF

From Station:                    1ROT
Data file:                       49160883.DAT
Antenna Height (meters):         1.612 True Vertical          1.550 Uncorrected
Position Quality:                 Network Adjustment

WGS 84 Position:                 34° 48' 17.555359" E                X
2779474.923                       57° 59' 04.359684" S                Y -
4445420.865                       18.877                              Z -
3620124.584

To Station:                       POST
Data file:                       51830883.DAT
Antenna Height (meters):         1.353 True Vertical          1.292 Uncorrected

WGS 84 Position:                 34° 48' 45.074154" E                X
2778666.929                       57° 59' 29.929740" S                Y -
4445354.423                       18.181                              Z -
3620820.462

Start Time:                       29/03/02 17:31:15.00 GPS          (1159 495075.00)
Stop Time:                       29/03/02 18:46:00.00 GPS          (1159 499560.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:14:45.00          15.00

Solution Type:                    L1 fixed double difference
Solution Acceptability:           Passed ratio test

Ephemeris:                       Broadcast
Met Data:                         Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 1068.417          0.000530

                                Forward
Backward
Normal Section Azimuth:          217° 27' 50.403202"          37° 28'
04.999518"
Vertical Angle:                  -0° 02' 31.655847"          0° 01'
57.042956"

Baseline Components (meters):     dx      -807.994      dy      66.442      dz
-695.878
Standard Deviations (meters):    0.000742          0.000822
0.000860

                                dn      -848.041      de      -649.878      du
-0.786
                                0.000611          0.000472
0.001170

                                dh
-0.696
0.001170

Aposteriori Covariance Matrix:    5.500458E-007
-4.031336E-007          6.750099E-007
-3.654944E-007          3.400721E-007
7.390928E-007

Variance Ratio      Cutoff:          24.6          1.5
Reference Variance: 3.413

Observable      Count/Rejected      RMS:          L1 phase          1473/0
0.007

```

```

Project Name:                    Trabajo Final
Processed:                      Saturday, 21 de September de 2002 17:48
Solution Output File (SSF):     00000104.SSF

From Station:                   1ROT
Data file:                      49160883.DAT
Antenna Height (meters):       1.612 True Vertical      1.550 Uncorrected
Position Quality:              Network Adjustment

WGS 84 Position:               34° 48' 17.555359" E                X
2779474.923                    57° 59' 04.359684" S                Y -
4445420.865                    18.877                             Z -
3620124.584

To Station:                     ROTA
Data file:                      11840883.DAT
Antenna Height (meters):       1.203 True Vertical      1.142 Uncorrected

WGS 84 Position:               34° 49' 20.795089" E                X
2780086.075                    57° 58' 08.615194" S                Y -
4443726.223                    18.733                             Z -
3621724.487

Start Time:                    29/03/02 17:31:30.00 GPS      (1159 495090.00)
Stop Time:                     29/03/02 18:46:30.00 GPS      (1159 499590.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:15:00.00      15.00

Solution Type:                  L1 fixed double difference
Solution Acceptability:        Passed ratio test

Ephemeris:                     Broadcast
Met Data:                      Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 2409.358      0.000769

                                Forward
Backward
Normal Section Azimuth:        143° 59' 15.049259"      323° 58'
43.224220"
Vertical Angle:                -0° 00' 51.428489"      -0° 00'
26.634623"

Baseline Components (meters):   dx      611.152      dy      1694.642      dz      -
1599.902
Standard Deviations (meters):  0.000956      0.001059
0.001106

                                dn      -1948.903      de      1416.610      du
-0.601
                                0.000787      0.000609
0.001506
                                dh
-0.145
0.001506

Aposteriori Covariance Matrix:  9.135074E-007
-6.689336E-007      1.120924E-006
1.222964E-006      -6.035091E-007      5.629509E-007

Variance Ratio      Cutoff:      16.1      1.5
Reference Variance:  5.729

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase      1485/0
0.009

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                               WAVE 2.35
                               00000072.SSF

Solution Output File (SSF):  00000072.SSF

From Station:                2ROT
Data file:                   11840881.DAT
Antenna Height (meters):    1.502 True Vertical      1.440 Uncorrected
Position Quality:           Fixed Control

WGS 84 Position:           34° 47' 49.343820" E                X
2779143.325
                               57° 59' 31.946360" S                Y -
4446213.285
                               18.851                        Z -
3619410.700

To Station:                  1ROT
Data file:                   49160881.DAT
Antenna Height (meters):    1.612 True Vertical      1.550 Uncorrected

WGS 84 Position:           34° 48' 17.555278" E                X
2779474.928
                               57° 59' 04.359809" S                Y -
4445420.880
                               18.895                        Z -
3620124.592

Start Time:                  29/03/02 14:02:45.00 GPS      (1159 482565.00)
Stop Time:                   29/03/02 15:17:00.00 GPS      (1159 487020.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:14:15.00      15.00

Solution Type:               L1 fixed double difference
Solution Acceptability:     Passed ratio test

Ephemeris:                  Broadcast
Met Data:                   Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 1116.919      0.000499

                               Forward
Backward
Normal Section Azimuth:     141° 06' 45.199219"      321° 06'
29.454819"
Vertical Angle:             -0° 00' 10.034292"      -0° 00'
26.145974"

Baseline Components (meters): dx      331.603      dy      792.405      dz
-713.892
Standard Deviations (meters): 0.000736      0.000992
0.000878

                               dn      -869.388      de      701.194      du
-0.054
                               0.000569      0.000410
0.001343
                               dh
0.044
0.001343

Aposteriori Covariance Matrix: 5.412355E-007
                               -5.536314E-007      9.844936E-007
7.714895E-007      -3.717997E-007      5.704330E-007

Variance Ratio      Cutoff: 35.1      1.5
Reference Variance: 4.728

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase      2119/6
0.008

```

```

Project Name: Trabajo Final
Processed: Saturday, 21 de September de 2002 17:48
Solution Output File (SSF): 00000068.SSF

From Station: 2ROT
Data file: 11840880.DAT
Antenna Height (meters): 1.502 True Vertical 1.440 Uncorrected
Position Quality: Fixed Control

WGS 84 Position: 34° 47' 49.343820" E X
2779143.325 57° 59' 31.946360" S Y -
4446213.285 18.851 Z -
3619410.700

To Station: 1ROT
Data file: 49160880.DAT
Antenna Height (meters): 1.612 True Vertical 1.550 Uncorrected

WGS 84 Position: 34° 48' 17.555371" E X
2779474.929 57° 59' 04.359722" S Y -
4445420.876 18.893 Z -
3620124.594

Start Time: 29/03/02 12:29:00.00 GPS (1159 476940.00)
Stop Time: 29/03/02 13:42:30.00 GPS (1159 481350.00)
Occupation Time Meas. Interval (seconds): 01:13:30.00 15.00

Solution Type: L1 fixed double difference
Solution Acceptability: Passed ratio test

Ephemeris: Broadcast
Met Data: Standard
Baseline Slope Distance Std. Dev. (meters): 1116.923 0.000419

Backward Forward
Normal Section Azimuth: 141° 06' 45.214375" 321° 06'
29.469924"
Vertical Angle: -0° 00' 10.292372" -0° 00'
25.888012"

Baseline Components (meters): dx 331.603 dy 792.409 dz
-713.894
Standard Deviations (meters): 0.000633 0.000724
0.000601

dn -869.391 de 701.196 du
-0.056 0.000445 0.000410
0.000959 dh
0.042
0.000959

Aposteriori Covariance Matrix: 4.001043E-007
-2.972576E-007 5.240353E-007
3.615089E-007 -1.982169E-007 2.436673E-007

Variance Ratio Cutoff: 39.5 1.5
Reference Variance: 2.665

Observable Count/Rejected RMS: L1 phase 1571/1
0.005

```

```

Project Name: Trabajo Final
Processed: Saturday, 21 de September de 2002 17:48
WAVE 2.35
Solution Output File (SSF): 00000236.SSF

From Station: 2ROT
Data file: 05432580.DAT
Antenna Height (meters): 1.628 True Vertical 1.600 Uncorrected
Position Quality: Fixed Control

WGS 84 Position: 34° 47' 49.343820" E X
2779143.325 57° 59' 31.946360" S Y -
4446213.285 18.851 Z -
3619410.700

To Station: AZUR
Data file: 11842580.DAT
Antenna Height (meters): 1.241 True Vertical 1.180 Uncorrected

WGS 84 Position: 34° 50' 43.849416" E X
2782217.553 57° 55' 53.610673" S Y -
4440666.388 18.164 Z -
3623824.951

Start Time: 15/09/02 11:41:30.00 GPS (1184 42090.00)
Stop Time: 15/09/02 13:06:30.00 GPS (1184 47190.00)
Occupation Time Meas. Interval (seconds): 01:25:00.00 15.00

Solution Type: L1 fixed double difference
Solution Acceptability: Passed ratio test

Ephemeris: Broadcast
Met Data: Standard
Baseline Slope Distance Std. Dev. (meters): 7726.872 0.000729

Backward Forward
Normal Section Azimuth: 134° 07' 14.808906" 314° 05'
10.135229"
Vertical Angle: -0° 02' 23.412462" -0° 01'
46.745118"

Baseline Components (meters): dx 3074.227 dy 5546.897 dz -
4414.252
Standard Deviations (meters): 0.000776 0.001270
0.001267
-5.372 dn -5379.240 de 5546.918 du
0.001665 0.000844 0.000582
-0.687 dh
0.001665

Aposteriori Covariance Matrix: 6.028018E-007
-6.100717E-007 1.613878E-006
1.605599E-006 -4.575039E-007 9.501189E-007

Variance Ratio Cutoff: 15.0 1.5
Reference Variance: 7.017

Observable Count/Rejected RMS: L1 phase 1706/0
0.009

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                               WAVE 2.35
Solution Output File (SSF):  00000060.SSF

From Station:                2ROT
Data file:                   11840880.DAT
Antenna Height (meters):    1.502 True Vertical      1.440 Uncorrected
Position Quality:           Fixed Control

WGS 84 Position:           34° 47' 49.343820" E                X
2779143.325
                               57° 59' 31.946360" S                Y -
4446213.285
                               18.851                        Z -
3619410.700

To Station:                 MIGU
Data file:                   51830880.DAT
Antenna Height (meters):    1.527 True Vertical      1.465 Uncorrected

WGS 84 Position:           34° 48' 22.805719" E                X
2778798.767
                               57° 59' 33.460057" S                Y -
4445734.631
                               18.859                        Z -
3620257.422

Start Time:                 29/03/02 12:29:00.00 GPS      (1159 476940.00)
Stop Time:                  29/03/02 13:41:45.00 GPS      (1159 481305.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:12:45.00      15.00

Solution Type:              L1 fixed double difference
Solution Acceptability:     Passed ratio test

Ephemeris:                 Broadcast
Met Data:                   Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 1031.876      0.000505

                               Forward
Backward
Normal Section Azimuth:     182° 08' 12.543893"      2° 08'
13.407817"
Vertical Angle:             -0° 00' 15.206977"      -0° 00'
18.277999"

Baseline Components (meters): dx      -344.559      dy      478.654      dz
-846.722
Standard Deviations (meters): 0.000714      0.000817
0.000686

                               dn      -1031.159      de      -38.474      du
-0.076
                               0.000505      0.000465
0.001085
                               dh
0.008
0.001085

Aposteriori Covariance Matrix: 5.094803E-007
-3.755113E-007      6.681362E-007
4.704967E-007      -2.540051E-007      3.139659E-007

Variance Ratio      Cutoff: 30.6      1.5
Reference Variance: 3.406

Observable      Count/Rejected      RMS: L1 phase      1554/0
0.006

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002  17:48
                              WAVE 2.35
                              00000080.SSF

Solution Output File (SSF):  00000080.SSF

From Station:                2ROT
Data file:                   11840881.DAT
Antenna Height (meters):    1.502  True Vertical          1.440  Uncorrected
Position Quality:           Fixed Control

WGS 84 Position:            34° 47' 49.343820" E                X
2779143.325                  57° 59' 31.946360" S                Y  -
                              18.851                                Z  -

4446213.285
3619410.700

To Station:                  POST
Data file:                   51830881.DAT
Antenna Height (meters):    1.353  True Vertical          1.292  Uncorrected

WGS 84 Position:            34° 48' 45.074124" E                X
2778666.935                  57° 59' 29.929891" S                Y  -
                              18.202                                Z  -

4445354.440
3620820.473

Start Time:                  29/03/02 14:02:45.00 GPS      (1159 482565.00)
Stop Time:                   29/03/02 15:17:30.00 GPS      (1159 487050.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds):  01:14:45.00      15.00

Solution Type:                L1 fixed double difference
Solution Acceptability:       Passed ratio test

Ephemeris:                   Broadcast
Met Data:                     Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters):  1718.146          0.000726

                              Forward
Backward
Normal Section Azimuth:      178° 17' 26.509628"          358° 17'
25.358667"
Vertical Angle:              -0° 01' 45.847264"          0° 00'
50.092370"

Baseline Components (meters): dx      -476.391      dy      858.845      dz      -
1409.773
Standard Deviations (meters):      0.000936          0.001263

-0.882                        dn      -1717.381      de      51.250      du
0.001711                      0.000727          0.000525

-0.649                                                                dh
0.001711

Aposteriori Covariance Matrix:      8.762749E-007
-8.927862E-007          1.593957E-006
-6.025446E-007          9.279328E-007

1.262002E-006

Variance Ratio      Cutoff:      22.3          1.5
Reference Variance:  7.842

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase          2147/0
0.010

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                              WAVE 2.35
                              00000232.SSF

Solution Output File (SSF):

From Station:                2ROT
Data file:                   05432580.DAT
Antenna Height (meters):    1.628 True Vertical      1.600 Uncorrected
Position Quality:           Fixed Control

WGS 84 Position:           34° 47' 49.343820" E      X
2779143.325                 57° 59' 31.946360" S      Y -
                              18.851                          Z -

4446213.285

3619410.700

To Station:                  ROTO
Data file:                   49162580.DAT
Antenna Height (meters):    2.083 True Vertical      2.020 Uncorrected

WGS 84 Position:           34° 53' 21.318392" E      X
2778801.617                 57° 57' 24.020178" S      Y -
                              24.132                          Z -

4439538.122

3627809.815

Start Time:                  15/09/02 11:59:30.00 GPS    (1184 43170.00)
Stop Time:                   15/09/02 12:53:45.00 GPS    (1184 46425.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 00:54:15.00      15.00

Solution Type:                L1 fixed double difference
Solution Acceptability:       Passed ratio test

Ephemeris:                   Broadcast
Met Data:                     Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 10734.044      0.001575

                              Forward
Backward
Normal Section Azimuth:      162° 23' 06.477850"      342° 21'
53.389307"
Vertical Angle:              -0° 01' 12.614493"      -0° 04'
35.566657"

Baseline Components (meters): dx      -341.709      dy      6675.163      dz      -
8399.115
Standard Deviations (meters):      0.001414      0.002491

-3.779
0.003205
0.003205
5.281
0.003205
0.003205

Aposteriori Covariance Matrix:      1.999751E-006
      -2.062228E-006      6.205496E-006
      -1.405736E-006      3.734397E-006

6.045253E-006

Variance Ratio      Cutoff:      4.2      1.5
Reference Variance:      17.808

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase      1189/0
0.014

```

```

Project Name:                    Trabajo Final
Processed:                       Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                                  WAVE 2.35
                                  00000204.SSF

Solution Output File (SSF):

From Station:                    AERO
Data file:                       11840894.DAT
Antenna Height (meters):         1.432 True Vertical           1.370 Uncorrected
Position Quality:                 Network Adjustment

WGS 84 Position:                 34° 52' 24.066373" E           X
2778244.544                       57° 58' 14.634925" S           Y -
4441070.948                       17.951                         Z -
3626358.960

To Station:                       GATO
Data file:                       49160894.DAT
Antenna Height (meters):         1.532 True Vertical           1.470 Uncorrected

WGS 84 Position:                 34° 51' 27.497698" E           X
2779701.368                       57° 57' 31.576430" S           Y -
4441337.377                       20.503                         Z -
3624930.102

Start Time:                       30/03/02 18:52:00.00 GPS       (1159 586320.00)
Stop Time:                        30/03/02 20:07:30.00 GPS       (1159 590850.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:15:30.00           15.00

Solution Type:                    L1 fixed double difference
Solution Acceptability:           Passed ratio test

Ephemeris:                       Broadcast
Met Data:                         Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 2057.901           0.000694

                                  Forward
Backward
Normal Section Azimuth:           32° 06' 23.205869"           212° 05'
58.591569"
Vertical Angle:                   0° 03' 42.472766"           -0° 04'
49.167282"

Baseline Components (meters):     dx      1456.824      dy      -266.429      dz
1428.858
Standard Deviations (meters):     0.000979           0.001955
0.001234

                                  dn      1743.169      de      1093.761      du
2.220
0.002288                           0.000805           0.000648

                                  dh
2.552
0.002288

Aposteriori Covariance Matrix:    9.577305E-007
                                  -1.492951E-006       3.820502E-006
                                  -7.621631E-007       1.788820E-006
1.523263E-006

Variance Ratio      Cutoff:       11.2           1.5
Reference Variance: 7.173

Observable      Count/Rejected      RMS:           L1 phase           1555/9
0.009

```

```

Project Name: Trabajo Final
Processed: Saturday, 21 de September de 2002 17:48
          WAVE 2.35
Solution Output File (SSF): 00000216.SSF

From Station: AERO
Data file: 11840895.DAT
Antenna Height (meters): 1.432 True Vertical 1.370 Uncorrected
Position Quality: Network Adjustment

WGS 84 Position: 34° 52' 24.066041" E X
2778244.571 57° 58' 14.635266" S Y -
4441071.008 18.023 Z -
3626358.993

To Station: ROTO
Data file: 49160895.DAT
Antenna Height (meters): 1.582 True Vertical 1.520 Uncorrected

WGS 84 Position: 34° 53' 21.317952" E X
2778801.594 57° 57' 24.018833" S Y -
4439538.021 24.003 Z -
3627809.730

Start Time: 30/03/02 20:23:45.00 GPS (1159 591825.00)
Stop Time: 30/03/02 21:37:30.00 GPS (1159 596250.00)
Occupation Time Meas. Interval (seconds): 01:13:45.00 15.00

Solution Type: L1 fixed double difference
Solution Acceptability: Passed ratio test

Ephemeris: Broadcast
Met Data: Standard
Baseline Slope Distance Std. Dev. (meters): 2182.879 0.000700

Backward Forward
Normal Section Azimuth: 143° 55' 43.598108" 323° 55'
14.651255"
Vertical Angle: 0° 08' 49.659143" -0° 10'
00.383151"

Baseline Components (meters): dx 557.022 dy 1532.987 dz -
1450.738
Standard Deviations (meters): 0.000586 0.000856
0.001106

5.605 dn -1764.384 de 1285.254 du
0.001213 0.000813 0.000410
5.980 dh
0.001213

Aposteriori Covariance Matrix: 3.431189E-007
-3.164165E-007 7.335423E-007
1.223191E-006 -2.364610E-007 4.293818E-007

Variance Ratio Cutoff: 10.7 1.5
Reference Variance: 3.780

Observable Count/Rejected RMS: L1 phase 1446/3
0.007

```

```

Project Name: Trabajo Final
Processed: Saturday, 21 de September de 2002 17:48
           WAVE 2.35
Solution Output File (SSF): 00000228.SSF

From Station: AGRI
Data file: 11840896.DAT
Antenna Height (meters): 1.227 True Vertical 1.166 Uncorrected
Position Quality: Network Adjustment

WGS 84 Position: 34° 54' 18.609538" E X
2779352.131
                57° 56' 33.883639" S Y -
4438018.626
                41.565 Z -
3629267.824

To Station: ROTO
Data file: 49160896.DAT
Antenna Height (meters): 1.582 True Vertical 1.520 Uncorrected

WGS 84 Position: 34° 53' 21.317973" E X
2778801.575
                57° 57' 24.018467" S Y -
4439537.973
                23.942 Z -
3627809.696

Start Time: 30/03/02 22:03:30.00 GPS (1159 597810.00)
Stop Time: 30/03/02 23:18:15.00 GPS (1159 602295.00)
Occupation Time Meas. Interval (seconds): 01:14:45.00 15.00

Solution Type: L1 fixed double difference
Solution Acceptability: Passed ratio test

Ephemeris: Broadcast
Met Data: Standard
Baseline Slope Distance Std. Dev. (meters): 2176.619 0.000770

                                Forward
Backward
Normal Section Azimuth: 324° 12' 18.796903" 144° 12'
47.480562"
Vertical Angle: -0° 28' 25.298359" 0° 27'
14.778011"

Baseline Components (meters): dx -550.557 dy -1519.348 dz
1458.129
Standard Deviations (meters): 0.001142 0.001595
0.001201

dn 1765.432 de -1273.025 du
-17.995 0.000817 0.000547
0.002079
dh
-17.623
0.002080

Aposteriori Covariance Matrix: 1.304324E-006
-1.505866E-006 2.543864E-006
-9.483108E-007 1.247814E-006
1.441452E-006

Variance Ratio Cutoff: 8.4 1.5
Reference Variance: 7.972

Observable Count/Rejected RMS: L1 phase 1794/7
0.009

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                               WAVE 2.35
                               00000140.SSF

Solution Output File (SSF):

From Station:                ALCA
Data file:                   49160892.DAT
Antenna Height (meters):    1.602 True Vertical          1.540 Uncorrected
Position Quality:           Network Adjustment

WGS 84 Position:           34° 50' 32.176088" E                X
2780058.766                57° 57' 38.938175" S                Y -
4442260.965                18.475                            Z -
3623529.897

To Station:                  AZUR
Data file:                   51830893.DAT
Antenna Height (meters):    1.028 True Vertical          0.968 Uncorrected

WGS 84 Position:           34° 50' 43.849667" E                X
2782217.534                57° 55' 53.610548" S                Y -
4440666.352                18.120                            Z -
3623824.933

Start Time:                 30/03/02 15:23:30.00 GPS      (1159 573810.00)
Stop Time:                  30/03/02 16:38:00.00 GPS      (1159 578280.00)
Occupation Time            Meas. Interval (seconds): 01:14:30.00      15.00

Solution Type:              L1 fixed double difference
Solution Acceptability:     Passed ratio test

Ephemeris:                  Broadcast
Met Data:                   Standard
Baseline Slope Distance    Std. Dev. (meters):        2700.021          0.000586

                               Forward
Backward
Normal Section Azimuth:    97° 39' 53.518207"          277° 38'
53.340067"
Vertical Angle:           -0° 01' 10.679823"          -0° 00'
16.548438"

Baseline Components (meters): dx      2158.768      dy      1594.613      dz
-295.036
Standard Deviations (meters): 0.001058          0.001379
0.001085

dn      -360.125      de      2675.897      du
-0.925          0.000983          0.000619
0.001688
dh
-0.354
0.001688

Aposteriori Covariance Matrix:
                               1.119516E-006
                               -1.063320E-006          1.901064E-006
                               -2.616121E-007          7.017191E-007
1.178126E-006

Variance Ratio            Cutoff:          11.6          1.5
Reference Variance:       10.053

Observable                Count/Rejected    RMS:          L1 phase          2028/2
0.011

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                              WAVE 2.35
                              00000148.SSF

Solution Output File (SSF):

From Station:               ALCA
Data file:                  49160893.DAT
Antenna Height (meters):   1.602 True Vertical          1.540 Uncorrected
Position Quality:          Network Adjustment

WGS 84 Position:          34° 50' 32.176216" E                X
2780058.725                57° 57' 38.938520" S                Y -
                              18.402                                Z -

4442260.917
3623529.858

To Station:                 AZUR
Data file:                  51830894.DAT
Antenna Height (meters):   1.028 True Vertical          0.968 Uncorrected

WGS 84 Position:          34° 50' 43.849951" E                X
2782217.507                57° 55' 53.610465" S                Y -
                              18.061                                Z -

4440666.305
3623824.906

Start Time:                 30/03/02 17:02:00.00 GPS          (1159 579720.00)
Stop Time:                  30/03/02 18:16:15.00 GPS          (1159 584175.00)
Occupation Time            Meas. Interval (seconds): 01:14:15.00          15.00

Solution Type:              L1 fixed double difference
Solution Acceptability:    Passed ratio test

Ephemeris:                  Broadcast
Met Data:                   Standard
Baseline Slope Distance    Std. Dev. (meters):    2700.033                0.000911

                              Forward
Backward
Normal Section Azimuth:    97° 39' 53.771022"      277° 38'
53.592638"
Vertical Angle:            -0° 01' 09.664127"      -0° 00'
17.564504"

Baseline Components (meters): dx      2158.782      dy      1594.612      dz
-295.047
Standard Deviations (meters): 0.001641                0.001755
0.001708

                              dn      -360.130      de      2675.908      du
-0.912
                              0.001023                0.000895
0.002616
                              dh
-0.341
0.002616

Aposteriori Covariance Matrix: 2.693392E-006
                              -2.224628E-006          3.080764E-006
                              -2.007006E-006          1.940642E-006
2.918134E-006

Variance Ratio      Cutoff:      10.2                1.5
Reference Variance: 9.116

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase                1306/1
0.011

```

```

Project Name: Trabajo Final
Processed: Saturday, 21 de September de 2002 17:48
          WAVE 2.35
Solution Output File (SSF): 00000116.SSF

From Station: ALCA
Data file: 49160890.DAT
Antenna Height (meters): 1.602 True Vertical 1.540 Uncorrected
Position Quality: Network Adjustment

WGS 84 Position: 34° 50' 32.176088" E X
2780058.766 57° 57' 38.938175" S Y -
4442260.965 18.475 Z -
3623529.897

To Station: POST
Data file: 11840890.DAT
Antenna Height (meters): 1.346 True Vertical 1.285 Uncorrected

WGS 84 Position: 34° 48' 45.074288" E X
2778666.926 57° 59' 29.929290" S Y -
4445354.397 18.155 Z -
3620820.451

Start Time: 30/03/02 11:57:30.00 GPS (1159 561450.00)
Stop Time: 30/03/02 13:09:15.00 GPS (1159 565755.00)
Occupation Time Meas. Interval (seconds): 01:11:45.00 15.00

Solution Type: L1 fixed double difference
Solution Acceptability: Passed ratio test

Ephemeris: Broadcast
Met Data: Standard
Baseline Slope Distance Std. Dev. (meters): 4341.387 0.000494

Backward Forward
Normal Section Azimuth: 319° 28' 32.472125" 139° 29'
35.859858"
Vertical Angle: -0° 01' 25.481496" -0° 00'
55.130461"

Baseline Components (meters): dx -1391.840 dy -3093.432 dz
2709.446
Standard Deviations (meters): 0.000842 0.000961
0.000941

-1.799 dn 3300.019 de -2820.905 du
0.001327 0.000656 0.000571

-0.319 dh
0.001327

Aposteriori Covariance Matrix: 7.082627E-007
-4.928626E-007 9.237447E-007
8.863050E-007 -2.556098E-007 5.853164E-007

Variance Ratio Cutoff: 15.9 1.5
Reference Variance: 3.564

Observable Count/Rejected RMS: L1 phase 1239/0
0.008

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                              WAVE 2.35
Solution Output File (SSF):  00000108.SSF

From Station:                ALCA
Data file:                   49160890.DAT
Antenna Height (meters):    1.602 True Vertical          1.540 Uncorrected
Position Quality:           Network Adjustment

WGS 84 Position:            34° 50' 32.176088" E          X
2780058.766                  57° 57' 38.938175" S          Y -
4442260.965                  18.475                        Z -
3623529.897

To Station:                  ROTA
Data file:                   51830891.DAT
Antenna Height (meters):    1.126 True Vertical          1.065 Uncorrected

WGS 84 Position:            34° 49' 20.794952" E          X
2780086.065                  57° 58' 08.614882" S          Y -
4443726.193                  18.693                        Z -
3621724.460

Start Time:                  30/03/02 11:58:15.00 GPS      (1159 561495.00)
Stop Time:                   30/03/02 13:06:45.00 GPS      (1159 565605.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:08:30.00      15.00

Solution Type:               L1 fixed double difference
Solution Acceptability:     Passed ratio test

Ephemeris:                   Broadcast
Met Data:                    Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 2325.347          0.000417

                                Forward
Backward
Normal Section Azimuth:      341° 04' 31.819473"      161° 04'
48.770122"
Vertical Angle:              -0° 00' 18.371523"      -0° 00'
57.051535"

Baseline Components (meters): dx          27.299      dy          -1465.228      dz
1805.436
Standard Deviations (meters): 0.000614          0.000701
0.000681

                                dn          2199.655      de          -754.161      du
-0.207
                                0.000480          0.000416
0.000964

                                dh

0.218
0.000964

Aposteriori Covariance Matrix:
                                3.774261E-007
                                -2.633107E-007          4.918459E-007
4.634988E-007          -1.276359E-007          3.088809E-007

Variance Ratio      Cutoff:      29.5          1.5
Reference Variance: 1.747

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase          1168/0
0.005

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                              WAVE 2.35
Solution Output File (SSF):  00000128.SSF

From Station:               ALCA
Data file:                  49160891.DAT
Antenna Height (meters):   1.602 True Vertical      1.540 Uncorrected
Position Quality:          Network Adjustment

WGS 84 Position:          34° 50' 32.176088" E      X
2780058.766
                              57° 57' 38.938175" S      Y -
4442260.965
                              18.475      Z -
3623529.897

To Station:                 ROTA
Data file:                  51830892.DAT
Antenna Height (meters):   1.126 True Vertical      1.065 Uncorrected

WGS 84 Position:          34° 49' 20.794873" E      X
2780086.068
                              57° 58' 08.614866" S      Y -
4443726.196
                              18.696      Z -
3621724.460

Start Time:                 30/03/02 13:42:15.00 GPS      (1159 567735.00)
Stop Time:                  30/03/02 14:57:30.00 GPS      (1159 572250.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds):  01:15:15.00      15.00

Solution Type:              L1 fixed double difference
Solution Acceptability:    Passed ratio test

Ephemeris:                 Broadcast
Met Data:                  Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters):  2325.349      0.000437

                              Forward
Backward
Normal Section Azimuth:    341° 04' 31.923512"      161° 04'
48.874151"
Vertical Angle:            -0° 00' 18.094719"      -0° 00'
57.328410"

Baseline Components (meters): dx      27.302      dy      -1465.231      dz
1805.437
Standard Deviations (meters):      0.000590      0.000790
0.000638

-0.204
0.001036
0.221
0.001036
0.221
0.001036

Aposteriori Covariance Matrix:      3.477744E-007
-3.547393E-007      6.234584E-007
4.073342E-007      -2.230028E-007      3.098641E-007

Variance Ratio      Cutoff:      18.8      1.5
Reference Variance:  2.846

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase      2069/3
0.006

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                               WAVE 2.35
Solution Output File (SSF):  00000120.SSF

From Station:                ALCA
Data file:                   49160891.DAT
Antenna Height (meters):    1.602 True Vertical      1.540 Uncorrected
Position Quality:           Network Adjustment

WGS 84 Position:           34° 50' 32.176088" E      X
2780058.766
                               57° 57' 38.938175" S      Y -
4442260.965
                               18.475      Z -
3623529.897

To Station:                  TOMA
Data file:                   11840891.DAT
Antenna Height (meters):    1.387 True Vertical      1.326 Uncorrected

WGS 84 Position:           34° 49' 59.191083" E      X
2781371.979
                               57° 56' 52.359820" S      Y -
4442128.388
                               23.040      Z -
3622698.213

Start Time:                  30/03/02 13:42:15.00 GPS      (1159 567735.00)
Stop Time:                   30/03/02 14:57:30.00 GPS      (1159 572250.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:15:15.00      15.00

Solution Type:               L1 fixed double difference
Solution Acceptability:     Passed ratio test

Ephemeris:                   Broadcast
Met Data:                     Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 1560.065      0.000390

                               Forward
Backward
Normal Section Azimuth:      49° 20' 40.099988"      229° 20'
13.492265"
Vertical Angle:              0° 09' 38.345819"      -0° 10'
28.838913"

Baseline Components (meters): dx      1313.213      dy      132.576      dz
831.683
Standard Deviations (meters): 0.000609      0.000813
0.000655

                               dn      1016.393      de      1183.523      du
4.374
                               0.000459      0.000335
0.001067
                               dh
4.565
0.001067

Aposteriori Covariance Matrix:
                               3.712787E-007
                               -3.789374E-007      6.607010E-007
4.293799E-007      -2.376611E-007      3.279886E-007

Variance Ratio      Cutoff:      18.7      1.5
Reference Variance: 2.954

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase      2047/3
0.006

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                              WAVE 2.35
Solution Output File (SSF):  00000132.SSF

From Station:                ALCA
Data file:                   49160892.DAT
Antenna Height (meters):    1.602 True Vertical      1.540 Uncorrected
Position Quality:           Network Adjustment

WGS 84 Position:           34° 50' 32.176088" E      X
2780058.766                57° 57' 38.938175" S      Y -
4442260.965                18.475                    Z -
3623529.897

To Station:                  TOMA
Data file:                   11840892.DAT
Antenna Height (meters):    1.387 True Vertical      1.326 Uncorrected

WGS 84 Position:           34° 49' 59.191220" E      X
2781371.975                57° 56' 52.359922" S      Y -
4442128.387                23.039                    Z -
3622698.217

Start Time:                 30/03/02 15:23:30.00 GPS    (1159 573810.00)
Stop Time:                  30/03/02 16:37:45.00 GPS    (1159 578265.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:14:15.00      15.00

Solution Type:              L1 fixed double difference
Solution Acceptability:     Passed ratio test

Ephemeris:                 Broadcast
Met Data:                   Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 1560.060          0.000827

                                Forward
Backward
Normal Section Azimuth:     49° 20' 40.300565"      229° 20'
Vertical Angle:             0° 09' 38.279467"      -0° 10'
28.772408"

Baseline Components (meters): dx      1313.209      dy      132.577      dz
831.680
Standard Deviations (meters): 0.000964          0.001265
0.000996

4.374                       dn      1016.389      de      1183.521      du
0.001545                   0.000902          0.000565

4.565
0.001545

dh

Apriori Covariance Matrix:  9.297169E-007
                              -8.884652E-007      1.600098E-006
                              -2.161443E-007      5.881186E-007
9.916042E-007

Variance Ratio      Cutoff:      14.2          1.5
Reference Variance: 8.386

Observable      Count/Rejected      RMS:          L1 phase      2020/0
0.010

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                              WAVE 2.35
                              00000172.SSF

Solution Output File (SSF):

From Station:                AZUR
Data file:                   51830885.DAT
Antenna Height (meters):    1.237 True Vertical      1.176 Uncorrected
Position Quality:           Network Adjustment

WGS 84 Position:           34° 50' 43.850014" E      X
2782217.468                57° 55' 53.609687" S      Y  -
                              17.934                        Z  -

4440666.206
3623824.835

To Station:                  GATO
Data file:                   49160886.DAT
Antenna Height (meters):    1.522 True Vertical      1.460 Uncorrected

WGS 84 Position:           34° 51' 27.497541" E      X
2779701.362                57° 57' 31.576532" S      Y  -
                              20.491                        Z  -

4441337.372
3624930.091

Start Time:                  29/03/02 21:21:45.00 GPS      (1159 508905.00)
Stop Time:                   29/03/02 22:36:30.00 GPS      (1159 513390.00)
Occupation Time              Meas. Interval (seconds): 01:14:45.00      15.00

Solution Type:               L1 fixed double difference
Solution Acceptability:      Passed ratio test

Ephemeris:                   Broadcast
Met Data:                    Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters):      2828.930      0.000727

                              Forward
Backward
Normal Section Azimuth:      241° 36' 09.956784"      61° 37'
05.940342"
Vertical Angle:              0° 02' 20.633301"      -0° 03'
52.112469"

Baseline Components (meters): dx      -2516.107      dy      -671.166      dz      -
1105.255
Standard Deviations (meters): 0.001431      0.001971
0.001607

1.929                        dn      -1345.387      de      -2488.529      du
0.002663                    0.000970      0.000693

2.556                        dh
0.002663

Aposteriori Covariance Matrix:
                              2.046976E-006
                              -2.315907E-006      3.884233E-006
                              -1.637672E-006      2.218251E-006

2.583660E-006

Variance Ratio              Cutoff:              7.6      1.5
Reference Variance:         11.089

Observable                  Count/Rejected      RMS:
0.011                       L1 phase      1596/0

```

```

Project Name:                    Trabajo Final
Processed:                      Saturday, 21 de September de 2002  17:48
                                WAVE 2.35
                                00000240.SSF

Solution Output File (SSF):

From Station:                   AZUR
Data file:                      11842580.DAT
Antenna Height (meters):       1.241  True Vertical          1.180  Uncorrected
Position Quality:              Network Adjustment

WGS 84 Position:               34° 50' 43.849416" E                      X
2782217.553                    57° 55' 53.610673" S                      Y  -
                                18.164                                      Z  -

4440666.388
3623824.951

To Station:                     ROTO
Data file:                      49162580.DAT
Antenna Height (meters):       2.083  True Vertical          2.020  Uncorrected

WGS 84 Position:               34° 53' 21.318351" E                      X
2778801.617                    57° 57' 24.020146" S                      Y  -
                                24.131                                      Z  -

4439538.122
3627809.813

Start Time:                    15/09/02 11:59:30.00 GPS      (1184 43170.00)
Stop Time:                     15/09/02 12:53:45.00 GPS      (1184 46425.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 00:54:15.00      15.00

Solution Type:                  L1 fixed double difference
Solution Acceptability:        Passed ratio test

Ephemeris:                     Broadcast
Met Data:                      Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 5368.494          0.000896

                                Forward
Backward
Normal Section Azimuth:        205° 19' 00.064101"      25° 19'
51.749633"
Vertical Angle:                0° 02' 22.212328"      -0° 05'
16.278081"

Baseline Components (meters):  dx      -3415.936      dy      1128.266      dz      -
3984.862
Standard Deviations (meters): 0.000811          0.001430
0.001406

                                dn      -4852.892      de      -2295.681      du
3.701
                                0.000930          0.000660
0.001839
                                dh
5.967
0.001839

Aposteriori Covariance Matrix: 6.585100E-007
                                -6.818021E-007      2.045713E-006
1.977403E-006                  -4.682842E-007      1.227062E-006

Variance Ratio      Cutoff:      10.9          1.5
Reference Variance: 5.829

Observable      Count/Rejected      RMS:          L1 phase          1187/1
0.008

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                              WAVE 2.35
                              00000144.SSF

Solution Output File (SSF):

From Station:                GATO
Data file:                   11840893.DAT
Antenna Height (meters):    1.385 True Vertical          1.324 Uncorrected
Position Quality:           Network Adjustment

WGS 84 Position:           34° 51' 27.497274" E                X
2779701.400                57° 57' 31.577145" S                Y -
                              20.603                                Z -

4441337.463
3624930.148

To Station:                  ALCA
Data file:                   49160893.DAT
Antenna Height (meters):    1.602 True Vertical          1.540 Uncorrected

WGS 84 Position:           34° 50' 32.176216" E                X
2780058.725                57° 57' 38.938520" S                Y -
                              18.402                                Z -

4442260.917
3623529.858

Start Time:                  30/03/02 17:01:30.00 GPS      (1159 579690.00)
Stop Time:                   30/03/02 18:16:15.00 GPS      (1159 584175.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:14:45.00      15.00

Solution Type:               L1 fixed double difference
Solution Acceptability:      Passed ratio test

Ephemeris:                   Broadcast
Met Data:                    Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 1715.010          0.000856

                              Forward
Backward
Normal Section Azimuth:      353° 44' 21.421691"          173° 44'
25.628231"
Vertical Angle:              -0° 04' 52.592020"          0° 03'
56.942099"

Baseline Components (meters): dx      357.326      dy      -923.454      dz
1400.290
Standard Deviations (meters): 0.001359          0.001459

-2.433                        dn      1704.780      de      -187.026      du
0.002171                      0.000848          0.000742

-2.201
0.002171                      dh

Aposteriori Covariance Matrix: 1.847343E-006
                              -1.530065E-006          2.127822E-006
2.005951E-006                -1.377520E-006          1.338684E-006

Variance Ratio      Cutoff:      13.2          1.5
Reference Variance: 6.311

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase          1312/2
0.009

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002  17:48
                              WAVE 2.35
                              00000152.SSF

Solution Output File (SSF):

From Station:               GATO
Data file:                  11840893.DAT
Antenna Height (meters):   1.385 True Vertical          1.324 Uncorrected
Position Quality:          Network Adjustment

WGS 84 Position:          34° 51' 27.497274" E                X
2779701.400                57° 57' 31.577145" S                Y -
                              20.603                                Z -

4441337.463
3624930.148

To Station:                 AZUR
Data file:                  51830894.DAT
Antenna Height (meters):   1.028 True Vertical          0.968 Uncorrected

WGS 84 Position:          34° 50' 43.849942" E                X
2782217.507                57° 55' 53.610466" S                Y -
                              18.061                                Z -

4440666.306
3623824.906

Start Time:                 30/03/02 17:02:00.00 GPS      (1159 579720.00)
Stop Time:                  30/03/02 18:16:15.00 GPS      (1159 584175.00)
Occupation Time            Meas. Interval (seconds): 01:14:15.00      15.00

Solution Type:              L1 fixed double difference
Solution Acceptability:     Passed ratio test

Ephemeris:                 Broadcast
Met Data:                   Standard
Baseline Slope Distance    Std. Dev. (meters):      2828.924          0.000874

                               Forward
Backward
Normal Section Azimuth:    61° 37' 06.179135"      241° 36'
10.195673"
Vertical Angle:            -0° 03' 51.072369"      0° 02'
19.593414"

Baseline Components (meters): dx      2516.108      dy      671.157      dz
1105.242
Standard Deviations (meters): 0.001620          0.001715
0.001685

                               dn      1344.705      de      2488.889      du
-3.169                               0.001012          0.000889
0.002567
                               dh
-2.542
0.002568

Aposteriori Covariance Matrix:
                               2.624532E-006
                               -2.138556E-006      2.939736E-006
2.840563E-006                -1.948923E-006      1.859951E-006

Variance Ratio            Cutoff:          9.6          1.5
Reference Variance:       8.929

Observable                Count/Rejected    RMS:          L1 phase          1312/0
0.011

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002  17:48
                              WAVE 2.35
                              00000180.SSF

Solution Output File (SSF):

From Station:               GATO
Data file:                  49160885.DAT
Antenna Height (meters):   1.522 True Vertical          1.460 Uncorrected
Position Quality:          Network Adjustment

WGS 84 Position:          34° 51' 27.497155" E                X
2779701.400
                              57° 57' 31.576974" S                Y -
4441337.455
                              20.592                        Z -
3624930.139

To Station:                LAGU
Data file:                  51830884.DAT
Antenna Height (meters):   0.376 True Vertical          0.326 Uncorrected

WGS 84 Position:          34° 52' 21.566703" E                X
2779404.903
                              57° 57' 21.864551" S                Y -
4440398.774
                              19.991                        Z -
3626296.929

Start Time:                29/03/02 19:40:45.00 GPS      (1159 502845.00)
Stop Time:                 29/03/02 20:55:30.00 GPS      (1159 507330.00)
Occupation Time           Meas. Interval (seconds): 01:14:45.00      15.00

Solution Type:             L1 fixed double difference
Solution Acceptability:    Passed ratio test

Ephemeris:                Broadcast
Met Data:                 Standard
Baseline Slope Distance   Std. Dev. (meters):    1684.383          0.001036

                              Backward
Normal Section Azimuth:   171° 34' 44.747190"      351° 34'
39.195126"
Vertical Angle:           -0° 01' 40.890856"      0° 00'
46.237216"

Baseline Components (meters): dx      -296.496      dy      938.681      dz      -
1366.790
Standard Deviations (meters): 0.000919          0.001588
0.001294

                              dn      -1666.223      de      246.668      du
-0.824
                              0.001040          0.000591
0.001900
                              dh
-0.601
0.001900

Aposteriori Covariance Matrix:
                              8.442656E-007
                              -1.075095E-006          2.520836E-006
1.674217E-006          -4.450608E-007          1.019305E-006

Variance Ratio           Cutoff:          10.9          1.5
Reference Variance:      7.393

Observable           Count/Rejected   RMS:          L1 phase          1403/4
0.009

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002  17:48
                               WAVE 2.35
                               00000200.SSF

Solution Output File (SSF):

From Station:                LAGU
Data file:                   51830895.DAT
Antenna Height (meters):    0.732 True Vertical          0.674 Uncorrected
Position Quality:           Network Adjustment

WGS 84 Position:           34° 52' 21.567327" E                X
2779404.867                57° 57' 21.864272" S                Y -
4440398.702                19.907                            Z -
3626296.896

To Station:                  AERO
Data file:                   11840894.DAT
Antenna Height (meters):    1.432 True Vertical          1.370 Uncorrected

WGS 84 Position:           34° 52' 24.066373" E                X
2778244.544                57° 58' 14.634925" S                Y -
4441070.948                17.951                            Z -
3626358.960

Start Time:                  30/03/02 18:52:00.00 GPS          (1159 586320.00)
Stop Time:                   30/03/02 20:07:15.00 GPS          (1159 590835.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:15:15.00          15.00

Solution Type:               L1 fixed double difference
Solution Acceptability:     Passed ratio test

Ephemeris:                   Broadcast
Met Data:                    Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 1342.429                0.000516

                               Forward
Backward
Normal Section Azimuth:     266° 42' 25.582924"          86° 42'
55.755024"
Vertical Angle:              -0° 05' 22.181647"          0° 04'
38.815412"

Baseline Components (meters): dx      -1160.323      dy      -672.246      dz
-62.064
Standard Deviations (meters): 0.000822                0.001560

-2.097                        dn      -77.109      de      -1340.211      du
0.001840                0.000681                0.000524

-1.956                        dh
0.001840

Apriori Covariance Matrix:   6.751032E-007
                              -9.949852E-007          2.432594E-006
                              -5.075389E-007          1.124607E-006
1.016907E-006

Variance Ratio      Cutoff:      16.0                1.5
Reference Variance: 5.192

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase          1577/6
0.008

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                              WAVE 2.35
Solution Output File (SSF):  00000208.SSF

From Station:                LAGU
Data file:                   51830896.DAT
Antenna Height (meters):    0.732 True Vertical      0.674 Uncorrected
Position Quality:           Network Adjustment

WGS 84 Position:           34° 52' 21.567036" E      X
2779404.893                57° 57' 21.864568" S      Y -
4440398.757                19.974                    Z -
3626296.927

To Station:                  AERO
Data file:                   11840895.DAT
Antenna Height (meters):    1.432 True Vertical      1.370 Uncorrected

WGS 84 Position:           34° 52' 24.066041" E      X
2778244.571                57° 58' 14.635266" S      Y -
4441071.008                18.023                    Z -
3626358.993

Start Time:                 30/03/02 20:24:30.00 GPS    (1159 591870.00)
Stop Time:                  30/03/02 21:37:30.00 GPS    (1159 596250.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:13:00.00    15.00

Solution Type:              L1 fixed double difference
Solution Acceptability:     Passed ratio test

Ephemeris:                 Broadcast
Met Data:                   Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 1342.430      0.000370

                                Forward
Backward
Normal Section Azimuth:     266° 42' 25.790990"      86° 42'
55.963116"
Vertical Angle:             -0° 05' 21.456888"      0° 04'
38.090618"

Baseline Components (meters): dx      -1160.322      dy      -672.251      dz
-62.065
Standard Deviations (meters): 0.000527      0.000766
0.000992

-2.092                      dn      -77.108      de      -1340.212      du
0.001087                    0.000729      0.000369

-1.951
0.001087                    dh

Aposteriori Covariance Matrix: 2.775109E-007
-2.539469E-007      5.866072E-007
9.844290E-007      -1.963914E-007      3.415228E-007

Variance Ratio      Cutoff: 15.0      1.5
Reference Variance: 3.016

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase      1431/0
0.006

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                              WAVE 2.35
Solution Output File (SSF):  00000196.SSF

From Station:                LAGU
Data file:                   51830895.DAT
Antenna Height (meters):    0.732 True Vertical          0.674 Uncorrected
Position Quality:           Network Adjustment

WGS 84 Position:            34° 52' 21.567327" E                X
2779404.867                 57° 57' 21.864272" S                Y -
4440398.702                 19.907                             Z -
3626296.896

To Station:                  GATO
Data file:                   49160894.DAT
Antenna Height (meters):    1.532 True Vertical          1.470 Uncorrected

WGS 84 Position:            34° 51' 27.497688" E                X
2779701.368                 57° 57' 31.576485" S                Y -
4441337.381                 20.507                             Z -
3624930.104

Start Time:                  30/03/02 18:52:00.00 GPS      (1159 586320.00)
Stop Time:                   30/03/02 20:07:15.00 GPS      (1159 590835.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:15:15.00      15.00

Solution Type:               L1 fixed double difference
Solution Acceptability:     Passed ratio test

Ephemeris:                  Broadcast
Met Data:                   Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 1684.385          0.000894

                                Forward
Backward
Normal Section Azimuth:     351° 34' 39.892566"          171° 34'
45.444510"
Vertical Angle:             0° 00' 46.202564"          -0° 01'
40.856268"

Baseline Components (meters): dx      296.502      dy      -938.679      dz
1366.792
Standard Deviations (meters): 0.001063      0.002069
0.001324

                                dn      1666.220      de      -246.707      du
0.377
                                0.000877      0.000690
0.002432
                                dh
0.600
0.002432

Aposteriori Covariance Matrix: 1.129351E-006
-1.711616E-006      4.278941E-006
1.753502E-006      -8.747165E-007      1.996504E-006

Variance Ratio      Cutoff:      8.7      1.5
Reference Variance: 8.607

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase      1572/10
0.010

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                              WAVE 2.35
                              00000212.SSF

Solution Output File (SSF):

From Station:               LAGU
Data file:                  51830896.DAT
Antenna Height (meters):   0.732 True Vertical           0.674 Uncorrected
Position Quality:         Network Adjustment

WGS 84 Position:          34° 52' 21.567036" E           X
2779404.893
                              57° 57' 21.864568" S           Y   -
4440398.757
                              19.974                       Z   -
3626296.927

To Station:                ROTO
Data file:                  49160895.DAT
Antenna Height (meters):   1.582 True Vertical           1.520 Uncorrected

WGS 84 Position:          34° 53' 21.317963" E           X
2778801.594
                              57° 57' 24.018833" S           Y   -
4439538.021
                              24.003                       Z   -
3627809.731

Start Time:                30/03/02 20:24:30.00 GPS      (1159 591870.00)
Stop Time:                 30/03/02 21:38:15.00 GPS      (1159 596295.00)
Occupation Time           Meas. Interval (seconds): 01:13:45.00      15.00

Solution Type:             L1 fixed double difference
Solution Acceptability:    Passed ratio test

Ephemeris:                Broadcast
Met Data:                 Standard
Baseline Slope Distance   Std. Dev. (meters): 1842.121           0.000833

                              Forward
Backward
Normal Section Azimuth:   181° 42' 05.879756"           1° 42'
07.111740"
Vertical Angle:           0° 07' 01.212503"           -0° 08'
00.989559"

Baseline Components (meters): dx      -603.299      dy      860.736      dz      -
1512.803
Standard Deviations (meters):          0.000603          0.000881
0.001137

                              dn      -1841.305      de      -54.701      du
3.762          0.000833          0.000422
0.001249
                              dh
4.029
0.001249

Aposteriori Covariance Matrix:
                              3.631059E-007
                              -3.347962E-007          7.759316E-007
1.292922E-006          -2.564161E-007          4.569954E-007

Variance Ratio           Cutoff:          11.3          1.5
Reference Variance:      4.006

Observable           Count/Rejected           RMS:          L1 phase          1453/0
0.008

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002  17:48
                              WAVE 2.35
                              00000168.SSF

Solution Output File (SSF):

From Station:               LATE
Data file:                  11840885.DAT
Antenna Height (meters):   1.406 True Vertical           1.345 Uncorrected
Position Quality:          Network Adjustment

WGS 84 Position:           34° 51' 38.655613" E                X
2780926.656                                                         Y -
                              57° 56' 29.795490" S
4440337.152                                                         Z -
                              19.233
3625211.521

To Station:                 AZUR
Data file:                  51830885.DAT
Antenna Height (meters):   1.237 True Vertical           1.176 Uncorrected

WGS 84 Position:           34° 50' 43.850014" E                X
2782217.468                                                         Y -
                              57° 55' 53.609687" S
4440666.206                                                         Z -
                              17.934
3623824.835

Start Time:                 29/03/02 21:21:45.00 GPS      (1159 508905.00)
Stop Time:                  29/03/02 22:36:30.00 GPS      (1159 513390.00)
Occupation Time            Meas. Interval (seconds): 01:14:45.00      15.00

Solution Type:              L1 fixed double difference
Solution Acceptability:    Passed ratio test

Ephemeris:                 Broadcast
Met Data:                  Standard
Baseline Slope Distance    Std. Dev. (meters):    1922.854           0.000721

                              Forward
Backward
Normal Section Azimuth:    28° 33' 41.071848"      208° 33'
20.392496"
Vertical Angle:            -0° 02' 50.425158"      0° 01'
48.092023"

Baseline Components (meters): dx      1290.812      dy      -329.054      dz
1386.685
Standard Deviations (meters): 0.001170           0.001611
0.001310

-1.589                      dn      1688.852      de      919.317      du
0.002175                    0.000793           0.000568

-1.298                                                                dh
0.002175

Aposteriori Covariance Matrix:
                              1.369463E-006
                              -1.547683E-006      2.595656E-006
                              -1.092119E-006      1.475239E-006
1.716573E-006

Variance Ratio      Cutoff:      10.7           1.5
Reference Variance: 7.421

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase      1597/0
0.009

```

```

Project Name:                      Trabajo Final
Processed:                          Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                                     WAVE 2.35
Solution Output File (SSF):         00000164.SSF

From Station:                       LATE
Data file:                          11840885.DAT
Antenna Height (meters):            1.406 True Vertical          1.345 Uncorrected
Position Quality:                   Network Adjustment

WGS 84 Position:                   34° 51' 38.655613" E                X
2780926.656
                                     57° 56' 29.795490" S                Y -
4440337.152
                                     19.233                               Z -
3625211.521

To Station:                         GATO
Data file:                          49160886.DAT
Antenna Height (meters):            1.522 True Vertical          1.460 Uncorrected

WGS 84 Position:                   34° 51' 27.497536" E                X
2779701.362
                                     57° 57' 31.576531" S                Y -
4441337.372
                                     20.490                               Z -
3624930.090

Start Time:                         29/03/02 21:21:45.00 GPS          (1159 508905.00)
Stop Time:                          29/03/02 22:36:30.00 GPS          (1159 513390.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:14:45.00          15.00

Solution Type:                      L1 fixed double difference
Solution Acceptability:             Passed ratio test

Ephemeris:                         Broadcast
Met Data:                          Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 1606.546          0.000469

                                     Forward
Backward
Normal Section Azimuth:           282° 21' 13.489510"          102° 21'
48.801138"
Vertical Angle:                   0° 02' 15.503576"          -0° 03'
07.411991"

Baseline Components (meters):      dx      -1225.295      dy      -1000.220      dz
281.430
Standard Deviations (meters):      0.000921          0.001269
0.001034

                                     dn      343.715      de      -1569.346      du
1.055
                                     0.000623          0.000447
0.001715
                                     dh
1.258
0.001715

Apriori Covariance Matrix:         8.485118E-007
                                     -9.594620E-007          1.609385E-006
1.068962E-006                      -6.801456E-007          9.199096E-007

Variance Ratio      Cutoff:         17.1          1.5
Reference Variance: 4.574

Observable      Count/Rejected      RMS:          L1 phase          1591/2
0.007

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                              WAVE 2.35
Solution Output File (SSF): 00000176.SSF

From Station:                LATE
Data file:                   11840884.DAT
Antenna Height (meters):    1.406 True Vertical      1.345 Uncorrected
Position Quality:           Network Adjustment

WGS 84 Position:           34° 51' 38.655329" E                X
2780926.692
                              57° 56' 29.796047" S                Y -
4440337.237
                              19.337                                Z -
3625211.573

To Station:                  GATO
Data file:                   49160885.DAT
Antenna Height (meters):    1.522 True Vertical      1.460 Uncorrected

WGS 84 Position:           34° 51' 27.497155" E                X
2779701.400
                              57° 57' 31.576974" S                Y -
4441337.455
                              20.592                                Z -
3624930.139

Start Time:                 29/03/02 19:40:45.00 GPS      (1159 502845.00)
Stop Time:                  29/03/02 20:55:30.00 GPS      (1159 507330.00)
Occupation Time            Meas. Interval (seconds): 01:14:45.00      15.00

Solution Type:              L1 fixed double difference
Solution Acceptability:     Passed ratio test

Ephemeris:                  Broadcast
Met Data:                   Standard
Baseline Slope Distance     Std. Dev. (meters):      1606.544      0.000553

                              Forward
Backward
Normal Section Azimuth:     282° 21' 13.946902"      102° 21'
49.258465"
Vertical Angle:             0° 02' 15.111967"      -0° 03'
07.020311"

Baseline Components (meters): dx      -1225.293      dy      -1000.218      dz
281.434
Standard Deviations (meters): 0.000812      0.001400
0.001139

                              dn      343.718      de      -1569.343      du
1.052
                              0.000916      0.000520
0.001675
                              dh
1.255
0.001675

Aposteriori Covariance Matrix: 6.599830E-007
                              -8.397198E-007      1.959732E-006
                              -3.465091E-007      7.912678E-007
1.297301E-006

Variance Ratio      Cutoff:      10.5      1.5
Reference Variance: 5.766

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase      1407/1
0.009

```

```

Project Name:                    Trabajo Final
Processed:                      Saturday, 21 de September de 2002  17:48
                                WAVE 2.35
                                00000184.SSF

Solution Output File (SSF):

From Station:                  LATE
Data file:                    11840884.DAT
Antenna Height (meters):     1.406 True Vertical          1.345 Uncorrected
Position Quality:            Network Adjustment

WGS 84 Position:             34° 51' 38.655329" E                X
2780926.692
                                57° 56' 29.796047" S                Y -
4440337.237
                                19.337                                Z -
3625211.573

To Station:                   LAGU
Data file:                    51830884.DAT
Antenna Height (meters):     0.376 True Vertical          0.326 Uncorrected

WGS 84 Position:             34° 52' 21.566702" E                X
2779404.904
                                57° 57' 21.864549" S                Y -
4440398.774
                                19.991                                Z -
3626296.929

Start Time:                   29/03/02 19:40:45.00 GPS      (1159 502845.00)
Stop Time:                   29/03/02 20:55:30.00 GPS      (1159 507330.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:14:45.00      15.00

Solution Type:                L1 fixed double difference
Solution Acceptability:       Passed ratio test

Ephemeris:                   Broadcast
Met Data:                    Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 1870.194          0.000815

                                Forward
Backward
Normal Section Azimuth:      224° 59' 54.349269"          45° 00'
24.115269"
Vertical Angle:              0° 00' 41.831329"          -0° 01'
42.382828"

Baseline Components (meters): dx      -1521.789      dy      -61.537      dz      -
1085.355
Standard Deviations (meters):      0.000902          0.001558
0.001276

                                dn      -1322.463      de      -1322.390      du
0.379
                                0.001024          0.000581
0.001866
                                dh
0.654
0.001866

Aposteriori Covariance Matrix:      8.127377E-007
                                -1.033861E-006          2.427511E-006
                                -4.321069E-007          9.827163E-007
1.629426E-006

Variance Ratio      Cutoff:      11.5          1.5
Reference Variance:      7.097

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase          1393/3
0.009

```

```

Project Name:                      Trabajo Final
Processed:                          Saturday, 21 de September de 2002  17:48
                                     WAVE 2.35
Solution Output File (SSF):        00000188.SSF

From Station:                      LPGS
Data file:                         LPGS089K.RNX
Antenna Height (meters):          0.046  True Vertical
Position Quality:                 Fixed Control

WGS 84 Position:                  34° 54' 24.303770" E      X
2780102.561
                                     57° 55' 56.278670" S      Y  -
4437418.245
                                     29.334                               Z  -
3629404.732

To Station:                        AERO
Data file:                         11840894.DAT
Antenna Height (meters):          1.432  True Vertical      1.370  Uncorrected

WGS 84 Position:                  34° 52' 24.066376" E      X
2778244.544
                                     57° 58' 14.634920" S      Y  -
4441070.949
                                     17.952                               Z  -
3626358.960

Start Time:                       30/03/02 18:52:00.00 GPS      (1159 586320.00)
Stop Time:                        30/03/02 20:07:45.00 GPS      (1159 590865.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:15:45.00      30.00

Solution Type:                    L1 fixed double difference
Solution Acceptability:           Passed ratio test

Ephemeris:                        Broadcast
Met Data:                         Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 5105.997      0.001399

                                     Forward
Backward
Normal Section Azimuth:          316° 30' 50.318295"      136° 32'
09.459386"
Vertical Angle:                  -0° 09' 02.461980"      0° 06'
17.125467"

Baseline Components (meters):     dx      -1858.017      dy      -3652.704      dz
3045.772
Standard Deviations (meters):    0.001736      0.003185
0.002167

-13.428                          dn      3704.604      de      -3513.820      du
0.003818                          0.001419      0.001122

-11.382
0.003818                          dh

Aposteriori Covariance Matrix:   3.012594E-006
-4.182262E-006      1.014132E-005
-2.356061E-006      4.858496E-006
4.695725E-006

Variance Ratio      Cutoff:      3.6      1.5
Reference Variance: 18.546

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase      598/3
0.013

```

```

Project Name:                      Trabajo Final
Processed:                          Thursday, 12 de September de 2002  21:22
                                     WAVE 2.35
                                     00000052.SSF

Solution Output File (SSF):

From Station:                      LPGS
Data file:                          LPGS090N.RNX
Antenna Height (meters):           0.046  True Vertical
Position Quality:                   Fixed Control

WGS 84 Position:                   34° 54' 24.303770" E                X
2780102.561
                                     57° 55' 56.278670" S                Y  -
4437418.245
                                     29.334                                Z  -
3629404.732

To Station:                          AGRI
Data file:                          49160900.DAT
Antenna Height (meters):           1.321  True Vertical           1.260  Uncorrected

WGS 84 Position:                   34° 54' 18.609632" E                X
2779352.132
                                     57° 56' 33.883489" S                Y  -
4438018.620
                                     41.562                                Z  -
3629267.825

Start Time:                         31/03/02 14:21:00.00 GPS           (1160 51660.00)
Stop Time:                          31/03/02 15:01:00.00 GPS           (1160 54060.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 00:40:00.00           30.00

Solution Type:                       L1 fixed double difference
Solution Acceptability:               Passed ratio test

Ephemeris:                           Broadcast
Met Data:                             Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 970.741           0.000418

                                     Forward
Backward
Normal Section Azimuth:             280° 24' 43.273479"           100° 25'
04.791811"
Vertical Angle:                     0° 43' 02.524916"           -0° 43'
33.885603"

Baseline Components (meters):        dx      -750.429      dy      -600.375      dz
136.907
Standard Deviations (meters):        0.000710           0.001037

                                     dn      175.424      de      -954.681      du
12.154
                                     0.000568           0.000419
0.001382
                                     dh
12.228
0.001382

Aposteriori Covariance Matrix:
                                     5.040288E-007
                                     -5.436866E-007           1.074682E-006
8.283990E-007           -3.597267E-007           6.470764E-007

Variance Ratio      Cutoff:          18.8           1.5
Reference Variance: 2.723

Observable      Count/Rejected      RMS:          L1 phase           592/20
0.006

```

```

Project Name:                    Trabajo Final
Processed:                       Thursday, 12 de September de 2002  21:22
                                  WAVE 2.35
                                  00000056.SSF

Solution Output File (SSF):

From Station:                    LPGS
Data file:                       LPGS090Z.RNX
Antenna Height (meters):         0.046 True Vertical
Position Quality:                 Fixed Control

WGS 84 Position:                 34° 54' 24.303770" E                X
2780102.561                       57° 55' 56.278670" S                Y -
4437418.245                       29.334                            Z -
3629404.732

To Station:                       AGRI
Data file:                       49160901.DAT
Antenna Height (meters):         1.321 True Vertical          1.260 Uncorrected

WGS 84 Position:                 34° 54' 18.609683" E                X
2779352.130                       57° 56' 33.883514" S                Y -
4438018.618                       41.560                            Z -
3629267.825

Start Time:                      31/03/02 15:16:15.00 GPS          (1160 54975.00)
Stop Time:                       31/03/02 15:59:15.00 GPS          (1160 57555.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 00:43:00.00          30.00

Solution Type:                    L1 fixed double difference
Solution Acceptability:           Passed ratio test

Ephemeris:                       Broadcast
Met Data:                        Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 970.741          0.000479

                                  Forward
Backward
Normal Section Azimuth:          280° 24' 42.923058"          100° 25'
04.441404"
Vertical Angle:                  0° 43' 02.086712"          -0° 43'
33.447410"

Baseline Components (meters):    dx      -750.431      dy      -600.373      dz
136.907
Standard Deviations (meters):    0.000979          0.001311

                                  dn      175.422      de      -954.682      du
12.152
0.001609          0.000926          0.000518

                                  dh
12.226
0.001609

Aposteriori Covariance Matrix:   9.590390E-007
                                  -1.005414E-006          1.718270E-006
                                  -2.374222E-007          6.414120E-007
1.035585E-006

Variance Ratio      Cutoff:      21.7          1.5
Reference Variance: 2.664

Observable      Count/Rejected      RMS:          L1 phase          370/0
0.006

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                              WAVE 2.35
                              00000220.SSF

Solution Output File (SSF):  00000220.SSF

From Station:                LPGS
Data file:                   LPGS089M.RNX
Antenna Height (meters):    0.046 True Vertical
Position Quality:           Fixed Control

WGS 84 Position:           34° 54' 24.303770" E                X
2780102.561                57° 55' 56.278670" S                Y -
4437418.245                29.334                                Z -
3629404.732

To Station:                  AGRI
Data file:                   11840896.DAT
Antenna Height (meters):    1.227 True Vertical        1.166 Uncorrected

WGS 84 Position:           34° 54' 18.609538" E                X
2779352.131                57° 56' 33.883639" S                Y -
4438018.626                41.565                                Z -
3629267.824

Start Time:                  30/03/02 22:03:30.00 GPS        (1159 597810.00)
Stop Time:                   30/03/02 23:18:45.00 GPS        (1159 602325.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:15:15.00        30.00

Solution Type:               L1 fixed double difference
Solution Acceptability:     Passed ratio test

Ephemeris:                  Broadcast
Met Data:                   Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 970.745                0.000415

                                Forward
Backward
Normal Section Azimuth:     280° 24' 43.733145"        100° 25'
05.251562"
Vertical Angle:             0° 43' 03.183789"        -0° 43'
34.544613"

Baseline Components (meters): dx      -750.430      dy      -600.381      dz
136.908
Standard Deviations (meters): 0.000836                0.001172

12.157                      dn      175.427      de      -954.685      du
0.001519                    0.000590                0.000396

12.231                                                                dh
0.001519

Aposteriori Covariance Matrix: 6.986743E-007
-8.137124E-007                1.372686E-006
-4.995418E-007                6.648592E-007
7.424256E-007

Variance Ratio      Cutoff: 12.4                1.5
Reference Variance: 4.178

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase                896/6
0.007

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                              WAVE 2.35
                              00000160.SSF

Solution Output File (SSF):

From Station:                LPGS
Data file:                   LPGS088F.RNX
Antenna Height (meters):    0.046 True Vertical
Position Quality:           Fixed Control

WGS 84 Position:           34° 54' 24.303770" E                X
2780102.561
                              57° 55' 56.278670" S                Y -
4437418.245
                              29.334                            Z -
3629404.732

To Station:                  AZUR
Data file:                   51830885.DAT
Antenna Height (meters):    1.237 True Vertical        1.176 Uncorrected

WGS 84 Position:           34° 50' 43.849999" E                X
2782217.470
                              57° 55' 53.609674" S                Y -
4440666.208
                              17.937                            Z -
3623824.836

Start Time:                  29/03/02 21:19:30.00 GPS        (1159 508770.00)
Stop Time:                   29/03/02 22:36:30.00 GPS        (1159 513390.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:17:00.00        30.00

Solution Type:               L1 fixed double difference
Solution Acceptability:     Passed ratio test

Ephemeris:                  Broadcast
Met Data:                   Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 6793.919        0.001385

                              Forward
Backward
Normal Section Azimuth:     0° 34' 18.675955"        180° 34'
17.149795"
Vertical Angle:             -0° 07' 36.242439"        0° 03'
55.777794"

Baseline Components (meters): dx      2114.909      dy      -3247.963      dz
5579.896
Standard Deviations (meters): 0.002036        0.002811
0.002337

dn      6793.564      de      67.807      du
-15.028        0.001387        0.001007
0.003817
dh
-11.397
0.003818

Aposteriori Covariance Matrix: 4.143966E-006
-4.656227E-006        7.904226E-006
5.462692E-006        -3.392536E-006        4.616907E-006

Variance Ratio      Cutoff:      3.5        1.5
Reference Variance: 22.911

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase      794/1
0.017

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002  17:48
                              WAVE 2.35
                              00000192.SSF

Solution Output File (SSF):  00000192.SSF

From Station:                LPGS
Data file:                   LPGS089K.RNX
Antenna Height (meters):    0.046 True Vertical
Position Quality:           Fixed Control

WGS 84 Position:            34° 54' 24.303770" E          X
2780102.561                  57° 55' 56.278670" S          Y  -
                              29.334                          Z  -

4437418.245
3629404.732

To Station:                  LAGU
Data file:                   51830895.DAT
Antenna Height (meters):    0.732 True Vertical          0.674 Uncorrected

WGS 84 Position:            34° 52' 21.567327" E          X
2779404.867                  57° 57' 21.864272" S          Y  -
                              19.907                          Z  -

4440398.702
3626296.896

Start Time:                  30/03/02 18:51:30.00 GPS      (1159 586290.00)
Stop Time:                   30/03/02 20:07:15.00 GPS      (1159 590835.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:15:45.00      30.00

Solution Type:               L1 fixed double difference
Solution Acceptability:      Passed ratio test

Ephemeris:                   Broadcast
Met Data:                    Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 4362.172          0.001313

                              Backward
Normal Section Azimuth:      330° 06' 46.598144"      150° 07'
35.553578"
Vertical Angle:              -0° 08' 36.472809"      0° 06'
15.078052"

Baseline Components (meters): dx      -697.695      dy      -2980.457      dz
3107.836
Standard Deviations (meters): 0.001568          0.002870

-10.923                      dn      3782.032      de      -2173.628      du
0.003436                      0.001293          0.001018

-9.427
0.003436                      dh

Apriori Covariance Matrix:   2.459804E-006
                              -3.391053E-006      8.235649E-006
                              -1.895120E-006      3.916034E-006
3.818272E-006

Variance Ratio      Cutoff:      4.0          1.5
Reference Variance: 15.531

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase          605/5
0.014

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002  17:48
                              WAVE 2.35
                              00000156.SSF

Solution Output File (SSF):

From Station:               LPGS
Data file:                  LPGS088F.RNX
Antenna Height (meters):   0.046 True Vertical
Position Quality:          Fixed Control

WGS 84 Position:          34° 54' 24.303770" E            X
2780102.561                57° 55' 56.278670" S            Y -
4437418.245                29.334                            Z -
3629404.732

To Station:                 LATE
Data file:                  11840885.DAT
Antenna Height (meters):   1.406 True Vertical      1.345 Uncorrected

WGS 84 Position:          34° 51' 38.655613" E            X
2780926.656                57° 56' 29.795490" S            Y -
4440337.152                19.233                            Z -
3625211.521

Start Time:                 29/03/02 21:21:45.00 GPS      (1159 508905.00)
Stop Time:                  29/03/02 22:36:30.00 GPS      (1159 513390.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:14:45.00      30.00

Solution Type:              L1 fixed double difference
Solution Acceptability:    Passed ratio test

Ephemeris:                  Broadcast
Met Data:                   Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 5175.150          0.001136

                                Forward
Backward
Normal Section Azimuth:    350° 31' 52.745290"      170° 32'
11.914242"
Vertical Angle:            -0° 08' 06.562385"      0° 05'
18.648018"

Baseline Components (meters): dx      824.095      dy      -2918.907      dz
4193.212
Standard Deviations (meters): 0.001705          0.002334
0.001913

                                dn      5104.628      de      -851.354      du
-12.208
                                0.001129          0.000824
0.003172

                                dh
-10.101
0.003172

Aposteriori Covariance Matrix:
                                2.905734E-006
                                -3.271429E-006          5.448203E-006
                                -2.368625E-006          3.169337E-006
3.660677E-006

Variance Ratio      Cutoff:      5.0          1.5
Reference Variance: 14.865

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase      775/4
0.014

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                              WAVE 2.35
Solution Output File (SSF):  00000224.SSF

From Station:                LPGS
Data file:                   LPGS089M.RNX
Antenna Height (meters):    0.046 True Vertical
Position Quality:           Fixed Control

WGS 84 Position:           34° 54' 24.303770" E      X
2780102.561
                              57° 55' 56.278670" S      Y      -
4437418.245
                              29.334                      Z      -
3629404.732

To Station:                  ROTO
Data file:                   49160896.DAT
Antenna Height (meters):    1.582 True Vertical      1.520 Uncorrected

WGS 84 Position:           34° 53' 21.317958" E      X
2778801.575
                              57° 57' 24.018486" S      Y      -
4439537.975
                              23.943                      Z      -
3627809.696

Start Time:                 30/03/02 22:03:30.00 GPS      (1159 597810.00)
Stop Time:                  30/03/02 23:18:15.00 GPS      (1159 602295.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:14:45.00      30.00

Solution Type:              L1 fixed double difference
Solution Acceptability:     Passed ratio test

Ephemeris:                  Broadcast
Met Data:                   Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 2954.651      0.000847

                              Forward
Backward
Normal Section Azimuth:     311° 03' 33.315785"      131° 04'
23.513643"
Vertical Angle:             -0° 07' 04.178327"      0° 05'
28.545403"

Baseline Components (meters): dx      -1300.987      dy      -2119.730      dz
1595.036
Standard Deviations (meters): 0.001361      0.001894
0.001431

dn      1940.726      de      -2227.893      du
-6.076
0.002476
0.000969      0.000647

dh
-5.391
0.002476

Aposteriori Covariance Matrix:
                              1.851625E-006
                              -2.136061E-006      3.586859E-006
                              -1.346032E-006      1.775004E-006
2.048009E-006

Variance Ratio      Cutoff:      4.9      1.5
Reference Variance: 11.082

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase      885/6
0.010

```

```

Project Name:                Trabajo Final
Processed:                   Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                              WAVE 2.35
Solution Output File (SSF):  00000064.SSF

From Station:                MIGU
Data file:                   51830880.DAT
Antenna Height (meters):    1.527 True Vertical          1.465 Uncorrected
Position Quality:           Network Adjustment

WGS 84 Position:           34° 48' 22.805719" E                X
2778798.767
                              57° 59' 33.460057" S                Y -
4445734.631
                              18.859                            Z -
3620257.422

To Station:                  1ROT
Data file:                   49160880.DAT
Antenna Height (meters):    1.612 True Vertical          1.550 Uncorrected

WGS 84 Position:           34° 48' 17.555388" E                X
2779474.929
                              57° 59' 04.359713" S                Y -
4445420.877
                              18.894                            Z -
3620124.594

Start Time:                  29/03/02 12:28:30.00 GPS      (1159 476910.00)
Stop Time:                   29/03/02 13:41:45.00 GPS      (1159 481305.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds):  01:13:15.00      15.00

Solution Type:               L1 fixed double difference
Solution Acceptability:     Passed ratio test

Ephemeris:                   Broadcast
Met Data:                    Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters):  757.153          0.000418

                              Forward
Backward
Normal Section Azimuth:     77° 39' 49.657654"          257° 39'
33.047356"
Vertical Angle:              -0° 00' 02.609355"          -0° 00'
21.854771"

Baseline Components (meters): dx      676.163      dy      313.755      dz
132.828
Standard Deviations (meters): 0.000635          0.000719
0.000611

-0.010                        dn      161.764      de      739.671      du
0.000961                      0.000450          0.000411
0.035                                                                    dh
0.000961

Aposteriori Covariance Matrix: 4.029479E-007
-2.962976E-007          5.174842E-007
-2.008473E-007          2.452221E-007
3.736800E-007

Variance Ratio      Cutoff:      38.6          1.5
Reference Variance: 2.614

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase          1525/2
0.006

```

```

Project Name:                    Trabajo Final
Processed:                      Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                                WAVE 2.35
                                00000088.SSF

Solution Output File (SSF):

From Station:                  MIGU
Data file:                    11840882.DAT
Antenna Height (meters):     1.442 True Vertical          1.380 Uncorrected
Position Quality:            Network Adjustment

WGS 84 Position:             34° 48' 22.805614" E          X
2778798.764
                                57° 59' 33.460043" S          Y  -
4445734.626
                                18.849          Z  -
3620257.414

To Station:                   POST
Data file:                    51830882.DAT
Antenna Height (meters):     1.353 True Vertical          1.292 Uncorrected

WGS 84 Position:             34° 48' 45.074138" E          X
2778666.932
                                57° 59' 29.929714" S          Y  -
4445354.427
                                18.186          Z  -
3620820.465

Start Time:                   29/03/02 15:49:30.00 GPS      (1159 488970.00)
Stop Time:                    29/03/02 17:04:45.00 GPS      (1159 493485.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:15:15.00      15.00

Solution Type:                L1 fixed double difference
Solution Acceptability:      Passed ratio test

Ephemeris:                   Broadcast
Met Data:                    Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 692.067          0.000442

                                Forward
Backward
Normal Section Azimuth:      172° 33' 02.595992"      352° 33'
00.580721"
Vertical Angle:              -0° 03' 28.853800"      0° 03'
06.397423"

Baseline Components (meters): dx      -131.832      dy      380.199      dz
-563.051
Standard Deviations (meters): 0.000493          0.000661
0.000526

                                dn      -686.226      de      89.725      du
-0.701
                                0.000452          0.000311
0.000810
                                dh
-0.663
0.000810

Aposteriori Covariance Matrix:
                                2.432110E-007
                                -2.235551E-007      4.375294E-007
                                -7.354958E-008      1.708598E-007
2.770379E-007

Variance Ratio      Cutoff:      17.9          1.5
Reference Variance: 2.396

Observable      Count/Rejected      RMS:      L1 phase          1922/4
0.005

```

```

Project Name: Trabajo Final
Processed: Saturday, 21 de September de 2002 17:48
          WAVE 2.35
          00000100.SSF

Solution Output File (SSF): 00000100.SSF

From Station: POST
Data file: 51830883.DAT
Antenna Height (meters): 1.353 True Vertical 1.292 Uncorrected
Position Quality: Network Adjustment

WGS 84 Position: 34° 48' 45.074154" E X
2778666.929 57° 59' 29.929740" S Y -
4445354.423 18.181 Z -
3620820.462

To Station: ROTA
Data file: 11840883.DAT
Antenna Height (meters): 1.203 True Vertical 1.142 Uncorrected

WGS 84 Position: 34° 49' 20.795047" E X
2780086.075 57° 58' 08.615180" S Y -
4443726.223 18.732 Z -
3621724.485

Start Time: 29/03/02 17:31:30.00 GPS (1159 495090.00)
Stop Time: 29/03/02 18:46:00.00 GPS (1159 499560.00)
Occupation Time Meas. Interval (seconds): 01:14:30.00 15.00

Solution Type: L1 fixed double difference
Solution Acceptability: Passed ratio test

Ephemeris: Broadcast
Met Data: Standard
Baseline Slope Distance Std. Dev. (meters): 2341.425 0.000676

                                Forward
Backward
Normal Section Azimuth: 118° 02' 57.125452" 298° 02'
10.697725"
Vertical Angle: 0° 00' 10.614338" -0° 01'
26.327539"

Baseline Components (meters): dx 1419.146 dy 1628.201 dz
-904.023
Standard Deviations (meters): 0.000933 0.001037
0.001102

dn -1101.007 de 2066.411 du
0.120 0.000782 0.000594
0.001482 dh
0.550
0.001482

Aposteriori Covariance Matrix: 8.709381E-007
-6.400984E-007 1.074602E-006
-5.804604E-007 5.505942E-007
1.214152E-006

Variance Ratio Cutoff: 14.8 1.5
Reference Variance: 5.395

Observable Count/Rejected RMS: L1 phase 1458/2
0.008

```

```

Project Name:                    Trabajo Final
Processed:                      Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                                WAVE 2.35
                                00000112.SSF

Solution Output File (SSF):

From Station:                   ROTA
Data file:                      51830891.DAT
Antenna Height (meters):       1.126 True Vertical          1.065 Uncorrected
Position Quality:              Network Adjustment

WGS 84 Position:               34° 49' 20.794952" E                      X
2780086.065                    57° 58' 08.614882" S                      Y -
                                18.693                                      Z -

4443726.193

3621724.460

To Station:                     POST
Data file:                      11840890.DAT
Antenna Height (meters):       1.346 True Vertical          1.285 Uncorrected

WGS 84 Position:               34° 48' 45.074273" E                      X
2778666.926                    57° 59' 29.929279" S                      Y -
                                18.155                                      Z -

4445354.397

3620820.451

Start Time:                    30/03/02 11:58:15.00 GPS          (1159 561495.00)
Stop Time:                     30/03/02 13:06:45.00 GPS          (1159 565605.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:08:30.00          15.00

Solution Type:                  L1 fixed double difference
Solution Acceptability:        Passed ratio test

Ephemeris:                     Broadcast
Met Data:                      Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 2341.418          0.000368

                                Forward
Backward
Normal Section Azimuth:        298° 02' 10.358789"          118° 02'
56.786423"
Vertical Angle:                -0° 01' 25.185244"          0° 00'
09.472262"

Baseline Components (meters):  dx      -1419.139      dy      -1628.204      dz
904.010
Standard Deviations (meters): 0.000661          0.000752

-0.967                          dn      1100.535      de      -2066.654      du
0.001037                          0.000514          0.000445

-0.537                                  dh

0.001037

Aposteriori Covariance Matrix:  4.366417E-007
                                -3.052077E-007          5.653582E-007
                                -1.510486E-007          3.567087E-007
5.351162E-007

Variance Ratio      Cutoff:          24.4          1.5
Reference Variance: 2.007

Observable      Count/Rejected      RMS:          L1 phase          1165/2
0.005

```

```

Project Name:                      Trabajo Final
Processed:                          Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                                     WAVE 2.35
                                     00000136.SSF

Solution Output File (SSF):

From Station:                      TOMA
Data file:                          11840892.DAT
Antenna Height (meters):           1.387 True Vertical          1.326 Uncorrected
Position Quality:                   Network Adjustment

WGS 84 Position:                   34° 49' 59.191220" E                X
2781371.975                          57° 56' 52.359922" S                Y -
4442128.387                          23.039                              Z -
3622698.217

To Station:                          AZUR
Data file:                          51830893.DAT
Antenna Height (meters):           1.028 True Vertical          0.968 Uncorrected

WGS 84 Position:                   34° 50' 43.849674" E                X
2782217.534                          57° 55' 53.610542" S                Y -
4440666.352                          18.121                              Z -
3623824.933

Start Time:                         30/03/02 15:23:30.00 GPS          (1159 573810.00)
Stop Time:                          30/03/02 16:37:45.00 GPS          (1159 578265.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:14:15.00          15.00

Solution Type:                       L1 fixed double difference
Solution Acceptability:               Passed ratio test

Ephemeris:                           Broadcast
Met Data:                             Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 2030.273          0.000655

                                     Forward
Backward
Normal Section Azimuth:             132° 40' 47.604730"          312° 40'
14.042929"
Vertical Angle:                     -0° 08' 52.530272"          0° 07'
46.807927"

Baseline Components (meters):        dx      845.559      dy      1462.035      dz      -
1126.717
Standard Deviations (meters):        0.000999          0.001317

                                     dn      -1376.321      de      1492.555      du
-5.242                               0.000942          0.000590

                                     dh
0.001609

Aposteriori Covariance Matrix:
                                     9.989731E-007
                                     -9.543707E-007          1.735134E-006
                                     -2.300201E-007          6.439109E-007

1.092184E-006

Variance Ratio      Cutoff:          12.7          1.5
Reference Variance: 9.163

Observable      Count/Rejected      RMS:          L1 phase          2025/3
0.010

```

```

Project Name:                    Trabajo Final
Processed:                       Saturday, 21 de September de 2002 17:48
                                  WAVE 2.35
                                  00000124.SSF

Solution Output File (SSF):

From Station:                    TOMA
Data file:                       11840891.DAT
Antenna Height (meters):         1.387 True Vertical           1.326 Uncorrected
Position Quality:                Network Adjustment

WGS 84 Position:                 34° 49' 59.191083" E                X
2781371.979
                                  57° 56' 52.359820" S                Y -
4442128.388
                                  23.040                                Z -
3622698.213

To Station:                       ROTA
Data file:                       51830892.DAT
Antenna Height (meters):         1.126 True Vertical           1.065 Uncorrected

WGS 84 Position:                 34° 49' 20.794868" E                X
2780086.068
                                  57° 58' 08.614858" S                Y -
4443726.197
                                  18.696                                Z -
3621724.460

Start Time:                       30/03/02 13:42:15.00 GPS           (1159 567735.00)
Stop Time:                       30/03/02 14:57:45.00 GPS           (1159 572265.00)
Occupation Time      Meas. Interval (seconds): 01:15:30.00           15.00

Solution Type:                    L1 fixed double difference
Solution Acceptability:           Passed ratio test

Ephemeris:                       Broadcast
Met Data:                         Standard
Baseline Slope Distance      Std. Dev. (meters): 2270.408           0.000347

                                  Forward
Backward
Normal Section Azimuth:          301° 24' 12.026251"           121° 24'
55.576670"
Vertical Angle:                  -0° 07' 11.315210"           0° 05'
57.881813"

Baseline Components (meters):     dx      -1285.910      dy      -1597.808      dz
973.753
Standard Deviations (meters):    0.000568           0.000759
0.000606

                                  dn      1183.015      de      -1937.835      du
-4.748
                                  0.000427           0.000311
0.000994
                                  dh
-4.343
0.000994

Aposteriori Covariance Matrix:   3.229169E-007
                                  -3.310314E-007           5.760444E-007
3.669176E-007                   -2.042378E-007           2.835777E-007

Variance Ratio      Cutoff:       21.8           1.5
Reference Variance: 2.569

Observable      Count/Rejected      RMS:           L1 phase           2061/2
0.006

```

# **COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE VECTORES**



## VECTOR 2ROT-1ROT

	GPSurvey		GPPS	
	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 1	Sesión 2
Est. De Ref.	2ROT	2ROT	2ROT	2ROT
Latitud Sur	34 47 49.34382	34 47 49.34382	34 47 49.34382	34 47 49.34382
Longitud Oeste	57 59 31.94636	57 59 31.94636	57 59 31.94636	57 59 31.94636
Altura Elip.	18.851	18.851	18.851	18.851
Est. Desc.	1ROT	1ROT	1ROT	1ROT
Latitud Sur	34 48 17.55537	34 48 17.55527	34 48 17.55537	34 48 17.55528
Longitud Oeste	57 59 04.35972	57 59 04.35980	57 59 4.35973	57 59 4.35981
Altura Elip.	18.893	18.895	18.893	18.894
Long. de la base	1116.923	1116.919	1116.923	1116.919
RATIO	39.5	35.1	100	100
Var. de Ref.	2.665	4.728		
RMS (m)	0.0004	0.0005	0.0068	0.0087
Error Relativo (ppm)	0.38	0.45	6.07	7.78
Solución	L1 Fija	L1 Fija	L1 Fija	L1 Fija

	Dif. entre programas (en seg)		Dif. entre sesiones (en seg)		Dif. entre programas (en m)		Dif. entre sesiones (en m)	
	Sesión 1	Sesión 2	GP Survey	GPPS	Sesión 1	Sesión 2	GP Survey	GPPS
Est. De Ref.								
Latitud Sur	0.00000"	0.00000"	0.00000"	0.00000"	0.000	0.000	0.000	0.000
Longitud Oeste	0.00000"	0.00000"	0.00000"	0.00000"	0.000	0.000	0.000	0.000
Altura Elip.	0.000m	0.000m	0.000m	0.000m	0.000	0.000	0.000	0.000
Est. Desc.								
Latitud Sur	0.00000"	0.00001"	0.00010"	0.00011"	0.000	0.000	0.003	0.003
Longitud Oeste	0.00001"	0.00001"	0.00008"	0.00008"	0.000	0.000	0.002	0.002
Altura Elip.	0.000m	0.001m	0.000m	0.001m	0.000	0.001	0.000	0.001
Long. de la base	0.000m	0.000m	0.002m	0.004m	0.000m	0.000m	0.002m	0.004m

## VECTOR 1ROT-MIGU

	GPSurvey		GPPS	
	Sesión 1	Sesión 3	Sesión 1	Sesión 3
Est. De Ref.	1ROT	1ROT	1ROT	1ROT
Latitud Sur	34 48 17.55536	34 48 17.55539	34 48 17.55537	34 48 17.55528
Longitud Oeste	57 59 04.35968	57 59 04.35971	57 59 4.35973	57 59 4.35981
Altura Elip.	18.877	18.894	18.893	18.894
Est. Desc.	MIGU	MIGU	MIGU	MIGU
Latitud Sur	34 48 22.80561	34 48 22.80572	34 48 22.80571	34 48 22.80555
Longitud Oeste	57 59 33.46004	57 59 33.46006	57 59 33.46007	57 59 33.46017
Altura Elip.	18.849	18.859	18.858	18.867
Long. de la base	757.153	757.153	757.153	757.153
RATIO	17.6	38.6	100	100
Var. de Ref.	2.362	2.614		
RMS (m)	0.0003	0.0004	0.0070	0.0065
Error Relativo (ppm)	0.44	0.55	9.20	8.58
Solución	L1 Fija	L1 Fija	L1 Fija	L1 Fija

	Dif. entre programas (en seg)		Dif. entre sesiones (en seg)		Dif. entre programas (en m)		Dif. entre sesiones (en m)	
	Sesión 1	Sesión 3	GP Survey	GPPS	Sesión 1	Sesión 3	GP Survey	GPPS
Est. De Ref.								
Latitud Sur	0.00001"	0.00011"	0.00003"	0.00009"	0.000	0.003	0.001	0.003
Longitud Oeste	0.00005"	0.00010"	0.00003"	0.00008"	0.001	0.002	0.001	0.002
Altura Elip.	0.016m	0.000m	0.017m	0.001m	0.016	0.000	0.017	0.001
Est. Desc.								
Latitud Sur	0.00010"	0.00017"	0.00011"	0.00016"	0.003	0.005	0.003	0.005
Longitud Oeste	0.00003"	0.00011"	0.00002"	0.00010"	0.001	0.003	0.000	0.002
Altura Elip.	0.009m	0.008m	0.010m	0.009m	0.009	0.008	0.010	0.009
Long. de la base	0.000m	0.000m	0.000m	0.000m	0.000m	0.000m	0.000m	0.000m

## VECTOR 1ROT-POST

	GPSurvey			GPPS		
	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4
Est. De Ref.	1ROT	1ROT	1ROT	1ROT	1ROT	1ROT
Latitud Sur	34 48 17.55528	34 48 17.55536	34 48 17.55536	34 48 17.55528	34 48 17.55528	34 48 17.55528
Longitud Oeste	57 59 04.35981	57 59 04.35968	57 59 04.35968	57 59 4.35981	57 59 4.35981	57 59 4.35981
Altura Elip.	18.895	18.877	18.877	18.894	18.894	18.894
Est. Desc.	POST	POST	POST	POST	POST	POST
Latitud Sur	34 48 45.07412	34 48 45.07414	34 48 45.07415	34 48 45.07413	34 48 45.07407	34 48 45.07407
Longitud Oeste	57 59 29.92988	57 59 29.92972	57 59 29.92974	57 59 29.92988	57 59 29.92984	57 59 29.92986
Altura Elip.	18.202	18.187	18.181	18.201	18.204	18.198
Long. de la base	1068.419	1068.416	1068.417	1068.419	1068.417	1068.417
RATIO	34	13.6	24.6	100	100	100
Var. de Ref.	4.948	2.981	3.413			
RMS (m)	0.0005	0.0005	0.0005	0.0091	0.0073	0.0077
Error Relativo (ppm)	0.51	0.46	0.50	8.47	6.83	7.19
Solución	L1 Fija					

	Dif. entre programas (en seg)			Dif. entre sesiones (en seg)		Dif. entre programas (en m)			Dif. entre sesiones (en m)	
	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	GP Survey	GPPS	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	GP Survey	GPPS
Est. De Ref.										
Latitud Sur	0.00000"	0.00008"	0.00008"	0.00008"	0.00000"	0.000	0.002	0.002	0.002	0.000
Longitud Oeste	0.00000"	0.00013"	0.00013"	0.00013"	0.00000"	0.000	0.003	0.003	0.003	0.000
Altura Elip.	0.001m	0.017m	0.016m	0.018m	0.000m	0.001m	0.017m	0.016m	0.018m	0.000m
Est. Desc.										
Latitud Sur	0.00001"	0.00007"	0.00008"	0.00003"	0.00006"	0.000	0.002	0.002	0.001	0.002
Longitud Oeste	0.00000"	0.00012"	0.00012"	0.00016"	0.00004"	0.000	0.003	0.003	0.004	0.001
Altura Elip.	0.001m	0.017m	0.017m	0.021m	0.006m	0.001	0.017	0.017	0.021	0.006
Long. de la base	0.000m	0.001m	0.000m	0.003m	0.002m	0.000m	0.001m	0.000m	0.003m	0.002m

## VECTOR POST-ROTA

	GPSurvey		GPPS	
	Sesión 4	Sesión 5	Sesión 4	Sesión 5
Est. De Ref. Latitud Sur Longitud Oeste Altura Elip.	POST 34 48 45.07415 57 59 29.92974 18.181	POST 34 48 45.07427 57 59 29.92928 18.155	POST 34 48 45.07407 57 59 29.92986 18.198	POST 34 48 45.07429 58 59 29.92930 18.157
Est. Desc. Latitud Sur Longitud Oeste Altura Elip.	ROTA 34 49 20.79505 57 58 08.61518 18.732	ROTA 34 49 20.79495 57 58 08.61488 18.693	ROTA 34 49 20.79498 57 58 8.61530 18.748	ROTA 34 49 20.79496 57 58 8.61489 18.694
Long. de la base	2341.425	2341.418	2341.425	2341.418
RATIO	14.8	24.4	100	100
Var. de Ref.	5.395	2.007		
RMS (m)	0.0007	0.0004	0.0097	0.0053
Error Relativo (ppm)	0.29	0.16	4.12	2.26
Solución	L1 Fija	L1 Fija	L1 Fija	L1 Fija

	Dif. entre programas (en seg.)		Dif. entre sesiones (en seg.)		Dif. entre programas (en m.)		Dif. entre sesiones (en m.)	
	Sesión 4	Sesión 5	GP Survey	GPPS	Sesión 4	Sesión 5	GP Survey	GPPS
Est. De Ref. Latitud Sur Longitud Oeste Altura Elip.	0.00008" 0.00012" 0.017m	0.00001" 0.00001" 0.001m	0.00012" 0.00046" 0.026m	0.00012" 0.00056" 0.041m	0.002 0.003 0.017	0.000 0.000 0.001	0.004 0.011 0.026	0.004 0.014 0.041
Est. Desc. Latitud Sur Longitud Oeste Altura Elip.	0.00007" 0.00012" 0.016m	0.00002" 0.00002" 0.002m	0.00010" 0.00030" 0.039m	0.00002" 0.00041" 0.044m	0.002 0.003 0.016	0.001 0.000 0.002	0.003 0.007 0.039	0.001 0.010 0.044
Long. de la base	0.000m	0.000m	0.007m	0.007m	0.000m	0.000m	0.007m	0.007m

## VECTOR ALCA-ROTA

	GPSurvey		GPPS	
	Sesión 5	Sesión 6	Sesión 5	Sesión 6
Est. De Ref. Latitud Sur Longitud Oeste Altura Elip.	ALCA 34 50 32.17609 57 57 38.93818 18.475			
Est. Desc. Latitud Sur Longitud Oeste Altura Elip.	ROTA 34 49 20.79495 57 58 08.61488 18.693	ROTA 34 49 20.79487 57 58 08.61487 18.696	ROTA 34 49 20.79496 57 58 8.61489 18.694	ROTA 34 49 20.79487 57 58 8.61487 18.697
Long. de la base	2325.347	2325.349	2325.347	2325.350
RATIO	29.5	18.8	100	100
Var. de Ref.	1.747	2.846		
RMS (m)	0.0004	0.0004	0.0052	0.0067
Error Relativo (ppm)	0.18	0.19	2.25	2.89
Solución	L1 Fija	L1 Fija	L1 Fija	L1 Fija

	Dif. entre programas (en seg.)		Dif. entre sesiones (en seg.)		Dif. entre programas (en m.)		Dif. entre sesiones (en m.)	
	Sesión 5	Sesión 6	GP Survey	GPPS	Sesión 5	Sesión 6	GP Survey	GPPS
Est. De Ref.								
Latitud Sur	0.00000"	0.00000"	0.00000"	0.00000"	0.000	0.000	0.000	0.000
Longitud Oeste	0.00000"	0.00000"	0.00000"	0.00000"	0.000	0.000	0.000	0.000
Altura Elip.	0.000m	0.000m	0.000m	0.000m	0.000	0.000	0.000	0.000
Est. Desc.								
Latitud Sur	0.00001"	0.00000"	0.00008"	0.00009"	0.000	0.000	0.002	0.003
Longitud Oeste	0.00001"	0.00000"	0.00001"	0.00002"	0.000	0.000	0.000	0.000
Altura Elip.	0.001m	0.001m	0.003m	0.003m	0.001	0.001	0.003	0.003
Long. de la base	0.000m	0.001m	0.002m	0.003m	0.000m	0.001m	0.002m	0.003m

## VECTOR ALCA-TOMA

	GPSurvey		GPPS	
	Sesión 6	Sesión 7	Sesión 6	Sesión 7
Est. De Ref.	ALCA	ALCA	ALCA	ALCA
Latitud Sur	34 50 32.17609	34 50 32.17609	34 50 32.17609	34 50 32.17609
Longitud Oeste	57 57 38.93818	57 57 38.93818	57 57 38.93818	57 57 38.93818
Altura Elip.	18.475	18.475	18.475	18.475
Est. Desc.	TOMA	TOMA	TOMA	TOMA
Latitud Sur	34 49 59.19108	34 49 59.19122	34 49 59.19109	34 49 59.19122
Longitud Oeste	57 56 52.35982	57 56 52.35992	57 56 52.35983	57 56 52.35993
Altura Elip.	23.040	23.039	23.040	23.040
Long. de la base	1560.065	1560.060	1560.064	1560.060
RATIO	18.7	14.2	100	100
Var. de Ref.	2.954	8.386		
RMS (m)	0.0004	0.0008	0.0071	0.0118
Error Relativo (ppm)	0.25	0.53	4.54	7.54
Solución	L1 Fija	L1 Fija	L1 Fija	L1 Fija

	Dif. entre programas (en seg.)		Dif. entre sesiones (en seg.)		Dif. entre programas (en m.)		Dif. entre sesiones (en m.)	
	Sesión 6	Sesión 7	GP Survey	GPPS	Sesión 6	Sesión 7	GP Survey	GPPS
Est. De Ref.								
Latitud Sur	0.00000"	0.00000"	0.00000"	0.00000"	0.000	0.000	0.000	0.000
Longitud Oeste	0.00000"	0.00000"	0.00000"	0.00000"	0.000	0.000	0.000	0.000
Altura Elip.	0.000m	0.000m	0.000m	0.000m	0.000	0.000	0.000	0.000
Est. Desc.								
Latitud Sur	0.00001"	0.00000"	0.00014"	0.00013"	0.000	0.000	0.004	0.004
Longitud Oeste	0.00001"	0.00001"	0.00010"	0.00010"	0.000	0.000	0.002	0.002
Altura Elip.	0.000m	0.001m	0.001m	0.000m	0.000	0.001	0.001	0.000
Long. de la base	0.001m	0.000m	0.002m	0.003m	0.001m	0.000m	0.002m	0.003m

## VECTOR ALCA-AZUR

	GPSurvey		GPPS	
	Sesión 7	Sesión 8	Sesión 7	Sesión 8
Est. De Ref. Latitud Sur Longitud Oeste Altura Elip.	ALCA 34 50 32.17609 57 57 38.93818 18.475	ALCA 34 50 32.17609 57 57 38.93818 18.475	ALCA 34 50 32.17609 57 57 38.93818 18.475	ALCA 34 50 32.17620 57 57 38.93852 18.403
Est. Desc. Latitud Sur Longitud Oeste Altura Elip.	AZUR 34 50 43.84967 57 55 53.61055 18.120	AZUR 34 50 43.84995 57 55 53.61046 18.061	AZUR 34 50 43.84966 57 55 53.61056 18.121	AZUR 34 50 43.84994 57 55 53.61047 18.062
Long. de la base	2700.021	2700.033	2700.021	2700.033
RATIO	11.6	10.2	100	100
Var. de Ref.	10.053	9.116		
RMS (m)	0.0006	0.0009	0.0132	0.0119
Error Relativo (ppm)	0.22	0.34	4.88	4.39
Solución	L1 Fija	L1 Fija	L1 Fija	L1 Fija

	Dif. entre programas (en seg.)		Dif. entre sesiones (en seg.)		Dif. entre programas (en m.)		Dif. entre sesiones (en m.)	
	Sesión 7	Sesión 8	GP Survey	GPPS	Sesión 7	Sesión 8	GP Survey	GPPS
Est. De Ref. Latitud Sur Longitud Oeste Altura Elip.	0.00000" 0.00000" 0.000m	0.00011" 0.00034" 0.072m	0.00000" 0.00000" 0.000m	0.00011" 0.00034" 0.072m	0.000 0.000 0.000	0.003 0.008 0.072	0.000 0.000 0.000	0.003 0.008 0.072
Est. Desc. Latitud Sur Longitud Oeste Altura Elip.	0.00001" 0.00001" 0.001m	0.00001" 0.00001" 0.001m	0.00028" 0.00009" 0.059m	0.00028" 0.00009" 0.059m	0.000 0.000 0.001	0.000 0.000 0.001	0.008 0.002 0.059	0.008 0.002 0.059
Long. de la base	0.000m	0.000m	0.012m	0.012m	0.000m	0.000m	0.012m	0.012m

## VECTOR GATO-AZUR

	GPSurvey		GPPS	
	Sesión 8	Sesión 9	Sesión 8	Sesión 9
Est. De Ref. Latitud Sur Longitud Oeste Altura Elip.	GATO 34 51 27.49727 57 57 31.57714 20.603	GATO 34 51 27.49754 57 57 31.57653 20.491	GATO 34 51 27.49727 57 57 31.57714 20.603	GATO 34 51 27.49744 57 57 31.57656 20.512
Est. Desc. Latitud Sur Longitud Oeste Altura Elip.	AZUR 34 50 43.84994 57 55 53.61047 18.061	AZUR 34 50 43.85001 57 55 53.60969 17.934	AZUR 34 50 43.84993 57 55 53.61046 18.062	AZUR 34 50 43.84992 57 55 53.60973 17.956
Long. de la base	2828.924	2828.930	2828.924	2828.930
RATIO	9.6	7.6	100	100
Var. de Ref.	8.929	11.089		
RMS (m)	0.0009	0.0007	0.0132	0.0120
Error Relativo (ppm)	0.31	0.26	4.66	4.23
Solución	L1 Fija	L1 Fija	L1 Fija	L1 Fija

	Dif. entre programas (en seg.)		Dif. entre sesiones (en seg.)		Dif. entre programas (en m.)		Dif. entre sesiones (en m.)	
	Sesión 8	Sesión 9	GP Survey	GPPS	Sesión 8	Sesión 9	GP Survey	GPPS
Est. De Ref.								
Latitud Sur	0.00000"	0.00010"	0.00027"	0.00017"	0.000	0.003	0.008	0.005
Longitud Oeste	0.00000"	0.00003"	0.00061"	0.00058"	0.000	0.001	0.015	0.014
Altura Elip.	0.000m	0.021m	0.112m	0.091m	0.000	0.021	0.112	0.091
Est. Desc.								
Latitud Sur	0.00001"	0.00009"	0.00007"	0.00001"	0.000	0.003	0.002	0.000
Longitud Oeste	0.00001"	0.00004"	0.00078"	0.00073"	0.000	0.001	0.019	0.018
Altura Elip.	0.001m	0.022m	0.127m	0.106m	0.001	0.022	0.127	0.106
Long. de la base	0.000m	0.000m	0.006m	0.006m	0.000m	0.000m	0.006m	0.006m

## VECTOR LATE-GATO

	GPSurvey		GPPS	
	Sesión 9	Sesión 10	Sesión 9	Sesión 10
Est. De Ref.	LATE	LATE	LATE	LATE
Latitud Sur	34 51 38.65561	34 51 38.65533	34 51 38.65551	35 51 38.65551
Longitud Oeste	57 56 29.79549	57 56 29.79605	57 56 29.79552	58 56 29.79552
Altura Elip.	19.233	19.337	19.254	19.254
Est. Desc.	GATO	GATO	GATO	GATO
Latitud Sur	34 51 27.49754	34 51 27.49716	34 51 27.49744	34 51 27.49732
Longitud Oeste	57 57 31.57653	57 57 31.57697	57 57 31.57656	57 57 31.57645
Altura Elip.	20.490	20.592	20.512	20.509
Long. de la base	1606.546	1606.544	1606.546	1606.544
RATIO	17.1	10.5	100	100
Var. de Ref.	4.574	5.766		
RMS (m)	0.0005	0.0006	0.0088	0.0098
Error Relativo (ppm)	0.29	0.34	5.45	6.13
Solución	L1 Fija	L1 Fija	L1 Fija	L1 Fija

	Dif. entre programas (en seg.)		Dif. entre sesiones (en seg.)		Dif. entre programas (en m.)		Dif. entre sesiones (en m.)	
	Sesión 9	Sesión 10	GP Survey	GPPS	Sesión 9	Sesión 10	GP Survey	GPPS
Est. De Ref.								
Latitud Sur	0.00010"	0.00018"	0.00028"	0.00000"	0.003	0.005	0.008	0.000
Longitud Oeste	0.00003"	0.00053"	0.00056"	0.00000"	0.001	0.013	0.014	0.000
Altura Elip.	0.021m	0.083m	0.104m	0.000m	0.021m	0.083m	0.104m	0.000m
Est. Desc.								
Latitud Sur	0.00010"	0.00016"	0.00038"	0.00012"	0.003	0.005	0.011	0.004
Longitud Oeste	0.00003"	0.00052"	0.00044"	0.00011"	0.001	0.013	0.010	0.003
Altura Elip.	0.022m	0.083m	0.102m	0.003m	0.022m	0.083m	0.102m	0.003m
Long. de la base	0.000m	0.000m	0.002m	0.002m	0.000m	0.000m	0.002m	0.002m

## VECTOR GATO-LAGU

	GPSurvey		GPPS	
	Sesión 10	Sesión 11	Sesión 10	Sesión 11
Est. De Ref. Latitud Sur Longitud Oeste Altura Elip.	GATO 34 51 27.49716 57 57 31.57697 20.592	GATO 34 51 27.49769 57 57 31.57648 20.507	GATO 34 51 27.49732 57 57 31.57645 20.509	GATO 34 51 27.49752 57 57 31.57632 20.521
Est. Desc. Latitud Sur Longitud Oeste Altura Elip.	LAGU 34 52 21.56670 57 57 21.86455 19.991	LAGU 34 52 21.56733 57 57 21.86427 19.907	LAGU 34 52 21.56687 57 57 21.86403 19.908	LAGU 34 52 21.56717 57 57 21.86409 19.910
Long. de la base	1684.383	1684.385	1684.383	1684.385
RATIO	10.9	8.7	100	100
Var. de Ref.	11.089	8.607		
RMS (m)	0.0010	0.0009	0.0113	0.0118
Error Relativo (ppm)	0.62	0.53	6.70	7.01
Solución	L1 Fija	L1 Fija	L1 Fija	L1 Fija

	Dif. entre programas (en seg.)		Dif. entre sesiones (en seg.)		Dif. entre programas (en m.)		Dif. entre sesiones (en m.)	
	Sesión 10	Sesión 11	GP Survey	GPPS	Sesión10	Sesión 11	GP Survey	GPPS
Est. De Ref. Latitud Sur Longitud Oeste Altura Elip.	0.00016" 0.00052" 0.083m	0.00016" 0.00018" 0.003m	0.00053" 0.00049" 0.085m	0.00020" 0.00013" 0.012m	0.005 0.013 0.083	0.005 0.004 0.003	0.016 0.012 0.085	0.006 0.003 0.012
Est. Desc. Latitud Sur Longitud Oeste Altura Elip.	0.00017" 0.00052" 0.083m	0.00017" 0.00016" 0.014m	0.00063" 0.00028" 0.084m	0.00030" 0.00006" 0.002m	0.051 0.013 0.083	0.005 0.004 0.014	0.019 0.007 0.084	0.009 0.001 0.002
Long. de la base	0.000m	0.000m	0.002m	0.002m	0.000m	0.014m	0.002m	0.002m

## VECTOR LAGU-AERO

	GPSurvey		GPPS	
	Sesión 11	Sesión 12	Sesión 11	Sesión 12
Est. De Ref. Latitud Sur Longitud Oeste Altura Elip.	LAGU 34 52 21.56733 57 57 21.86427 19.907	LAGU 34 52 21.56704 57 57 21.86457 19.974	LAGU 34 52 21.56717 57 57 21.86409 19.910	LAGU 34 52 21.56717 57 57 21.86409 19.910
Est. Desc. Latitud Sur Longitud Oeste Altura Elip.	AERO 34 52 24.06637 57 58 14.63492 17.951	AERO 34 52 24.06604 57 58 14.63527 18.023	AERO 34 52 24.06621 57 58 14.63475 17.954	AERO 34 52 24.06617 57 58 14.63479 17.959
Long. de la base	1342.429	1342.430	1342.430	1342.430
RATIO	16	15	100	100
Var. de Ref.	5.192	3.016		
RMS (m)	0.0005	0.0004	0.0090	0.0074
Error Relativo (ppm)	0.38	0.28	6.71	5.52
Solución	L1 Fija	L1 Fija	L1 Fija	L1 Fija

	Dif. entre programas (en seg.)		Dif. entre sesiones (en seg.)		Dif. entre programas (en m.)		Dif. entre sesiones (en m.)	
	Sesión 11	Sesión 12	GP Survey	GPPS	Sesión11	Sesión 12	GP Survey	GPPS
Est. De Ref.								
Latitud Sur	0.00016"	0.00013"	0.00029"	0.00000"	0.005	0.004	0.009	0.000
Longitud Oeste	0.00018"	0.00048"	0.00030"	0.00000"	0.004	0.012	0.007	0.000
Altura Elip.	0.003m	0.064m	0.067m	0.000m	0.003	0.064	0.067	0.000
Est. Desc.								
Latitud Sur	0.00016"	0.00013"	0.00033"	0.00003"	0.005	0.004	0.010	0.001
Longitud Oeste	0.00017"	0.00052"	0.00035"	0.00004"	0.004	0.013	0.009	0.001
Altura Elip.	0.003m	0.064m	0.072m	0.005m	0.003	0.064	0.072	0.005
Long. de la base	0.001m	0.000m	0.001m	0.000m	0.001m	0.000m	0.001m	0.000m

# **ANEXO 4**

## **AJUSTES DE RED**



## AJUSTE EN TRIMNET

### Ajuste de coordenadas

*Coordenadas viejas:* el programa llama de esta forma a las coordenadas preliminares o de entrada en el ajuste.

*Ajuste:* mal llamado ajuste, es la medida o magnitud de la modificación numérica que sufren las coordenadas de entrada con respecto a las ajustadas. Este no muestra los errores de las coordenadas viejas ni de las nuevas, ni es un parámetro de la calidad del ajuste de red propiamente dicho.

*Coordenadas nuevas:* se llaman así a las coordenadas de los puntos resultantes del ajuste. En FILLNET se llaman posiciones ajustadas.

*Errores estándar:* son los errores medios cuadráticos de las coordenadas sin ajustar, los cuales surgen del ajuste de la red.

### Ajuste de observaciones

*Observación:* una observación es cada componente de los vectores medidos (acimut, distancia y altura).

*Observada / Ajustada / Residuo:* aparecen encolumnados los valores de entrada, ajustados y sus respectivos residuos (dif. entre el valor ajustado y sin ajustar).

*Errores estándar:* son el error a posteriori de las observaciones sin ajustar por un coeficiente de corrección (la estrategia de pesado). El error a posteriori es igual al producto de la unidad de peso por el error estándar a priori. Los errores a priori son extraídos de las matrices de Varianza-Covarianza de las soluciones de los vectores.

*Tau:* el valor que aparece en esta columna es el resultado del test de Tau en las observaciones. Este test sirve para detectar errores periféricos, y depende de los grados de libertad y el número de observaciones. El valor que aparece en la columna resulta de dividir el residuo de la observación por su error a posteriori, y luego este valor por el valor de tau que se muestra en la parte superior del resumen. Si este número es mayor que 1, la observación seguramente es un periférico.

## AJUSTE EN FILLNET

*Coordenadas preliminares:* son las coordenadas de entrada del ajuste y provienen del procesamiento de vectores.

*Vectores:* son los datos de entrada que utiliza el programa para ejecutar el ajuste.

*Residuos:* son las diferencias entre los vectores medidos y los ajustados para cada componente (en m)

$v'$ : es el residuo normalizado, y resulta de dividir los desvíos por los errores estándar estimados en cada observación.

*Posiciones ajustadas:* resultados finales y errores estimados (en mm.).

## AJUSTE CON TRIMNET: coordenadas ajustadas sin vectores redundantes

NOMBRE	COORDS S/AJUS	AJUSTE	COORDS AJUS	1.00sig
1 1ROT				
LAT=	34° 48' 17.555183"	+0.000002"	34° 48' 17.555181"	0.003032m
LON=	57° 59' 04.359370"	-0.000004"	57° 59' 04.359374"	0.003049m
ELL HT=	18.8945m	-0.0002m	18.8944m	0.008466m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
2 2ROT				
LAT=	34° 47' 49.343677"	-0.000001"	34° 47' 49.343677"	0.003290m
LON=	57° 59' 31.945971"	-0.000004"	57° 59' 31.945975"	0.003122m
ELL HT=	18.8548m	-0.0001m	18.8547m	0.008146m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
3 AERO				
LAT=	34° 52' 24.065810"	-0.000003"	34° 52' 24.065813"	0.002871m
LON=	57° 58' 14.635583"	+0.000004"	57° 58' 14.635578"	0.003133m
ELL HT=	18.1723m	+0.0003m	18.1726m	0.008584m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
4 AGRI				
LAT=	34° 54' 18.609197"	-0.000002"	34° 54' 18.609199"	0.002551m
LON=	57° 56' 33.884363"	+0.000004"	57° 56' 33.884359"	0.003174m
ELL HT=	41.7824m	+0.0002m	41.7825m	0.007867m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
5 ALCA				
LAT=	34° 50' 32.175867"	+0.000006"	34° 50' 32.175862"	0.002068m
LON=	57° 57' 38.938308"	-0.000006"	57° 57' 38.938315"	0.002007m
ELL HT=	18.5206m	-0.0002m	18.5204m	0.006101m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
6 AZUR				
LAT=	34° 50' 43.849363"	-0.000008"	34° 50' 43.849371"	0.001876m
LON=	57° 55' 53.610295"	-0.000003"	57° 55' 53.610298"	0.002067m
ELL HT=	18.1715m	-0.0001m	18.1714m	0.004990m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
7 GATO				
LAT=	34° 51' 27.497048"	-0.000001"	34° 51' 27.497049"	0.002192m
LON=	57° 57' 31.577123"	+0.000000"	57° 57' 31.577124"	0.002086m
ELL HT=	20.7226m	+0.0001m	20.7227m	0.006510m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
8 LAGU				
LAT=	34° 52' 21.566775"	-0.000002"	34° 52' 21.566776"	0.002378m
LON=	57° 57' 21.864897"	+0.000006"	57° 57' 21.864891"	0.002323m
ELL HT=	20.1242m	+0.0003m	20.1245m	0.006696m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
9 LATE				
LAT=	34° 51' 38.655118"	-0.000006"	34° 51' 38.655124"	0.002295m
LON=	57° 56' 29.796139"	-0.000005"	57° 56' 29.796145"	0.002434m
ELL HT=	19.4649m	+0.0000m	19.4649m	0.006905m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN

10 LPGS						
LAT=	34° 54'	24.303310"	-0.000003"	34° 54'	24.303313"	0.002298m
LON=	57° 55'	56.279459"	+0.000009"	57° 55'	56.279450"	0.002977m
ELL HT=		29.5574m	+0.0002m		29.5576m	0.006400m
ORTHO HT=		0.0000m	+0.0000m		0.0000m	NOT KNOWN
11 MIGU						
LAT=	34° 48'	22.805489"	+0.000002"	34° 48'	22.805487"	0.003134m
LON=	57° 59'	33.459714"	-0.000003"	57° 59'	33.459716"	0.003026m
ELL HT=		18.8630m	-0.0002m		18.8629m	0.008840m
ORTHO HT=		0.0000m	+0.0000m		0.0000m	NOT KNOWN
12 POST						
LAT=	34° 48'	45.073982"	+0.000004"	34° 48'	45.073979"	0.002806m
LON=	57° 59'	29.929414"	-0.000003"	57° 59'	29.929417"	0.002775m
ELL HT=		18.2007m	-0.0002m		18.2005m	0.007945m
ORTHO HT=		0.0000m	+0.0000m		0.0000m	NOT KNOWN
13 ROTA						
LAT=	34° 49'	20.794742"	+0.000004"	34° 49'	20.794738"	0.002443m
LON=	57° 58'	08.614957"	-0.000005"	57° 58'	08.614962"	0.002439m
ELL HT=		18.7426m	-0.0001m		18.7425m	0.007277m
ORTHO HT=		0.0000m	+0.0000m		0.0000m	NOT KNOWN
14 ROTO						
LAT=	34° 53'	21.317897"	+0.000001"	34° 53'	21.317896"	0.002724m
LON=	57° 57'	24.019318"	+0.000017"	57° 57'	24.019301"	0.002924m
ELL HT=		24.1498m	+0.0002m		24.1500m	0.007590m
ORTHO HT=		0.0000m	+0.0000m		0.0000m	NOT KNOWN
15 TOMA						
LAT=	34° 49'	59.190923"	+0.000007"	34° 49'	59.190916"	0.002238m
LON=	57° 56'	52.359907"	-0.000005"	57° 56'	52.359912"	0.002273m
ELL HT=		23.0867m	-0.0002m		23.0866m	0.006847m
ORTHO HT=		0.0000m	+0.0000m		0.0000m	NOT KNOWN

AJUSTE DE OBSERVACIONES (Tau = 3.35)

OBS#	BLK#/ REF#	TYPE	BACKSIGHT/ INSTRUMENT/ FORESIGHT	UDVC/ UDPG/ SBNT	OBSERVED/ ADJUSTED/ RESIDUAL	1.00sig/ 1.00sig/ 1.00sig	TAU
1	1	gpsaz	---	---	280°24'43.2727"	0.5655"	0.16
			LPGS	---	280°24'43.0277"	0.3188"	
			AGRI	1	-0.244975"	0.4670"	
2	1	gpsht	---	---	+12.2276m	0.0117m	0.08
			LPGS	---	+12.2249m	0.0062m	
			AGRI	1	-0.002694m	0.0099m	
3	1	gpsds	---	---	970.6585m	0.0039m	0.20
			LPGS	---	970.6606m	0.0021m	
			AGRI	1	+0.002143m	0.0033m	
4	2 1	gpsaz	---	---	280°24'42.9223"	0.5924"	0.06
			LPGS	---	280°24'43.0277"	0.3188"	
			AGRI	1	+0.105446"	0.4993"	
5	2 1	gpsht	---	---	+12.2255m	0.0117m	0.02
			LPGS	---	+12.2249m	0.0062m	
			AGRI	1	-0.000636m	0.0100m	
6	2 1	gpsds	---	---	970.6588m	0.0039m	0.16
			LPGS	---	970.6606m	0.0021m	
			AGRI	1	+0.001783m	0.0033m	
7	3 1	gpsaz	---	---	182°08'12.5440"	0.5356"	0.23
			2ROT	---	182°08'12.7907"	0.4259"	
			MIGU	1	+0.246745"	0.3247"	
8	3 1	gpsht	---	---	+0.0077m	0.0117m	0.02
			2ROT	---	+0.0082m	0.0083m	
			MIGU	1	+0.000517m	0.0082m	
9	3 1	gpsds	---	---	1031.8734m	0.0039m	0.28
			2ROT	---	1031.8707m	0.0026m	
			MIGU	1	-0.002733m	0.0029m	
10	4 1	gpsaz	---	---	77°39'49.6582"	0.6802"	0.12
			MIGU	---	77°39'49.8676"	0.4262"	
			1ROT	1	+0.209407"	0.5301"	
11	4 1	gpsht	---	---	+0.0353m	0.0117m	0.12
			MIGU	---	+0.0315m	0.0065m	
			1ROT	1	-0.003841m	0.0096m	
12	4 1	gpsds	---	---	757.1509m	0.0039m	0.02
			MIGU	---	757.1507m	0.0019m	
			1ROT	1	-0.000221m	0.0034m	
13	5 1	gpsaz	---	---	141°06'45.1979"	0.5076"	0.02
			2ROT	---	141°06'45.1788"	0.4068"	
			1ROT	1	-0.019081"	0.3036"	
14	5 1	gpsht	---	---	+0.0436m	0.0117m	0.14
			2ROT	---	+0.0397m	0.0082m	
			1ROT	1	-0.003942m	0.0083m	

15	5 1	gpsds	---	---	1116.9159m	0.0039m	0.19
			2ROT	---	1116.9178m	0.0025m	
			1ROT	1	+0.001893m	0.0030m	
16	6 1	gpsaz	---	---	217°27'50.3127"	0.5227"	0.02
			1ROT	---	217°27'50.3433"	0.3204"	
			POST	1	+0.030593"	0.4129"	
17	6 1	gpsht	---	---	-0.6928m	0.0117m	0.03
			1ROT	---	-0.6938m	0.0068m	
			POST	1	-0.000990m	0.0095m	
18	6 1	gpsds	---	---	1068.4152m	0.0039m	0.14
			1ROT	---	1068.4137m	0.0022m	
			POST	1	-0.001550m	0.0032m	
19	7 1	gpsaz	---	---	257°39'33.7003"	0.6798"	0.25
			1ROT	---	257°39'33.2573"	0.4262"	
			MIGU	1	-0.442947"	0.5295"	
20	7 1	gpsht	---	---	-0.0278m	0.0116m	0.11
			1ROT	---	-0.0315m	0.0065m	
			MIGU	1	-0.003646m	0.0096m	
21	7 1	gpsds	---	---	757.1508m	0.0039m	0.01
			1ROT	---	757.1507m	0.0019m	
			MIGU	1	-0.000088m	0.0034m	
22	8 1	gpsaz	---	---	172°33'02.5957"	0.7269"	0.13
			MIGU	---	172°33'02.7838"	0.5729"	
			POST	1	+0.188157"	0.4475"	
23	8 1	gpsht	---	---	-0.6631m	0.0116m	0.02
			MIGU	---	-0.6624m	0.0077m	
			POST	1	+0.000723m	0.0088m	
24	8 1	gpsds	---	---	692.0651m	0.0039m	0.10
			MIGU	---	692.0640m	0.0022m	
			POST	1	-0.001076m	0.0032m	
25	9 1	gpsaz	---	---	217°27'50.3821"	0.5190"	0.03
			1ROT	---	217°27'50.3433"	0.3204"	
			POST	1	-0.038782"	0.4082"	
26	9 1	gpsht	---	---	-0.6907m	0.0117m	0.10
			1ROT	---	-0.6938m	0.0068m	
			POST	1	-0.003129m	0.0095m	
27	9 1	gpsds	---	---	1068.4130m	0.0039m	0.06
			1ROT	---	1068.4137m	0.0022m	
			POST	1	+0.000671m	0.0032m	
28	10 1	gpsaz	---	---	118°02'57.1243"	0.3503"	0.24
			POST	---	118°02'56.9150"	0.2392"	
			ROTA	1	-0.209295"	0.2559"	
29	10 1	gpsht	---	---	+0.5502m	0.0117m	0.28
			POST	---	+0.5420m	0.0076m	
			ROTA	1	-0.008265m	0.0089m	
30	10 1	gpsds	---	---	2341.4179m	0.0039m	0.43
			POST	---	2341.4136m	0.0025m	
			ROTA	1	-0.004297m	0.0030m	

31	11	gpsaz 1	---	---	341°04'31.8188"	0.3474"	0.14
			ALCA	---	341°04'31.9329"	0.2527"	
			ROTA	1	+0.114170"	0.2383"	
32	11	gpsht 1	---	---	+0.2180m	0.0117m	0.15
			ALCA	---	+0.2221m	0.0082m	
			ROTA	1	+0.004039m	0.0082m	
33	11	gpsds 1	---	---	2325.3404m	0.0039m	0.09
			ALCA	---	2325.3395m	0.0027m	
			ROTA	1	-0.000815m	0.0028m	
34	12	gpsaz 1	---	---	298°02'10.3578"	0.3479"	0.15
			ROTA	---	298°02'10.4873"	0.2392"	
			POST	1	+0.129531"	0.2526"	
35	12	gpsht 1	---	---	-0.5373m	0.0117m	0.16
			ROTA	---	-0.5420m	0.0076m	
			POST	1	-0.004704m	0.0088m	
36	12	gpsds 1	---	---	2341.4111m	0.0039m	0.25
			ROTA	---	2341.4136m	0.0025m	
			POST	1	+0.002463m	0.0029m	
37	13	gpsaz 1	---	---	49°20'40.1018"	0.4116"	0.26
			ALCA	---	49°20'40.3896"	0.2521"	
			TOMA	1	+0.287847"	0.3254"	
38	13	gpsht 1	---	---	+4.5652m	0.0117m	0.03
			ALCA	---	+4.5662m	0.0066m	
			TOMA	1	+0.000952m	0.0096m	
39	13	gpsds 1	---	---	1560.0528m	0.0039m	0.03
			ALCA	---	1560.0526m	0.0022m	
			TOMA	1	-0.000288m	0.0032m	
40	14	gpsaz 1	---	---	301°24'12.0252"	0.3492"	0.13
			TOMA	---	301°24'11.9231"	0.2613"	
			ROTA	1	-0.102066"	0.2318"	
41	14	gpsht 1	---	---	-4.3434m	0.0117m	0.02
			TOMA	---	-4.3441m	0.0083m	
			ROTA	1	-0.000649m	0.0082m	
42	14	gpsds 1	---	---	2270.3962m	0.0039m	0.03
			TOMA	---	2270.3959m	0.0027m	
			ROTA	1	-0.000293m	0.0028m	
43	15	gpsaz 1	---	---	49°20'40.3024"	0.4187"	0.08
			ALCA	---	49°20'40.3896"	0.2521"	
			TOMA	1	+0.087270"	0.3343"	
44	15	gpsht 1	---	---	+4.5647m	0.0117m	0.05
			ALCA	---	+4.5662m	0.0066m	
			TOMA	1	+0.001469m	0.0097m	
45	15	gpsds 1	---	---	1560.0481m	0.0039m	0.40
			ALCA	---	1560.0526m	0.0022m	
			TOMA	1	+0.004426m	0.0033m	
46	16	gpsaz 1	---	---	132°40'47.6035"	0.3750"	0.47
			TOMA	---	132°40'47.1954"	0.2729"	
			AZUR	1	-0.408072"	0.2572"	

47	16	gpsht	---	---	-4.9183m	0.0117m	0.11
	1		TOMA	---	-4.9152m	0.0079m	
			AZUR	1	+0.003046m	0.0086m	
48	16	gpsds	---	---	2030.2602m	0.0039m	0.45
	1		TOMA	---	2030.2646m	0.0026m	
			AZUR	1	+0.004409m	0.0029m	
49	17	gpsaz	---	---	353°44'21.4213"	0.4004"	0.78
	1		GATO	---	353°44'22.0317"	0.3254"	
			ALCA	1	+0.610328"	0.2334"	
50	17	gpsht	---	---	-2.2014m	0.0119m	0.03
	1		GATO	---	-2.2023m	0.0088m	
			ALCA	1	-0.000862m	0.0080m	
51	17	gpsds	---	---	1715.0037m	0.0040m	0.39
	1		GATO	---	1715.0071m	0.0029m	
			ALCA	1	+0.003491m	0.0026m	
52	18	gpsaz	---	---	97°39'53.7706"	0.3401"	0.56
	1		ALCA	---	97°39'53.2551"	0.1975"	
			AZUR	1	-0.515466"	0.2769"	
53	18	gpsht	---	---	-0.3410m	0.0120m	0.26
	1		ALCA	---	-0.3491m	0.0074m	
			AZUR	1	-0.008060m	0.0094m	
54	18	gpsds	---	---	2700.0251m	0.0040m	0.18
	1		ALCA	---	2700.0233m	0.0024m	
			AZUR	1	-0.001844m	0.0031m	
55	19	gpsaz	---	---	350°31'52.7451"	0.2981"	0.15
	1		LPGS	---	350°31'52.8764"	0.1469"	
			LATE	1	+0.131305"	0.2593"	
56	19	gpsht	---	---	-10.1013m	0.0121m	0.28
	1		LPGS	---	-10.0927m	0.0080m	
			LATE	1	+0.008562m	0.0091m	
57	19	gpsds	---	---	5175.1204m	0.0040m	0.06
	1		LPGS	---	5175.1210m	0.0027m	
			LATE	1	+0.000597m	0.0030m	
58	20	gpsaz	---	---	0°34'18.6763"	0.2923"	0.13
	1		LPGS	---	0°34'18.7951"	0.1160"	
			AZUR	1	+0.118857"	0.2683"	
59	20	gpsht	---	---	-11.3968m	0.0123m	0.33
	1		LPGS	---	-11.3863m	0.0079m	
			AZUR	1	+0.010543m	0.0095m	
60	20	gpsds	---	---	6793.8847m	0.0041m	0.52
	1		LPGS	---	6793.8902m	0.0027m	
			AZUR	1	+0.005519m	0.0032m	
61	21	gpsaz	---	---	282°21'13.4892"	0.4101"	0.04
	1		LATE	---	282°21'13.5305"	0.2591"	
			GATO	1	+0.041332"	0.3180"	
62	21	gpsht	---	---	+1.2576m	0.0118m	0.01
	1		LATE	---	+1.2578m	0.0069m	
			GATO	1	+0.000235m	0.0095m	

63	21	gpsds	1	---	---	1606.5402m	0.0039m	0.14
				LATE	---	1606.5387m	0.0023m	
				GATO	1	-0.001497m	0.0031m	
64	22	gpsaz	1	---	---	28°33'41.0733"	0.3773"	0.17
				LATE	---	28°33'40.9325"	0.2904"	
				AZUR	1	-0.140759"	0.2410"	
65	22	gpsht	1	---	---	-1.2982m	0.0119m	0.16
				LATE	---	-1.2936m	0.0080m	
				AZUR	1	+0.004649m	0.0088m	
66	22	gpsds	1	---	---	1922.8482m	0.0039m	0.50
				LATE	---	1922.8530m	0.0027m	
				AZUR	1	+0.004779m	0.0029m	
67	23	gpsaz	1	---	---	282°21'13.9462"	0.4206"	0.37
				LATE	---	282°21'13.5305"	0.2591"	
				GATO	1	-0.415742"	0.3314"	
68	23	gpsht	1	---	---	+1.2545m	0.0118m	0.10
				LATE	---	+1.2578m	0.0069m	
				GATO	1	+0.003291m	0.0095m	
69	23	gpsds	1	---	---	1606.5380m	0.0039m	0.06
				LATE	---	1606.5387m	0.0023m	
				GATO	1	+0.000669m	0.0031m	
70	24	gpsaz	1	---	---	171°34'44.7468"	0.4000"	0.68
				GATO	---	171°34'45.4336"	0.2627"	
				LAGU	1	+0.686786"	0.3017"	
71	24	gpsht	1	---	---	-0.6007m	0.0118m	0.08
				GATO	---	-0.5982m	0.0070m	
				LAGU	1	+0.002502m	0.0095m	
72	24	gpsds	1	---	---	1684.3774m	0.0040m	0.44
				GATO	---	1684.3822m	0.0024m	
				LAGU	1	+0.004801m	0.0032m	
73	25	gpsaz	1	---	---	316°30'50.3173"	0.3006"	0.21
				LPGS	---	316°30'50.4984"	0.1466"	
				AERO	1	+0.181155"	0.2624"	
74	25	gpsht	1	---	---	-11.3820m	0.0123m	0.10
				LPGS	---	-11.3850m	0.0085m	
				AERO	1	-0.003075m	0.0090m	
75	25	gpsds	1	---	---	5105.9649m	0.0041m	0.04
				LPGS	---	5105.9653m	0.0028m	
				AERO	1	+0.000424m	0.0031m	
76	26	gpsaz	1	---	---	330°06'46.5972"	0.3056"	0.26
				LPGS	---	330°06'46.8321"	0.1488"	
				LAGU	1	+0.234896"	0.2669"	
77	26	gpsht	1	---	---	-9.4274m	0.0122m	0.17
				LPGS	---	-9.4332m	0.0072m	
				LAGU	1	-0.005735m	0.0099m	
78	26	gpsds	1	---	---	4362.1453m	0.0041m	0.05
				LPGS	---	4362.1459m	0.0024m	
				LAGU	1	+0.000601m	0.0033m	

79	27	gpsaz	---	---	351°34'39.8923"	0.4021"	0.01
	1		LAGU	---	351°34'39.8816"	0.2628"	
			GATO	1	-0.010672"	0.3043"	
80	27	gpsht	---	---	+0.6005m	0.0119m	0.07
	1		LAGU	---	+0.5982m	0.0070m	
			GATO	1	-0.002224m	0.0096m	
81	27	gpsds	---	---	1684.3794m	0.0040m	0.27
	1		LAGU	---	1684.3822m	0.0024m	
			GATO	1	+0.002856m	0.0032m	
82	28	gpsaz	---	---	266°42'25.5832"	0.4576"	0.05
	1		LAGU	---	266°42'25.6393"	0.3050"	
			AERO	1	+0.056053"	0.3411"	
83	28	gpsht	---	---	-1.9557m	0.0118m	0.12
	1		LAGU	---	-1.9519m	0.0072m	
			AERO	1	+0.003836m	0.0093m	
84	28	gpsds	---	---	1342.4239m	0.0039m	0.09
	1		LAGU	---	1342.4248m	0.0025m	
			AERO	1	+0.000902m	0.0030m	
85	29	gpsaz	---	---	266°42'25.7911"	0.4594"	0.13
	1		LAGU	---	266°42'25.6393"	0.3050"	
			AERO	1	-0.151844"	0.3436"	
86	29	gpsht	---	---	-1.9510m	0.0117m	0.03
	1		LAGU	---	-1.9519m	0.0072m	
			AERO	1	-0.000878m	0.0092m	
87	29	gpsds	---	---	1342.4250m	0.0039m	0.02
	1		LAGU	---	1342.4248m	0.0025m	
			AERO	1	-0.000202m	0.0029m	
88	30	gpsaz	---	---	181°42'05.8799"	0.3797"	0.53
	1		LAGU	---	181°42'06.2695"	0.3085"	
			ROTO	1	+0.389647"	0.2214"	
89	30	gpsht	---	---	+4.0287m	0.0117m	0.12
	1		LAGU	---	+4.0255m	0.0083m	
			ROTO	1	-0.003212m	0.0082m	
90	30	gpsds	---	---	1842.1103m	0.0040m	0.66
	1		LAGU	---	1842.1163m	0.0028m	
			ROTO	1	+0.006087m	0.0027m	
91	31	gpsaz	---	---	280°24'43.7323"	0.5658"	0.45
	1		LPGS	---	280°24'43.0277"	0.3188"	
			AGRI	1	-0.704641"	0.4675"	
92	31	gpsht	---	---	+12.2307m	0.0117m	0.18
	1		LPGS	---	+12.2249m	0.0062m	
			AGRI	1	-0.005850m	0.0099m	
93	31	gpsds	---	---	970.6627m	0.0039m	0.20
	1		LPGS	---	970.6606m	0.0021m	
			AGRI	1	-0.002130m	0.0033m	
94	32	gpsaz	---	---	324°12'18.7954"	0.3577"	0.90
	1		AGRI	---	324°12'18.1253"	0.2805"	
			ROTO	1	-0.670161"	0.2220"	

95	32	gpsht 1	---	---	-17.6230m	0.0118m	0.35
			AGRI	---	-17.6325m	0.0086m	
			ROTO	1	-0.009581m	0.0081m	
96	32	gpsds 1	---	---	2176.5361m	0.0039m	0.54
			AGRI	---	2176.5313m	0.0029m	
			ROTO	1	-0.004775m	0.0026m	
97	33	gpsaz 1	---	---	134°07'14.8076"	0.2893"	0.07
			2ROT	---	134°07'14.8703"	0.1300"	
			AZUR	1	+0.062685"	0.2585"	
98	33	gpsht 1	---	---	-0.6868m	0.0118m	0.16
			2ROT	---	-0.6833m	0.0098m	
			AZUR	1	+0.003460m	0.0066m	
99	33	gpsds 1	---	---	7726.8505m	0.0039m	0.25
			2ROT	---	7726.8524m	0.0032m	
			AZUR	1	+0.001897m	0.0023m	
100	34	gpsaz 1	---	---	205°19'00.0655"	0.2965"	0.24
			AZUR	---	205°18'59.8578"	0.1456"	
			ROTO	1	-0.207633"	0.2583"	
101	34	gpsht 1	---	---	+5.9666m	0.0118m	0.44
			AZUR	---	+5.9786m	0.0085m	
			ROTO	1	+0.012003m	0.0081m	
-----							
102	34	gpsds 1	---	---	5368.4728m	0.0040m	1.79
			AZUR	---	5368.4562m	0.0029m	
			ROTO	1	-0.016528m	0.0028m	
-----							

## AJUSTE CON TRIMNET: coordenadas ajustadas con vectores redundantes

NOMBRE	COORDS S/AJUS	AJUSTE	COORDS AJUS	1.00sig
10 1ROT				
LAT=	34° 48' 17.555594"	+0.000000"	34° 48' 17.555594"	0.003921m
LON=	57° 59' 04.358443"	+0.000000"	57° 59' 04.358443"	0.002826m
ELL HT=	18.6911m	+0.0000m	18.6911m	0.009020m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
16 2ROT				
LAT=	34° 47' 49.344065"	+0.000000"	34° 47' 49.344065"	0.003909m
LON=	57° 59' 31.945043"	+0.000000"	57° 59' 31.945043"	0.002803m
ELL HT=	18.6499m	+0.0000m	18.6499m	0.008979m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
17 AERO				
LAT=	34° 52' 24.066184"	+0.000000"	34° 52' 24.066184"	0.003075m
LON=	57° 58' 14.634859"	+0.000000"	57° 58' 14.634859"	0.002070m
ELL HT=	17.9501m	+0.0000m	17.9501m	0.007167m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
18 AGRI				
LAT=	34° 54' 18.609644"	+0.000000"	34° 54' 18.609644"	0.001810m
LON=	57° 56' 33.883571"	+0.000000"	57° 56' 33.883571"	0.001212m
ELL HT=	41.5613m	+0.0000m	41.5613m	0.004253m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
19 ALCA				
LAT=	34° 50' 32.176303"	+0.000000"	34° 50' 32.176303"	0.003677m
LON=	57° 57' 38.937361"	+0.000000"	57° 57' 38.937361"	0.002632m
ELL HT=	18.3193m	+0.0000m	18.3193m	0.008647m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
20 AZUR				
LAT=	34° 50' 43.849793"	+0.000000"	34° 50' 43.849793"	0.003201m
LON=	57° 55' 53.609503"	+0.000000"	57° 55' 53.609503"	0.002273m
ELL HT=	17.9660m	+0.0000m	17.9660m	0.007868m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
21 GATO				
LAT=	34° 51' 27.497414"	+0.000000"	34° 51' 27.497414"	0.003124m
LON=	57° 57' 31.576372"	+0.000000"	57° 57' 31.576372"	0.002174m
ELL HT=	20.5054m	+0.0000m	20.5054m	0.007689m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
26 LAGU				
LAT=	34° 52' 21.567141"	+0.000000"	34° 52' 21.567141"	0.002983m
LON=	57° 57' 21.864132"	+0.000000"	57° 57' 21.864132"	0.002006m
ELL HT=	19.9020m	+0.0000m	19.9020m	0.007007m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
27 LATE				
LAT=	34° 51' 38.655532"	+0.000000"	34° 51' 38.655532"	0.003221m
LON=	57° 56' 29.795422"	+0.000000"	57° 56' 29.795422"	0.002206m
ELL HT=	19.2485m	+0.0000m	19.2485m	0.007902m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN

28	LPGS								
	LAT=	34° 54'	24.303770"	+0.000000"	34° 54'	24.303770"			FIXED
	LON=	57° 55'	56.278670"	+0.000000"	57° 55'	56.278670"			FIXED
	ELL HT=		29.3340m	+0.0000m		29.3340m			FIXED
	ORTHO HT=		0.0000m	+0.0000m		0.0000m			NOT KNOWN
29	MIGU								
	LAT=	34° 48'	22.805905"	+0.000000"	34° 48'	22.805905"			0.004015m
	LON=	57° 59'	33.458792"	+0.000000"	57° 59'	33.458792"			0.002907m
	ELL HT=		18.6598m	+0.0000m		18.6598m			0.009159m
	ORTHO HT=		0.0000m	+0.0000m		0.0000m			NOT KNOWN
30	POST								
	LAT=	34° 48'	45.074419"	+0.000000"	34° 48'	45.074419"			0.003872m
	LON=	57° 59'	29.928484"	+0.000000"	57° 59'	29.928484"			0.002798m
	ELL HT=		17.9983m	+0.0000m		17.9983m			0.008960m
	ORTHO HT=		0.0000m	+0.0000m		0.0000m			NOT KNOWN
31	ROTA								
	LAT=	34° 49'	20.795143"	+0.000000"	34° 49'	20.795143"			0.003788m
	LON=	57° 58'	08.614047"	+0.000000"	57° 58'	08.614047"			0.002721m
	ELL HT=		18.5397m	+0.0000m		18.5397m			0.008851m
	ORTHO HT=		0.0000m	+0.0000m		0.0000m			NOT KNOWN
32	ROTO								
	LAT=	34° 53'	21.318198"	+0.000000"	34° 53'	21.318198"			0.002682m
	LON=	57° 57'	24.018503"	+0.000000"	57° 57'	24.018503"			0.001802m
	ELL HT=		23.9299m	+0.0000m		23.9299m			0.006533m
	ORTHO HT=		0.0000m	+0.0000m		0.0000m			NOT KNOWN
33	TOMA								
	LAT=	34° 49'	59.191342"	+0.000000"	34° 49'	59.191342"			0.003863m
	LON=	57° 56'	52.359002"	+0.000000"	57° 56'	52.359002"			0.002734m
	ELL HT=		22.8840m	+0.0000m		22.8840m			0.008951m
	ORTHO HT=		0.0000m	+0.0000m		0.0000m			NOT KNOWN

AJUSTE DE OBSERVACIONES (Tau = 3.49)

OBS#	BLK#/ REF#	TYPE	BACKSIGHT/ INSTRUMENT/ FORESIGHT	UDVC/ UDPG/ SBNT	OBSERVED/ ADJUSTED/ RESIDUAL	1.00sig/ 1.00sig/ 1.00sig	TAU
1	1	gpsaz	---	---	205°19'00.0653"	0.1428"	0.37
			AZUR	---	205°18'59.9161"	0.0838"	
			ROTO	1	-0.149238"	0.1157"	
2	1	gpsht	---	---	+5.9666m	0.0097m	0.10
			AZUR	---	+5.9639m	0.0059m	
			ROTO	1	-0.002742m	0.0077m	
-----							
3	1	gpsds	---	---	5368.4728m	0.0047m	1.46
			AZUR	---	5368.4529m	0.0026m	
			ROTO	1	-0.019913m	0.0039m	
-----							
4	2	gpsaz	---	---	143°59'15.0480"	0.2849"	0.14
			1ROT	---	143°59'14.9322"	0.1488"	
			ROTA	1	-0.115775"	0.2429"	
5	2	gpsht	---	---	-0.1448m	0.0079m	0.27
			1ROT	---	-0.1515m	0.0038m	
			ROTA	1	-0.006674m	0.0070m	
6	2	gpsds	---	---	2409.3509m	0.0041m	0.46
			1ROT	---	2409.3450m	0.0017m	
			ROTA	1	-0.005925m	0.0037m	
7	3	gpsaz	---	---	141°06'45.2129"	0.4244"	0.05
			2ROT	---	141°06'45.2755"	0.2435"	
			1ROT	1	+0.062598"	0.3476"	
8	3	gpsht	---	---	+0.0422m	0.0051m	0.07
			2ROT	---	+0.0413m	0.0031m	
			1ROT	1	-0.000954m	0.0040m	
9	3	gpsds	---	---	1116.9195m	0.0022m	0.18
			2ROT	---	1116.9184m	0.0013m	
			1ROT	1	-0.001132m	0.0018m	
10	4	gpsaz	---	---	28°33'41.0738"	0.3714"	0.05
			LATE	---	28°33'41.1263"	0.2259"	
			AZUR	1	+0.052470"	0.2948"	
11	4	gpsht	---	---	-1.2982m	0.0115m	0.47
			LATE	---	-1.2824m	0.0062m	
			AZUR	1	+0.015798m	0.0096m	
12	4	gpsds	---	---	1922.8482m	0.0038m	0.50
			LATE	---	1922.8535m	0.0024m	
			AZUR	1	+0.005252m	0.0030m	
13	5	gpsaz	---	---	351°34'39.8930"	0.4319"	0.03
			LAGU	---	351°34'39.8552"	0.1891"	
			GATO	1	-0.037767"	0.3883"	

14	5 1	gpsht	---	---	+0.6004m	0.0128m	0.07
			LAGU	---	+0.6035m	0.0051m	
			GATO	1	+0.003020m	0.0118m	
15	5 1	gpsds	---	---	1684.3794m	0.0047m	0.20
			LAGU	---	1684.3822m	0.0023m	
			GATO	1	+0.002842m	0.0041m	
16	6 1	gpsaz	---	---	350°31'52.7457"	0.1709"	0.16
			LPGS	---	350°31'52.8295"	0.0871"	
			LATE	1	+0.083843"	0.1470"	
17	6 1	gpsht	---	---	-10.1013m	0.0167m	0.31
			LPGS	---	-10.0855m	0.0079m	
			LATE	1	+0.015773m	0.0147m	
18	6 1	gpsds	---	---	5175.1204m	0.0060m	0.13
			LPGS	---	5175.1228m	0.0032m	
			LATE	1	+0.002306m	0.0050m	
19	7 1	gpsaz	---	---	217°27'50.3127"	0.4791"	0.05
			1ROT	---	217°27'50.2358"	0.1985"	
			POST	1	-0.076907"	0.4361"	
20	7 1	gpsht	---	---	-0.6928m	0.0072m	0.00
			1ROT	---	-0.6929m	0.0025m	
			POST	1	-0.000019m	0.0068m	
21	7 1	gpsds	---	---	1068.4152m	0.0028m	0.10
			1ROT	---	1068.4143m	0.0012m	
			POST	1	-0.000913m	0.0026m	
22	8 1	gpsaz	---	---	301°24'12.0252"	0.1903"	0.11
			TOMA	---	301°24'11.9786"	0.1432"	
			ROTA	1	-0.046630"	0.1253"	
23	8 1	gpsht	---	---	-4.3434m	0.0052m	0.07
			TOMA	---	-4.3444m	0.0037m	
			ROTA	1	-0.000926m	0.0037m	
24	8 1	gpsds	---	---	2270.3962m	0.0018m	0.02
			TOMA	---	2270.3962m	0.0013m	
			ROTA	1	-0.000076m	0.0013m	
25	9 1	gpsaz	---	---	266°42'25.5839"	0.5558"	0.02
			LAGU	---	266°42'25.6147"	0.3101"	
			AERO	1	+0.030770"	0.4612"	
26	9 1	gpsht	---	---	-1.9557m	0.0097m	0.13
			LAGU	---	-1.9518m	0.0038m	
			AERO	1	+0.003892m	0.0089m	
27	9 1	gpsds	---	---	1342.4239m	0.0027m	0.23
			LAGU	---	1342.4258m	0.0013m	
			AERO	1	+0.001922m	0.0024m	
28	10 1	gpsaz	---	---	282°21'13.9468"	0.6072"	0.12
			LATE	---	282°21'13.7146"	0.2705"	
			GATO	1	-0.232278"	0.5436"	
29	10 1	gpsht	---	---	+1.2545m	0.0088m	0.10
			LATE	---	+1.2570m	0.0049m	
			GATO	1	+0.002467m	0.0073m	

30	10	gpsds	---	---	1606.5381m	0.0029m	0.03
			LATE	---	1606.5383m	0.0015m	
			GATO	1	+0.000244m	0.0025m	
31	11	gpsaz	---	---	280°24'42.9229"	1.0617"	0.06
			LPGS	---	280°24'43.1141"	0.3825"	
			AGRI	1	+0.191239"	0.9904"	
32	11	gpsht	---	---	+12.2255m	0.0085m	0.07
			LPGS	---	+12.2273m	0.0043m	
			AGRI	1	+0.001815m	0.0073m	
33	11	gpsds	---	---	970.6588m	0.0025m	0.22
			LPGS	---	970.6605m	0.0012m	
			AGRI	1	+0.001666m	0.0022m	
34	12	gpsaz	---	---	257°39'33.7003"	0.6249"	0.26
			1ROT	---	257°39'33.2266"	0.3488"	
			MIGU	1	-0.473685"	0.5185"	
35	12	gpsht	---	---	-0.0278m	0.0042m	0.30
			1ROT	---	-0.0313m	0.0026m	
			MIGU	1	-0.003489m	0.0034m	
36	12	gpsds	---	---	757.1508m	0.0018m	0.02
			1ROT	---	757.1509m	0.0011m	
			MIGU	1	+0.000105m	0.0014m	
37	13	gpsaz	---	---	266°42'25.7918"	0.5900"	0.10
			LAGU	---	266°42'25.6147"	0.3101"	
			AERO	1	-0.177126"	0.5020"	
38	13	gpsht	---	---	-1.9510m	0.0057m	0.06
			LAGU	---	-1.9518m	0.0038m	
			AERO	1	-0.000822m	0.0043m	
39	13	gpsds	---	---	1342.4250m	0.0020m	0.16
			LAGU	---	1342.4258m	0.0013m	
			AERO	1	+0.000818m	0.0015m	
40	14	gpsaz	---	---	330°06'46.5978"	0.2463"	0.36
			LPGS	---	330°06'46.8782"	0.1028"	
			LAGU	1	+0.280439"	0.2238"	
41	14	gpsht	---	---	-9.4274m	0.0181m	0.08
			LPGS	---	-9.4320m	0.0070m	
			LAGU	1	-0.004593m	0.0167m	
42	14	gpsds	---	---	4362.1453m	0.0069m	0.15
			LPGS	---	4362.1487m	0.0029m	
			LAGU	1	+0.003317m	0.0063m	
43	15	gpsaz	---	---	49°20'40.1019"	0.2882"	0.19
			ALCA	---	49°20'40.2461"	0.1825"	
			TOMA	1	+0.144281"	0.2231"	
44	15	gpsht	---	---	+4.5652m	0.0056m	0.03
			ALCA	---	+4.5647m	0.0035m	
			TOMA	1	-0.000469m	0.0044m	
45	15	gpsds	---	---	1560.0528m	0.0021m	0.16
			ALCA	---	1560.0520m	0.0014m	
			TOMA	1	-0.000830m	0.0015m	

46	16	gpsaz	---	---	134°07'14.8074"	0.1014"	0.53
	1		2ROT	---	134°07'14.9555"	0.0631"	
			AZUR	1	+0.148059"	0.0794"	
47	16	gpsht	---	---	-0.6868m	0.0088m	0.12
	1		2ROT	---	-0.6838m	0.0053m	
			AZUR	1	+0.002952m	0.0070m	
48	16	gpsds	---	---	7726.8505m	0.0038m	0.01
	1		2ROT	---	7726.8506m	0.0022m	
			AZUR	1	+0.000117m	0.0031m	
49	17	gpsaz	---	---	178°17'26.5094"	0.3331"	0.26
	1		2ROT	---	178°17'26.2426"	0.1564"	
			POST	1	-0.266805"	0.2941"	
50	17	gpsht	---	---	-0.6495m	0.0090m	0.07
	1		2ROT	---	-0.6516m	0.0035m	
			POST	1	-0.002125m	0.0083m	
51	17	gpsds	---	---	1718.1405m	0.0038m	0.13
	1		2ROT	---	1718.1421m	0.0017m	
			POST	1	+0.001603m	0.0034m	
52	18	gpsaz	---	---	61°37'06.1807"	0.3936"	0.32
	1		GATO	---	61°37'05.7770"	0.1633"	
			AZUR	1	-0.403713"	0.3581"	
53	18	gpsht	---	---	-2.5419m	0.0135m	0.06
	1		GATO	---	-2.5394m	0.0054m	
			AZUR	1	+0.002463m	0.0124m	
54	18	gpsds	---	---	2828.9141m	0.0046m	0.57
	1		GATO	---	2828.9226m	0.0018m	
			AZUR	1	+0.008493m	0.0043m	
55	19	gpsaz	---	---	282°21'13.4898"	0.4101"	0.21
	1		LATE	---	282°21'13.7146"	0.2705"	
			GATO	1	+0.224796"	0.3082"	
56	19	gpsht	---	---	+1.2576m	0.0090m	0.02
	1		LATE	---	+1.2570m	0.0049m	
			GATO	1	-0.000589m	0.0076m	
57	19	gpsds	---	---	1606.5402m	0.0025m	0.28
	1		LATE	---	1606.5383m	0.0015m	
			GATO	1	-0.001921m	0.0020m	
58	20	gpsaz	---	---	224°59'54.3513"	0.4944"	0.11
	1		LATE	---	224°59'54.1961"	0.2590"	
			LAGU	1	-0.155155"	0.4212"	
59	20	gpsht	---	---	+0.6538m	0.0098m	0.01
	1		LATE	---	+0.6535m	0.0058m	
			LAGU	1	-0.000297m	0.0080m	
60	20	gpsds	---	---	1870.1877m	0.0043m	0.69
	1		LATE	---	1870.1966m	0.0022m	
			LAGU	1	+0.008915m	0.0037m	
61	21	gpsaz	---	---	324°12'18.7960"	0.3034"	0.52
	1		AGRI	---	324°12'18.3901"	0.2030"	
			ROTO	1	-0.405902"	0.2255"	

62	21	gpsht 1	---	---	-17.6230m	0.0110m	0.29
			AGRI	---	-17.6314m	0.0070m	
			ROTO	1	-0.008447m	0.0085m	
63	21	gpsds 1	---	---	2176.5361m	0.0041m	0.13
			AGRI	---	2176.5347m	0.0027m	
			ROTO	1	-0.001366m	0.0031m	
64	22	gpsaz 1	---	---	0°34'18.6769"	0.1614"	0.25
			LPGS	---	0°34'18.8061"	0.0691"	
			AZUR	1	+0.129249"	0.1459"	
65	22	gpsht 1	---	---	-11.3969m	0.0201m	0.45
			LPGS	---	-11.3680m	0.0079m	
			AZUR	1	+0.028902m	0.0185m	
66	22	gpsds 1	---	---	6793.8847m	0.0073m	0.29
			LPGS	---	6793.8913m	0.0032m	
			AZUR	1	+0.006567m	0.0066m	
67	23	gpsaz 1	---	---	217°27'50.4045"	0.5711"	0.09
			1ROT	---	217°27'50.2358"	0.1985"	
			POST	1	-0.168702"	0.5355"	
68	23	gpsht 1	---	---	-0.6959m	0.0062m	0.15
			1ROT	---	-0.6929m	0.0025m	
			POST	1	+0.003039m	0.0056m	
69	23	gpsds 1	---	---	1068.4138m	0.0028m	0.06
			1ROT	---	1068.4143m	0.0012m	
			POST	1	+0.000495m	0.0025m	
70	24	gpsaz 1	---	---	132°40'47.6035"	0.4817"	0.15
			TOMA	---	132°40'47.3885"	0.2362"	
			AZUR	1	-0.215040"	0.4198"	
71	24	gpsht 1	---	---	-4.9183m	0.0085m	0.01
			TOMA	---	-4.9180m	0.0050m	
			AZUR	1	+0.000278m	0.0069m	
72	24	gpsds 1	---	---	2030.2602m	0.0034m	0.22
			TOMA	---	2030.2623m	0.0020m	
			AZUR	1	+0.002175m	0.0028m	
73	25	gpsaz 1	---	---	341°04'31.9229"	0.1583"	0.10
			ALCA	---	341°04'31.8821"	0.1012"	
			ROTA	1	-0.040762"	0.1218"	
74	25	gpsht 1	---	---	+0.2212m	0.0055m	0.05
			ALCA	---	+0.2204m	0.0030m	
			ROTA	1	-0.000780m	0.0046m	
75	25	gpsds 1	---	---	2325.3426m	0.0023m	0.24
			ALCA	---	2325.3409m	0.0013m	
			ROTA	1	-0.001647m	0.0019m	
76	26	gpsaz 1	---	---	311°03'33.3149"	0.2942"	0.47
			LPGS	---	311°03'32.9048"	0.1549"	
			ROTO	1	-0.410126"	0.2502"	
77	26	gpsht 1	---	---	-5.3912m	0.0131m	0.33
			LPGS	---	-5.4041m	0.0065m	
			ROTO	1	-0.012871m	0.0113m	

78	26	gpsds	---	---	2954.6334m	0.0045m	0.33
	1		LPGS	---	2954.6290m	0.0023m	
			ROTO	1	-0.004437m	0.0038m	
79	27	gpsaz	---	---	49°20'40.3024"	0.4680"	0.04
	1		ALCA	---	49°20'40.2461"	0.1825"	
			TOMA	1	-0.056296"	0.4310"	
80	27	gpsht	---	---	+4.5647m	0.0081m	0.00
	1		ALCA	---	+4.5647m	0.0035m	
			TOMA	1	+0.000048m	0.0074m	
81	27	gpsds	---	---	1560.0481m	0.0044m	0.27
	1		ALCA	---	1560.0520m	0.0014m	
			TOMA	1	+0.003885m	0.0041m	
82	28	gpsaz	---	---	141°06'45.1977"	0.4804"	0.05
	1		2ROT	---	141°06'45.2755"	0.2435"	
			1ROT	1	+0.077754"	0.4142"	
83	28	gpsht	---	---	+0.0436m	0.0071m	0.11
	1		2ROT	---	+0.0413m	0.0031m	
			1ROT	1	-0.002351m	0.0064m	
84	28	gpsds	---	---	1116.9159m	0.0026m	0.31
	1		2ROT	---	1116.9184m	0.0013m	
			1ROT	1	+0.002488m	0.0023m	
85	29	gpsaz	---	---	171°34'44.7473"	0.3856"	0.56
	1		GATO	---	171°34'45.4072"	0.1891"	
			LAGU	1	+0.659849"	0.3361"	
86	29	gpsht	---	---	-0.6007m	0.0100m	0.09
	1		GATO	---	-0.6035m	0.0051m	
			LAGU	1	-0.002743m	0.0086m	
87	29	gpsds	---	---	1684.3774m	0.0055m	0.28
	1		GATO	---	1684.3822m	0.0023m	
			LAGU	1	+0.004792m	0.0049m	
88	30	gpsaz	---	---	319°28'32.4710"	0.1794"	0.13
	1		ALCA	---	319°28'32.5416"	0.0863"	
			POST	1	+0.070561"	0.1573"	
89	30	gpsht	---	---	-0.3194m	0.0070m	0.08
	1		ALCA	---	-0.3210m	0.0038m	
			POST	1	-0.001607m	0.0058m	
90	30	gpsds	---	---	4341.3742m	0.0026m	0.29
	1		ALCA	---	4341.3764m	0.0015m	
			POST	1	+0.002136m	0.0021m	
91	31	gpsaz	---	---	181°42'05.8805"	0.2496"	0.44
	1		LAGU	---	181°42'06.1674"	0.1659"	
			ROTO	1	+0.286913"	0.1865"	
92	31	gpsht	---	---	+4.0287m	0.0066m	0.04
	1		LAGU	---	+4.0280m	0.0044m	
			ROTO	1	-0.000769m	0.0049m	
93	31	gpsds	---	---	1842.1103m	0.0044m	0.33
	1		LAGU	---	1842.1144m	0.0025m	
			ROTO	1	+0.004115m	0.0036m	

94	32	gpsaz	---	---	217°27'50.3821"	0.3749"	0.13
	1		1ROT	---	217°27'50.2358"	0.1985"	
			POST	1	-0.146282"	0.3181"	
95	32	gpsht	---	---	-0.6907m	0.0048m	0.15
	1		1ROT	---	-0.6929m	0.0025m	
			POST	1	-0.002158m	0.0040m	
96	32	gpsds	---	---	1068.4130m	0.0026m	0.16
	1		1ROT	---	1068.4143m	0.0012m	
			POST	1	+0.001308m	0.0023m	
97	33	gpsaz	---	---	97°39'53.5180"	0.4040"	0.21
	1		ALCA	---	97°39'53.2518"	0.1745"	
			AZUR	1	-0.266240"	0.3643"	
98	33	gpsht	---	---	-0.3543m	0.0089m	0.04
	1		ALCA	---	-0.3532m	0.0045m	
			AZUR	1	+0.001051m	0.0076m	
99	33	gpsds	---	---	2700.0137m	0.0031m	0.59
	1		ALCA	---	2700.0192m	0.0016m	
			AZUR	1	+0.005440m	0.0027m	
100	34	gpsaz	---	---	32°06'23.2081"	0.4051"	0.14
	1		AERO	---	32°06'23.0338"	0.2070"	
			GATO	1	-0.174232"	0.3482"	
101	34	gpsht	---	---	+2.5523m	0.0121m	0.08
	1		AERO	---	+2.5553m	0.0056m	
			GATO	1	+0.002995m	0.0107m	
102	34	gpsds	---	---	2057.8928m	0.0037m	0.24
	1		AERO	---	2057.8952m	0.0022m	
			GATO	1	+0.002416m	0.0029m	
103	35	gpsaz	---	---	280°24'43.7330"	0.6459"	0.34
	1		LPGS	---	280°24'43.1141"	0.3825"	
			AGRI	1	-0.618848"	0.5205"	
104	35	gpsht	---	---	+12.2307m	0.0080m	0.14
	1		LPGS	---	+12.2273m	0.0043m	
			AGRI	1	-0.003398m	0.0068m	
105	35	gpsds	---	---	970.6628m	0.0022m	0.36
	1		LPGS	---	970.6605m	0.0012m	
			AGRI	1	-0.002248m	0.0018m	
106	36	gpsaz	---	---	77°39'49.6581"	0.6355"	0.10
	1		MIGU	---	77°39'49.8369"	0.3488"	
			1ROT	1	+0.178809"	0.5313"	
107	36	gpsht	---	---	+0.0353m	0.0051m	0.26
	1		MIGU	---	+0.0313m	0.0026m	
			1ROT	1	-0.003998m	0.0044m	
108	36	gpsds	---	---	757.1509m	0.0022m	0.00
	1		MIGU	---	757.1509m	0.0011m	
			1ROT	1	-0.000027m	0.0019m	
109	37	gpsaz	---	---	118°02'57.1242"	0.3308"	0.27
	1		POST	---	118°02'56.8484"	0.1501"	
			ROTA	1	-0.275842"	0.2948"	

110	37	gpsht	---	---	+0.5502m	0.0078m	0.36
	1		POST	---	+0.5414m	0.0034m	
			ROTA	1	-0.008835m	0.0070m	
111	37	gpsds	---	---	2341.4179m	0.0036m	0.45
	1		POST	---	2341.4126m	0.0013m	
			ROTA	1	-0.005208m	0.0033m	
112	38	gpsaz	---	---	298°02'10.3579"	0.2656"	0.08
	1		ROTA	---	298°02'10.4208"	0.1501"	
			POST	1	+0.062920"	0.2191"	
113	38	gpsht	---	---	-0.5373m	0.0055m	0.28
	1		ROTA	---	-0.5414m	0.0034m	
			POST	1	-0.004137m	0.0043m	
114	38	gpsds	---	---	2341.4111m	0.0019m	0.30
	1		ROTA	---	2341.4126m	0.0013m	
			POST	1	+0.001549m	0.0015m	
115	39	gpsaz	---	---	316°30'50.3178"	0.2432"	0.27
	1		LPGS	---	316°30'50.5267"	0.1000"	
			AERO	1	+0.208864"	0.2217"	
116	39	gpsht	---	---	-11.3820m	0.0201m	0.03
	1		LPGS	---	-11.3839m	0.0072m	
			AERO	1	-0.001876m	0.0188m	
117	39	gpsds	---	---	5105.9649m	0.0074m	0.14
	1		LPGS	---	5105.9683m	0.0028m	
			AERO	1	+0.003373m	0.0069m	
118	40	gpsaz	---	---	97°39'53.7707"	0.4064"	0.41
	1		ALCA	---	97°39'53.2518"	0.1745"	
			AZUR	1	-0.518859"	0.3670"	
119	40	gpsht	---	---	-0.3410m	0.0138m	0.27
	1		ALCA	---	-0.3532m	0.0045m	
			AZUR	1	-0.012249m	0.0130m	
120	40	gpsds	---	---	2700.0251m	0.0048m	0.38
	1		ALCA	---	2700.0192m	0.0016m	
			AZUR	1	-0.005935m	0.0045m	
121	41	gpsaz	---	---	143°55'43.5971"	0.2906"	0.41
	1		AERO	---	143°55'43.9223"	0.1830"	
			ROTO	1	+0.325194"	0.2257"	
122	41	gpsht	---	---	+5.9796m	0.0064m	0.01
	1		AERO	---	+5.9798m	0.0045m	
			ROTO	1	+0.000226m	0.0046m	
123	41	gpsds	---	---	2182.8641m	0.0037m	0.14
	1		AERO	---	2182.8655m	0.0023m	
			ROTO	1	+0.001426m	0.0029m	
124	42	gpsaz	---	---	280°24'43.2733"	0.6389"	0.09
	1		LPGS	---	280°24'43.1141"	0.3825"	
			AGRI	1	-0.159182"	0.5117"	
125	42	gpsht	---	---	+12.2276m	0.0073m	0.01
	1		LPGS	---	+12.2273m	0.0043m	
			AGRI	1	-0.000243m	0.0059m	

126	42	gpsds	---	---	970.6585m	0.0022m	0.32
	1		LPGS	---	970.6605m	0.0012m	
			AGRI	1	+0.002025m	0.0018m	
127	43	gpsaz	---	---	172°33'02.5955"	0.5120"	0.11
	1		MIGU	---	172°33'02.7458"	0.3430"	
			POST	1	+0.150326"	0.3801"	
128	43	gpsht	---	---	-0.6631m	0.0043m	0.14
	1		MIGU	---	-0.6615m	0.0029m	
			POST	1	+0.001536m	0.0031m	
129	43	gpsds	---	---	692.0651m	0.0023m	0.06
	1		MIGU	---	692.0648m	0.0015m	
			POST	1	-0.000360m	0.0018m	
130	44	gpsaz	---	---	353°44'21.4219"	0.4651"	0.87
	1		GATO	---	353°44'22.6174"	0.2473"	
			ALCA	1	+1.195518"	0.3939"	
131	44	gpsht	---	---	-2.2014m	0.0114m	0.46
	1		GATO	---	-2.1861m	0.0062m	
			ALCA	1	+0.015290m	0.0096m	
132	44	gpsds	---	---	1715.0037m	0.0045m	0.05
	1		GATO	---	1715.0043m	0.0028m	
			ALCA	1	+0.000595m	0.0036m	
133	45	gpsaz	---	---	341°04'31.8188"	0.2239"	0.09
	1		ALCA	---	341°04'31.8821"	0.1012"	
			ROTA	1	+0.063277"	0.1997"	
134	45	gpsht	---	---	+0.2180m	0.0051m	0.16
	1		ALCA	---	+0.2204m	0.0030m	
			ROTA	1	+0.002341m	0.0041m	
135	45	gpsds	---	---	2325.3404m	0.0022m	0.09
	1		ALCA	---	2325.3409m	0.0013m	
			ROTA	1	+0.000549m	0.0018m	
136	46	gpsaz	---	---	241°36'09.9585"	0.3634"	0.15
	1		AZUR	---	241°36'09.7936"	0.1633"	
			GATO	1	-0.164882"	0.3246"	
137	46	gpsht	---	---	+2.5561m	0.0140m	0.37
	1		AZUR	---	+2.5394m	0.0054m	
			GATO	1	-0.016725m	0.0130m	
138	46	gpsds	---	---	2828.9206m	0.0038m	0.17
	1		AZUR	---	2828.9226m	0.0018m	
			GATO	1	+0.002006m	0.0034m	
139	47	gpsaz	---	---	162°23'06.4767"	0.1240"	0.62
	1		2ROT	---	162°23'06.2322"	0.0500"	
			ROTO	1	-0.244519"	0.1134"	
140	47	gpsht	---	---	+5.2809m	0.0169m	0.02
	1		2ROT	---	+5.2801m	0.0072m	
			ROTO	1	-0.000821m	0.0153m	
141	47	gpsds	---	---	10734.0077m	0.0083m	0.39
	1		2ROT	---	10733.9976m	0.0035m	
			ROTO	1	-0.010143m	0.0075m	

142	48	gpsaz	---	---	182°08'12.5438"	0.4894"	0.20
	1		2ROT	---	182°08'12.8234"	0.2674"	
			MIGU	1	+0.279556"	0.4099"	
143	48	gpsht	---	---	+0.0077m	0.0057m	0.14
	1		2ROT	---	+0.0099m	0.0034m	
			MIGU	1	+0.002265m	0.0046m	
144	48	gpsds	---	---	1031.8734m	0.0027m	0.24
	1		2ROT	---	1031.8717m	0.0016m	
			MIGU	1	-0.001782m	0.0021m	

## FILLNET: ajuste sin los vectores triviales de cada sesión

COORDENADAS PRELIMINARES:

	LAT.	LON.	ELEV.	
1	2ROT-34 47 49.34382	57 59 31.94636	18.851	
2	MIGU-34 48 22.80573	57 59 33.46046	18.877	
3	1ROT-34 48 17.55537	57 59 4.35973	18.893	
4	POST-34 48 45.07424	57 59 29.92992	18.196	
5	ROTA-34 49 20.79474	57 58 8.61503	18.768	
6	ALCA-34 50 32.17609	57 57 38.93818	18.475	
7	TOMA-34 49 59.19089	57 56 52.35976	23.046	
8	AZUR-34 50 43.84948	57 55 53.61065	18.119	
9	GATO-34 51 27.49727	57 57 31.57714	20.603	
10	LATE-34 51 38.65551	57 56 29.79552	19.253	
11	LPGS-34 54 24.30400	57 55 56.27820	29.357	FFF
12	LAGU-34 52 21.56674	57 57 21.86391	19.903	
13	AERO-34 52 24.06612	57 58 14.63474	17.948	
14	ROTO-34 53 21.31808	57 57 24.01884	23.945	
15	AGRI-34 54 18.60945	57 56 33.88366	41.597	

VECTORES:

		DX	DY	DZ	LONG VECT
2ROT	MIGU	-344.559	478.654	-846.723	1031.877
1ROT	MIGU	-676.162	-313.755	-132.828	757.153
1ROT	POST	-807.993	66.440	-695.881	1068.418
2ROT	1ROT	331.603	792.406	-713.892	1116.920
MIGU	POST	-131.832	380.200	-563.051	692.068
1ROT	MIGU	-676.159	-313.762	-132.831	757.154
POST	ROTA	1419.145	1628.202	-904.023	2341.425
1ROT	POST	-807.994	66.441	-695.878	1068.417
ALCA	ROTA	27.300	-1465.229	1805.436	2325.347
ROTA	POST	-1419.139	-1628.205	904.009	2341.418
ALCA	TOMA	1313.213	132.577	831.683	1560.065
ROTA	TOMA	1285.910	1597.808	-973.753	2270.407
ALCA	TOMA	1313.209	132.577	831.680	1560.060
TOMA	AZUR	845.559	1462.035	-1126.716	2030.272
GATO	ALCA	357.326	-923.455	1400.290	1715.011
ALCA	AZUR	2158.781	1594.612	-295.047	2700.033
LATE	GATO	-1225.294	-1000.220	281.430	1606.545
LATE	AZUR	1290.812	-329.054	1386.685	1922.854
LPGS	LATE	824.104	-2918.924	4193.203	5175.154
LATE	GATO	-1225.292	-1000.218	281.434	1606.543
GATO	LAGU	-296.496	938.681	-1366.790	1684.383
LAGU	GATO	296.506	-938.687	1366.787	1684.386
LAGU	AERO	-1160.323	-672.246	-62.063	1342.429
LPGS	LAGU	-697.687	-2980.460	3107.838	4362.174

LAGU	AERO	-1160.322	-672.250	-62.064	1342.430
LAGU	ROTO	-603.299	860.737	-1512.802	1842.120
AGRI	ROTO	-550.557	-1519.346	1458.129	2176.618
LPGS	AGRI	-750.416	-600.405	136.892	970.747
2ROT	AZUR	3074.232	5546.892	-4414.255	7726.873
AZUR	ROTO	-3415.937	1128.267	-3984.861	5368.494

## VECTORES AJUSTADOS

		<b>DX,DY,DZ</b>	<b>V</b>	<b>DN,DE,DU</b>	<b>v</b>	<b>v'</b>
2ROT	MIGU	-344.558	0.001	-1031.154	0.002	1.2
		478.651	-0.003	-38.556	-0.001	-0.5
		-846.722	0.001	-0.016	0.002	0.5
1ROT	MIGU	-676.161	0.001	-161.709	0.001	0.5
		-313.758	-0.003	-739.683	-0.001	-0.5
		-132.829	-0.001	0.074	0.004	1.3
1ROT	POST	-807.993	-0.000	-847.941	0.000	0.1
		66.441	0.001	-650.009	0.001	0.3
		-695.880	0.001	-0.712	-0.001	-0.4
2ROT	1ROT	331.602	-0.001	-869.445	-0.002	-1.2
		792.409	0.003	701.128	0.001	0.6
		-713.893	-0.001	-0.091	-0.002	-0.5
MIGU	POST	-131.832	-0.000	-686.232	0.001	0.5
		380.199	-0.001	89.675	-0.001	-0.5
		-563.051	0.000	-0.786	0.000	0.0
1ROT	MIGU	-676.161	-0.002	-161.709	-0.001	-0.8
		-313.758	0.004	-739.683	0.001	0.4
		-132.829	0.002	0.074	-0.004	-1.6
POST	ROTA	1419.142	-0.003	-1101.176	0.005	1.1
		1628.203	0.001	2066.317	-0.002	-0.4
		-904.016	0.007	-0.375	-0.006	-0.7
1ROT	POST	-807.993	0.001	-847.941	-0.001	-0.7
		66.441	0.000	-650.009	0.001	0.4
		-695.880	-0.002	-0.712	0.001	0.3
ALCA	ROTA	27.301	0.001	2199.948	-0.001	-0.1
		-1465.229	-0.000	-753.301	0.001	0.1
		1805.435	-0.001	1.842	0.002	0.2
ROTA	POST	-1419.142	-0.003	1101.176	0.004	0.9
		-1628.203	0.002	-2066.317	-0.002	-0.4
		904.016	0.007	0.375	-0.006	-0.7

ALCA	TOMA	1313.212 -0.001	1015.925	-0.002	-0.8
		132.578 0.001	1183.923	-0.000	-0.1
		831.681 -0.002	4.460	0.001	0.1
ROTA	TOMA	1285.911 0.001	-1184.023	0.000	0.1
		1597.807 -0.001	1937.223	0.001	0.2
		-973.754 -0.001	2.618	0.002	0.2
ALCA	TOMA	1313.212 0.003	1015.925	0.001	0.5
		132.578 0.001	1183.923	0.003	1.1
		831.681 0.001	4.460	0.001	0.1
TOMA	AZUR	845.565 0.006	-1377.093	-0.001	-0.3
		1462.036 0.001	1491.841	0.006	1.5
		-1126.719 -0.003	-7.149	0.003	0.4
GATO	ALCA	357.328 0.002	1704.860	0.001	0.3
		-923.453 0.002	-186.324	0.003	1.0
		1400.291 0.001	-0.608	-0.001	-0.2
ALCA	AZUR	2158.777 -0.004	-361.168	0.005	1.1
		1594.614 0.002	2675.763	-0.002	-0.5
		-295.038 0.009	-2.689	-0.008	-0.8
LATE	GATO	-1225.293 0.001	344.628	0.001	0.3
		-1000.219 0.001	-1569.142	0.002	0.6
		281.431 0.001	2.732	-0.001	-0.2
LATE	AZUR	1290.813 0.001	1688.320	0.002	0.5
		-329.058 -0.004	920.297	-0.001	-0.4
		1386.685 -0.000	-0.565	0.003	0.4
LPGS	LATE	824.116 0.012	5105.220	0.001	0.1
		-2918.941 -0.017	-847.913	0.001	0.1
		4193.190 -0.013	-1.828	0.024	1.3
LATE	GATO	-1225.293 -0.001	344.628	-0.002	-0.7
		-1000.219 -0.001	-1569.142	-0.001	-0.3
		281.431 -0.003	2.732	0.001	0.3
GATO	LAGU	-296.502 -0.006	-1666.326	-0.003	-0.9
		938.684 0.003	245.979	-0.004	-1.2
		-1366.790 0.000	-2.650	-0.005	-0.7
LAGU	GATO	296.502 -0.004	1666.326	-0.001	-0.2
		-938.684 0.003	-245.979	-0.002	-0.6
		1366.790 0.003	2.650	-0.006	-0.9
LAGU	AERO	-1160.322 0.001	-76.519	0.001	0.3
		-672.248 -0.002	-1340.246	-0.001	-0.3
		-62.063 -0.000	-1.349	0.002	0.4

LPGS	LAGU	-697.679 0.008	3783.521	0.005 0.6
		-2980.476 -0.016	-2171.077	-0.001 -0.2
		3107.832 -0.006	-1.746	0.018 1.1
LAGU	AERO	-1160.322 -0.000	-76.519	-0.001 -0.3
		-672.248 0.002	-1340.246	0.001 0.3
		-62.063 0.001	-1.349	-0.002 -0.4
LAGU	ROTO	-603.300 -0.001	-1841.285	-0.002 -0.5
		860.733 -0.004	-55.508	-0.002 -0.7
		-1512.806 -0.004	1.465	0.005 0.7
AGRI	ROTO	-550.561 -0.004	1766.186	-0.001 -0.4
		-1519.339 0.007	-1272.029	0.000 0.0
		1458.133 0.004	-13.721	-0.009 -1.1
LPGS	AGRI	-750.417 -0.001	176.050	-0.000 -0.2
		-600.404 0.001	-954.555	0.000 0.0
		136.893 0.001	13.440	-0.002 -0.5
2ROT	AZUR	3074.228 -0.004	-5379.679	-0.009 -0.6
		5546.897 0.005	5546.501	-0.001 -0.1
		-4414.261 -0.006	-5.708	-0.002 -0.1
AZUR	ROTO	-3415.907 0.030	-4851.303	0.024 2.4
		1128.256 -0.011	-2298.969	0.020 2.0
		-3984.849 0.012	2.112	0.014 0.7

ERROR ESTANDAR DE LA UNIDAD DE PESO = 0.972

NUMERO DE:  
 ECUACIONES DE OBS. 94  
 INCOGNITAS 46  
 GRADOS DE LIBERTAD 48  
 ITERACIONES 0  
 POSICIONES AJUSTADAS:

		LAT.	LON. W	ELEV.	ERRORES (m)
1	2ROT	-34 47 49.34418	57 59 31.94498	18.687	0.006 0.006 0.013
2	MIGU	-34 48 22.80603	57 59 33.45873	18.697	0.006 0.006 0.013
3	1ROT	-34 48 17.55572	57 59 4.35836	18.728	0.006 0.006 0.013
4	POST	-34 48 45.07455	57 59 29.92840	18.034	0.006 0.006 0.013
5	ROTA	-34 49 20.79534	57 58 8.61391	18.577	0.006 0.006 0.011
6	ALCA	-34 50 32.17647	57 57 38.93723	18.356	0.005 0.005 0.010
7	TOMA	-34 49 59.19155	57 56 52.35886	22.922	0.005 0.005 0.010
8	AZUR	-34 50 43.85003	57 55 53.60927	18.006	0.005 0.005 0.010
9	GATO	-34 51 27.49758	57 57 31.57596	20.557	0.004 0.004 0.009
10	LATE	-34 51 38.65569	57 56 29.79501	19.301	0.004 0.004 0.009
11	LPGS	-34 54 24.30400	57 55 56.27820	29.357	0.000 0.000 0.000
12	LAGU	-34 52 21.56723	57 57 21.86366	19.952	0.004 0.004 0.008

13	AERO	-34 52 24.06624	57 58 14.63433	17.998	0.004 0.004 0.009
14	ROTO	-34 53 21.31819	57 57 24.01800	23.985	0.004 0.004 0.007
15	AGRI	-34 54 18.60968	57 56 33.88320	41.618	0.002 0.002 0.003

PRECISIONES DE LAS BASES AJUSTADAS (m):

		<b>D. LAT.</b>	<b>D. LON.</b>	<b>VERT.</b>
2ROT	MIGU	0.001	0.001	0.003
1ROT	MIGU	0.001	0.001	0.002
1ROT	POST	0.001	0.001	0.002
2ROT	1ROT	0.001	0.001	0.003
MIGU	POST	0.001	0.001	0.002
1ROT	MIGU	0.001	0.001	0.002
POST	ROTA	0.003	0.003	0.006
1ROT	POST	0.001	0.001	0.002
ALCA	ROTA	0.003	0.003	0.006
ROTA	POST	0.003	0.003	0.006
ALCA	TOMA	0.002	0.002	0.003
ROTA	TOMA	0.003	0.003	0.006
ALCA	TOMA	0.002	0.002	0.003
TOMA	AZUR	0.003	0.003	0.005
GATO	ALCA	0.003	0.003	0.005
ALCA	AZUR	0.003	0.003	0.005
LATE	GATO	0.002	0.002	0.004
LATE	AZUR	0.003	0.003	0.005
LPGS	LATE	0.004	0.004	0.009
LATE	GATO	0.002	0.002	0.004
GATO	LAGU	0.002	0.002	0.004
LAGU	GATO	0.002	0.002	0.004
LAGU	AERO	0.002	0.002	0.003
LPGS	LAGU	0.004	0.004	0.008
LAGU	AERO	0.002	0.002	0.003
LAGU	ROTO	0.003	0.003	0.006
AGRI	ROTO	0.003	0.003	0.007
LPGS	AGRI	0.002	0.002	0.003
2ROT	AZUR	0.005	0.005	0.010
AZUR	ROTO	0.004	0.004	0.008

## FILLNET: ajuste con los vectores triviales de cada sesión

COORDENADAS PRELIMINARES:

	LAT.	LON.	ELEV.	
1	2ROT-34 47 49.34382	57 59 31.94636	18.851	
2	MIGU-34 48 22.80573	57 59 33.46046	18.877	
3	1ROT-34 48 17.55537	57 59 4.35973	18.893	
4	POST-34 48 45.07418	57 59 29.92959	18.202	
5	ROTA-34 49 20.79474	57 58 8.61503	18.768	
6	ALCA-34 50 32.17609	57 57 38.93818	18.475	
7	TOMA-34 49 59.19089	57 56 52.35976	23.046	
8	AZUR-34 50 43.84941	57 55 53.61094	18.129	
9	GATO-34 51 27.49727	57 57 31.57714	20.603	
10	LATE-34 51 38.65551	57 56 29.79552	19.253	
11	LAGU-34 52 21.56679	57 57 21.86391	19.910	
12	AERO-34 52 24.06612	57 58 14.63474	17.948	
13	ROTO-34 53 21.31808	57 57 24.01884	23.945	
14	AGRI-34 54 18.60945	57 56 33.88366	41.597	
15	LPGS-34 54 24.30400	57 55 56.27820	29.357	FFF

VECTORES:

		DX	DY	DZ	LONG VECT
2ROT	MIGU	-344.559	478.654	-846.723	1031.877
1ROT	MIGU	-676.162	-313.755	-132.828	757.153
2ROT	1ROT	331.603	792.409	-713.894	1116.923
2ROT	POST	-476.391	858.845	-1409.774	1718.146
1ROT	POST	-807.993	66.440	-695.881	1068.418
2ROT	1ROT	331.603	792.406	-713.892	1116.920
MIGU	POST	-131.832	380.200	-563.051	692.068
1ROT	MIGU	-676.159	-313.762	-132.831	757.154
1ROT	POST	-807.991	66.438	-695.881	1068.417
POST	ROTA	1419.145	1628.202	-904.023	2341.425
1ROT	POST	-807.994	6 6.441	-695.878	1068.417
1ROT	ROTA	611.151	1694.643	-1599.903	2409.359
ALCA	POST	-1391.840	-3093.433	2709.445	4341.387
ALCA	ROTA	27.300	-1465.229	1805.436	2325.347
ROTA	POST	-1419.139	-1628.205	904.009	2341.418
ALCA	TOMA	1313.213	132.577	831.683	1560.065
ALCA	ROTA	27.303	-1465.232	1805.436	2325.349
ROTA	TOMA	1285.910	1597.808	-973.753	2270.407
ALCA	TOMA	1313.209	132.577	831.680	1560.060
ALCA	AZUR	2158.768	1594.613	-295.036	2700.022
TOMA	AZUR	845.559	1462.035	-1126.716	2030.272
GATO	ALCA	357.326	-923.455	1400.290	1715.011
GATO	AZUR	2516.108	671.156	1105.242	2828.924
ALCA	AZUR	2158.781	1594.612	-295.047	2700.033
LATE	GATO	-1225.294	-1000.220	281.430	1606.545
LATE	AZUR	1290.812	-329.054	1386.685	1922.854
GATO	AZUR	2516.107	671.166	1105.255	2828.930
LATE	LAGU	-1521.788	-61.538	-1085.356	1870.193

LATE	GATO	-1225.292	-1000.218	281.434	1606.543
GATO	LAGU	-296.496	938.681	-1366.790	1684.383
LAGU	GATO	296.506	-938.687	1366.787	1684.386
LAGU	AERO	-1160.323	-672.246	-62.063	1342.429
AERO	GATO	1456.829	-266.436	1428.852	2057.901
LAGU	AERO	-1160.322	-672.250	-62.064	1342.430
LAGU	ROTO	-603.299	860.737	-1512.802	1842.120
AERO	ROTO	557.023	1532.987	-1450.738	2182.880
AGRI	ROTO	-550.557	-1519.346	1458.129	2176.618
LPGS	AGRI	-750.416	-600.405	136.892	970.747
LPGS	ROTO	-1300.972	-2119.753	1595.020	2954.652
2ROT	ROTO	-341.705	6675.160	-8399.118	10734.044
2ROT	AZUR	3074.232	5546.892	-4414.255	7726.873
AZUR	ROTO	-3415.937	1128.267	-3984.861	5368.494
LPGS	LATE	824.104	-2918.924	4193.203	5175.154
LPGS	AZUR	2114.919	-3247.980	5579.887	6793.923
LPGS	LAGU	-697.687	-2980.460	3107.838	4362.174

### VECTORES AJUSTADOS

		<b>DX,DY,DZ</b>	<b>V</b>	<b>DN,DE,DU</b>	<b>v</b>	<b>v'</b>
2ROT	MIGU	-344.558	0.001	-1031.154	0.002	1.4
		478.650	-0.004	-38.556	-0.001	-0.9
		-846.723	0.000	-0.016	0.003	0.8
1ROT	MIGU	-676.161	0.001	-161.709	0.001	0.7
		-313.758	-0.003	-739.683	-0.001	-0.6
		-132.830	-0.002	0.074	0.004	1.6
2ROT	1ROT	331.602	-0.001	-869.446	0.001	0.4
		792.409	-0.000	701.127	-0.001	-0.4
		-713.893	0.001	-0.090	-0.001	-0.2
2ROT	POST	-476.390	0.001	-1717.387	-0.001	-0.6
		858.849	0.004	51.119	0.003	1.1
		-1409.774	0.000	-0.801	-0.003	-0.5
1ROT	POST	-807.993	0.000	-847.941	0.000	0.3
		66.440	0.000	-650.009	0.000	0.2
		-695.880	0.001	-0.711	-0.000	-0.1
2ROT	1ROT	331.602	-0.001	-869.446	-0.003	-1.5
		792.409	0.003	701.127	0.001	0.6
		-713.893	-0.001	-0.090	-0.002	-0.4
MIGU	POST	-131.832	-0.000	-686.232	0.001	0.7
		380.199	-0.001	89.675	-0.001	-0.7
		-563.051	0.000	-0.785	0.001	0.4
1ROT	MIGU	-676.161	-0.002	-161.709	-0.001	-0.9
		-313.758	0.004	-739.683	0.000	0.4
		-132.830	0.001	0.074	-0.004	-1.8

1ROT	POST	-807.993	-0.002	-847.941	-0.001	-0.7
		66.440	0.002	-650.009	-0.000	-0.2
		-695.880	0.001	-0.711	-0.003	-0.8
POST	ROTA	1419.142	-0.003	-1101.177	0.003	1.0
		1628.203	0.001	2066.317	-0.002	-0.5
		-904.017	0.006	-0.374	-0.005	-0.7
1ROT	POST	-807.993	0.001	-847.941	-0.001	-0.8
		66.440	-0.001	-650.009	0.001	0.4
		-695.880	-0.002	-0.711	0.002	0.8
1ROT	ROTA	611.150	-0.001	-1949.118	0.004	1.1
		1694.643	0.000	1416.308	-0.001	-0.3
		-1599.898	0.005	-1.085	-0.004	-0.5
ALCA	POST	-1391.840	-0.000	3301.126	0.006	0.9
		-3093.434	-0.001	-2819.618	-0.001	-0.1
		2709.452	0.007	2.217	-0.004	-0.3
ALCA	ROTA	27.302	0.002	2199.949	0.000	0.0
		-1465.230	-0.001	-753.300	0.001	0.3
		1805.434	-0.002	1.843	0.003	0.4
ROTA	POST	-1419.142	-0.003	1101.177	0.005	1.4
		-1628.203	0.002	-2066.317	-0.002	-0.5
		904.017	0.008	0.374	-0.007	-1.0
ALCA	TOMA	1313.212	-0.001	1015.925	-0.002	-1.0
		132.577	0.000	1183.922	-0.000	-0.2
		831.681	-0.002	4.460	0.001	0.1
ALCA	ROTA	27.302	-0.001	2199.949	-0.002	-0.7
		-1465.230	0.002	-753.300	-0.000	-0.0
		1805.434	-0.002	1.843	-0.001	-0.1
ROTA	TOMA	1285.910	0.000	-1184.024	-0.000	-0.1
		1597.808	-0.000	1937.223	0.000	0.0
		-973.754	-0.001	2.617	0.001	0.1
ALCA	TOMA	1313.212	0.003	1015.925	0.001	0.6
		132.577	0.000	1183.922	0.003	1.3
		831.681	0.001	4.460	0.001	0.1
ALCA	AZUR	2158.775	0.007	-361.169	-0.000	-0.0
		1594.614	0.001	2675.762	0.007	1.6
		-295.038	-0.002	-2.690	0.004	0.5
TOMA	AZUR	845.563	0.004	-1377.094	-0.002	-0.7
		1462.036	0.001	1491.839	0.004	1.4
		-1126.719	-0.003	-7.150	0.003	0.4

GATO ALCA	357.330	0.004	1704.859	0.000	0.1
	-923.453	0.002	-186.323	0.004	1.7
	1400.290	0.000	-0.606	0.000	0.0
GATO AZUR	2516.105	-0.003	1343.691	0.005	1.1
	671.161	0.005	2489.439	-0.000	-0.0
	1105.252	0.010	-3.296	-0.010	-1.2
ALCA AZUR	2158.775	-0.006	-361.169	0.005	1.1
	1594.614	0.002	2675.762	-0.004	-1.0
	-295.038	0.009	-2.690	-0.009	-1.1
LATE GATO	-1225.291	0.003	344.629	0.002	0.9
	-1000.219	0.001	-1569.141	0.003	1.1
	281.432	0.002	2.733	-0.001	-0.1
LATE AZUR	1290.814	0.002	1688.320	0.002	0.6
	-329.058	-0.004	920.298	-0.001	-0.2
	1386.684	-0.001	-0.563	0.004	0.6
GATO AZUR	2516.105	-0.002	1343.691	-0.001	-0.2
	671.161	-0.005	2489.439	-0.005	-0.9
	1105.252	-0.003	-3.296	0.005	0.5
LATE LAGU	-1521.793	-0.005	-1321.696	-0.003	-1.1
	-61.536	0.002	-1323.162	-0.003	-1.0
	-1085.357	-0.001	0.083	-0.003	-0.5
LATE GATO	-1225.291	0.001	344.629	-0.001	-0.2
	-1000.219	-0.001	-1569.141	0.000	0.1
	281.432	-0.002	2.733	0.002	0.4
GATO LAGU	-296.502	-0.006	-1666.325	-0.002	-0.9
	938.683	0.002	245.979	-0.004	-1.5
	-1366.789	0.001	-2.650	-0.004	-0.8
LAGU GATO	296.502	-0.004	1666.325	-0.001	-0.5
	-938.683	0.004	-245.979	-0.002	-0.7
	1366.789	0.002	2.650	-0.006	-1.2
LAGU AERO	-1160.324	-0.001	-76.520	0.000	0.1
	-672.248	-0.002	-1340.247	-0.002	-0.8
	-62.064	-0.001	-1.350	0.002	0.4
AERO GATO	1456.825	-0.004	1742.845	-0.001	-0.3
	-266.435	0.001	1094.269	-0.003	-0.9
	1428.853	0.001	3.999	-0.003	-0.5
LAGU AERO	-1160.324	-0.002	-76.520	-0.001	-0.5
	-672.248	0.002	-1340.247	-0.000	-0.1
	-62.064	0.000	-1.350	-0.002	-0.4
LAGU ROTO	-603.300	-0.001	-1841.286	-0.002	-0.8
	860.734	-0.003	-55.508	-0.003	-0.8
	-1512.806	-0.004	1.464	0.004	0.5

AERO	ROTO	557.023	0.000	-1764.766	-0.001	-0.3
		1532.983	-0.004	1284.739	-0.002	-0.6
		-1450.742	-0.004	2.814	0.006	0.7
AGRI	ROTO	-550.560	-0.003	1766.187	-0.001	-0.2
		-1519.342	0.004	-1272.029	0.000	0.0
		1458.132	0.003	-13.717	-0.006	-0.8
LPGS	AGRI	-750.417	-0.001	176.050	-0.000	-0.1
		-600.404	0.001	-954.555	0.000	0.0
		136.893	0.001	13.441	-0.001	-0.4
LPGS	ROTO	-1300.976	-0.004	1942.237	-0.001	-0.3
		-2119.746	0.007	-2226.584	0.000	0.1
		1595.024	0.004	-0.276	-0.009	-1.0
2ROT	ROTO	-341.681	0.024	-10230.983	0.016	1.0
		6675.153	-0.007	3247.530	0.016	1.0
		-8399.111	0.007	-3.597	0.011	0.3
2ROT	AZUR	3074.225	-0.007	-5379.681	-0.011	-1.0
		5546.896	0.004	5546.498	-0.003	-0.3
		-4414.264	-0.009	-5.707	-0.001	-0.0
AZUR	ROTO	-3415.907	0.030	-4851.302	0.026	3.2
		1128.256	-0.011	-2298.968	0.020	2.5
		-3984.847	0.014	2.111	0.013	0.8
LPGS	LATE	824.117	0.013	5105.219	0.001	0.1
		-2918.944	-0.020	-847.914	0.000	0.0
		4193.187	-0.016	-1.824	0.029	1.6
LPGS	AZUR	2114.931	0.012	6793.539	0.001	0.1
		-3248.002	-0.022	72.384	-0.002	-0.2
		5579.871	-0.016	-2.387	0.030	1.2
LPGS	LAGU	-697.676	0.011	3783.523	0.007	0.9
		-2980.480	-0.020	-2171.076	-0.001	-0.2
		3107.830	-0.008	-1.740	0.024	1.5

ERROR ESTANDAR DE LA UNIDAD DE PESO = 1.002

NUMERO DE:

ECUACIONES DE OBS.	139
INCOGNITAS	46
GRADOS DE LIBERTAD	93
ITERACIONES	0

POSICIONES AJUSTADAS:

		<b>LAT.</b>	<b>LONG.</b>	<b>ELEV.</b>	<b>ERRORES (m)</b>
1	2ROT	-34 47 49.34412	57 59 31.94490	18.692	0.004 0.004 0.009
2	MIGU	-34 48 22.80597	57 59 33.45866	18.702	0.004 0.004 0.009
3	1ROT	-34 48 17.55567	57 59 4.35829	18.733	0.004 0.004 0.009
4	POST	-34 48 45.07449	57 59 29.92834	18.040	0.004 0.004 0.009
5	ROTA	-34 49 20.79531	57 58 8.61384	18.584	0.004 0.004 0.008
6	ALCA	-34 50 32.17646	57 57 38.93717	18.362	0.004 0.004 0.007
7	TOMA	-34 49 59.19154	57 56 52.35882	22.927	0.004 0.004 0.008
8	AZUR	-34 50 43.85005	57 55 53.60929	18.011	0.003 0.003 0.007
9	GATO	-34 51 27.49755	57 57 31.57596	20.562	0.003 0.003 0.007
10	LATE	-34 51 38.65571	57 56 29.79505	19.305	0.003 0.003 0.007
11	LAGU	-34 52 21.56717	57 57 21.86366	19.957	0.003 0.003 0.006
12	AERO	-34 52 24.06620	57 58 14.63437	18.003	0.003 0.003 0.006
13	ROTO	-34 53 21.31816	57 57 24.01800	23.989	0.002 0.002 0.005
14	AGRI	-34 54 18.60968	57 56 33.88320	41.619	0.001 0.001 0.003
15	LPGS	-34 54 24.30400	57 55 56.27820	29.357	0.000 0.000 0.000

PRECISIONES DE LAS BASES AJUSTADAS (m):

		<b>D.LAT.</b>	<b>D.LON.</b>	<b>VERT.</b>
2ROT	MIGU	0.001	0.001	0.002
1ROT	MIGU	0.001	0.001	0.001
2ROT	1ROT	0.001	0.001	0.002
2ROT	POST	0.001	0.001	0.002
1ROT	POST	0.001	0.001	0.001
2ROT	1ROT	0.001	0.001	0.002
MIGU	POST	0.001	0.001	0.002
1ROT	MIGU	0.001	0.001	0.001
1ROT	POST	0.001	0.001	0.001
POST	ROTA	0.002	0.002	0.004
1ROT	POST	0.001	0.001	0.001
1ROT	ROTA	0.002	0.002	0.004
ALCA	POST	0.003	0.003	0.005
ALCA	ROTA	0.002	0.002	0.004
ROTA	POST	0.002	0.002	0.004
ALCA	TOMA	0.001	0.001	0.003
ALCA	ROTA	0.002	0.002	0.004
ROTA	TOMA	0.002	0.002	0.004
ALCA	TOMA	0.001	0.001	0.003
ALCA	AZUR	0.002	0.002	0.004
TOMA	AZUR	0.002	0.002	0.004
GATO	ALCA	0.002	0.002	0.004
GATO	AZUR	0.002	0.002	0.004
ALCA	AZUR	0.002	0.002	0.004
LATE	GATO	0.001	0.001	0.003
LATE	AZUR	0.002	0.002	0.004
GATO	AZUR	0.002	0.002	0.004

LATE	LAGU	0.002	0.002	0.004
LATE	GATO	0.001	0.001	0.003
GATO	LAGU	0.001	0.001	0.003
LAGU	GATO	0.001	0.001	0.003
LAGU	AERO	0.001	0.001	0.003
AERO	GATO	0.002	0.002	0.004
LAGU	AERO	0.001	0.001	0.003
LAGU	ROTO	0.002	0.002	0.005
AERO	ROTO	0.002	0.002	0.005
AGRI	ROTO	0.002	0.002	0.005
LPGS	AGRI	0.001	0.001	0.003
LPGS	ROTO	0.002	0.002	0.005
2ROT	ROTO	0.004	0.004	0.008
2ROT	AZUR	0.003	0.003	0.006
AZUR	ROTO	0.003	0.003	0.006
LPGS	LATE	0.003	0.003	0.007
LPGS	AZUR	0.003	0.003	0.007
LPGS	LAGU	0.003	0.003	0.006

## AJUSTE CON TRIMNET: COORDENADAS AJUSTADAS PUNTOS DEL HIPÓDROMO

NOMBRE	COORDS S/AJUS	AJUSTE	COORDS AJUS	1.00sig
2 11				
LAT=	34° 54' 08.459736"	+0.000000"	34° 54' 08.459736"	0.005654m
LON=	57° 56' 28.829614"	+0.000000"	57° 56' 28.829614"	0.004307m
ELL HT=	26.7454m	+0.0000m	26.7454m	0.010586m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
3 12				
LAT=	34° 54' 09.348232"	+0.000000"	34° 54' 09.348232"	0.010408m
LON=	57° 56' 36.585194"	+0.000000"	57° 56' 36.585194"	0.008188m
ELL HT=	28.2814m	+0.0000m	28.2814m	0.019696m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
4 13				
LAT=	34° 54' 07.792300"	+0.000000"	34° 54' 07.792300"	0.011139m
LON=	57° 56' 37.103104"	+0.000000"	57° 56' 37.103104"	0.008192m
ELL HT=	27.7703m	+0.0000m	27.7703m	0.021221m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
5 14				
LAT=	34° 54' 08.321156"	+0.000000"	34° 54' 08.321156"	0.008297m
LON=	57° 56' 40.640091"	+0.000000"	57° 56' 40.640091"	0.006064m
ELL HT=	28.4393m	+0.0000m	28.4393m	0.015881m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
6 15				
LAT=	34° 54' 06.153419"	+0.000000"	34° 54' 06.153419"	0.011846m
LON=	57° 56' 43.551511"	+0.000000"	57° 56' 43.551511"	0.009148m
ELL HT=	28.7313m	+0.0000m	28.7313m	0.023218m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
7 16				
LAT=	34° 54' 04.478649"	+0.000000"	34° 54' 04.478649"	0.013461m
LON=	57° 56' 43.597133"	+0.000000"	57° 56' 43.597133"	0.011502m
ELL HT=	28.6511m	+0.0000m	28.6511m	0.028938m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
9 18				
LAT=	34° 54' 00.074486"	+0.000000"	34° 54' 00.074486"	0.007842m
LON=	57° 56' 47.028882"	+0.000000"	57° 56' 47.028882"	0.006619m
ELL HT=	28.8685m	+0.0000m	28.8685m	0.017171m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
10 19				
LAT=	34° 53' 59.301909"	+0.000000"	34° 53' 59.301909"	0.007116m
LON=	57° 56' 45.967005"	+0.000000"	57° 56' 45.967005"	0.006032m
ELL HT=	26.8162m	+0.0000m	26.8162m	0.015889m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
12 21				
LAT=	34° 53' 58.833177"	+0.000000"	34° 53' 58.833177"	0.013194m
LON=	57° 56' 39.349021"	+0.000000"	57° 56' 39.349021"	0.013456m
ELL HT=	26.0334m	+0.0000m	26.0334m	0.043992m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
13 22				
LAT=	34° 54' 00.441637"	+0.000000"	34° 54' 00.441637"	0.013936m
LON=	57° 56' 36.042725"	+0.000000"	57° 56' 36.042725"	0.013887m
ELL HT=	25.8594m	+0.0000m	25.8594m	0.047637m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN

14 23	LAT=	34° 54'	02.128476"	+0.000000"	34° 54'	02.128476"	0.009168m
	LON=	57° 56'	33.694194"	+0.000000"	57° 56'	33.694194"	0.008870m
	ELL HT=		26.0143m	+0.0000m		26.0143m	0.031553m
	ORTHO HT=		0.0000m	+0.0000m		0.0000m	NOT KNOWN
15 24	LAT=	34° 54'	03.677676"	+0.000000"	34° 54'	03.677676"	0.017036m
	LON=	57° 56'	36.125064"	+0.000000"	57° 56'	36.125064"	0.015793m
	ELL HT=		27.1264m	+0.0000m		27.1264m	0.057885m
	ORTHO HT=		0.0000m	+0.0000m		0.0000m	NOT KNOWN
16 AGRI	LAT=	34° 54'	18.609910"	+0.000000"	34° 54'	18.609910"	FIXED
	LON=	57° 56'	33.883130"	+0.000000"	57° 56'	33.883130"	FIXED
	ELL HT=		41.5830m	+0.0000m		41.5830m	FIXED
	ORTHO HT=		0.0000m	+0.0000m		0.0000m	NOT KNOWN
17 HIP1	LAT=	34° 54'	02.354665"	+0.000000"	34° 54'	02.354665"	0.001932m
	LON=	57° 56'	48.492668"	+0.000000"	57° 56'	48.492668"	0.001445m
	ELL HT=		28.5026m	+0.0000m		28.5026m	0.004502m
	ORTHO HT=		0.0000m	+0.0000m		0.0000m	NOT KNOWN
18 HIP2	LAT=	34° 53'	56.210668"	+0.000000"	34° 53'	56.210668"	0.002454m
	LON=	57° 56'	41.741328"	+0.000000"	57° 56'	41.741328"	0.001837m
	ELL HT=		25.5554m	+0.0000m		25.5554m	0.005708m
	ORTHO HT=		0.0000m	+0.0000m		0.0000m	NOT KNOWN
19 HIP3	LAT=	34° 54'	05.118771"	+0.000000"	34° 54'	05.118771"	0.002856m
	LON=	57° 56'	29.814596"	+0.000000"	57° 56'	29.814596"	0.001626m
	ELL HT=		26.2303m	+0.0000m		26.2303m	0.005110m
	ORTHO HT=		0.0000m	+0.0000m		0.0000m	NOT KNOWN
20 HIP4	LAT=	34° 54'	10.943442"	+0.000000"	34° 54'	10.943442"	0.002085m
	LON=	57° 56'	37.129145"	+0.000000"	57° 56'	37.129145"	0.001194m
	ELL HT=		28.1394m	+0.0000m		28.1394m	0.003756m
	ORTHO HT=		0.0000m	+0.0000m		0.0000m	NOT KNOWN

AJUSTE DE OBSERVACIONES (Tau = 2.55)

OBS#	BLK#/ REF#	TYPE	BACKSIGHT/ INSTRUMENT/ FORESIGHT	UDVC/ UDPG/ SBNT	OBSERVED/ ADJUSTED/ RESIDUAL	1.00â/1.00â/1.00â	TAU
1	1	gpsaz	---	---	42°09'19.8844"	1.0851"	0.05
			HIP1	---	42°09'19.8607"	1.0717"	
			HIP2	1	-0.023613"	0.1700"	
2	1	gpsht	---	---	-2.9495m	0.0038m	0.45
			HIP1	---	-2.9486m	0.0038m	
			HIP2	1	+0.000904m	0.0008m	
3	1	gpsds	---	---	255.3992m	0.0016m	0.34
			HIP1	---	255.3989m	0.0015m	
			HIP2	1	-0.000297m	0.0003m	
4	2	gpsaz	---	---	340°46'12.9976"	1.2857"	0.14
			AGRI	---	340°46'13.1363"	1.2289"	
			HIP4	1	+0.138666"	0.3780"	
5	2	gpsht	---	---	-13.4425m	0.0039m	0.37
			AGRI	---	-13.4433m	0.0038m	
			HIP4	1	-0.000820m	0.0009m	
6	2	gpsds	---	---	250.2125m	0.0020m	0.02
			AGRI	---	250.2125m	0.0019m	
			HIP4	1	-0.000031m	0.0006m	
7	3	gpsaz	---	---	45°58'28.1094"	1.0910"	0.15
			HIP4	---	45°58'28.0646"	1.0849"	
			HIP3	1	-0.044817"	0.1157"	
8	3	gpsht	---	---	-1.9071m	0.0035m	0.19
			HIP4	---	-1.9073m	0.0035m	
			HIP3	1	-0.000194m	0.0004m	
9	3	gpsds	---	---	258.2716m	0.0018m	0.52
			HIP4	---	258.2713m	0.0018m	
			HIP3	1	-0.000283m	0.0002m	
10	4	gpsaz	---	---	323°28'53.0151"	0.5872"	0.22
			AGRI	---	323°28'52.9166"	0.5599"	
			HIP1	1	-0.098483"	0.1770"	
11	4	gpsht	---	---	-13.0824m	0.0047m	0.40
			AGRI	---	-13.0810m	0.0045m	
			HIP1	1	+0.001390m	0.0014m	
12	4	gpsds	---	---	623.2950m	0.0018m	0.06
			AGRI	---	623.2951m	0.0017m	
			HIP1	1	+0.000062m	0.0004m	
13	5	gpsaz	---	---	45°58'10.8460"	11.5219"	0.59
			HIP4	---	45°58'28.0646"	1.0849"	
			HIP3	1	+17.218656"	11.4707"	
14	5	gpsht	---	---	-1.9192m	0.0312m	0.15
			HIP4	---	-1.9073m	0.0035m	
			HIP3	1	+0.011914m	0.0310m	
15	5	gpsds	---	---	258.2454m	0.0155m	0.66
			HIP4	---	258.2713m	0.0018m	
			HIP3	1	+0.025926m	0.0153m	
16	6	gpsaz	---	---	70°02'14.0118"	4.6447"	OPEN
			HIP4	---	70°02'14.0118"	4.6447"	
			11	1	+0.000000"	0.0000"	

17	6	gpsht	---	---	-1.3933m	0.0099m	OPEN
	1		HIP4	---	-1.3933m	0.0099m	
				11	1	+0.000000m	0.0000m
18	6	gpsds	---	---	224.1774m	0.0044m	OPEN
	1		HIP4	---	224.1774m	0.0044m	
				11	1	+0.000000m	0.0000m
19	7	gpsaz	---	---	15°41'28.3328"	32.9681"	OPEN
	1		HIP4	---	15°41'28.3328"	32.9681"	
				12	1	+0.000000"	0.0000"
20	7	gpsht	---	---	+0.1425m	0.0193m	OPEN
	1		HIP4	---	+0.1425m	0.0193m	
				12	1	+0.000000m	0.0000m
21	7	gpsds	---	---	51.0617m	0.0101m	OPEN
	1		HIP4	---	51.0617m	0.0101m	
				12	1	+0.000000m	0.0000m
22	8	gpsaz	---	---	0°23'24.3141"	17.2414"	OPEN
	1		HIP4	---	0°23'24.3141"	17.2414"	
				13	1	+0.000000"	0.0000"
23	8	gpsht	---	---	-0.3689m	0.0209m	OPEN
	1		HIP4	---	-0.3689m	0.0209m	
				13	1	+0.000000m	0.0000m
24	8	gpsds	---	---	97.1089m	0.0109m	OPEN
	1		HIP4	---	97.1089m	0.0109m	
				13	1	+0.000000m	0.0000m
25	9	gpsaz	---	---	312°11'41.5540"	11.2022"	OPEN
	1		HIP4	---	312°11'41.5540"	11.2022"	
				14	1	+0.000000"	0.0000"
26	9	gpsht	---	---	+0.3006m	0.0154m	OPEN
	1		HIP4	---	+0.3006m	0.0154m	
				14	1	+0.000000m	0.0000m
27	9	gpsds	---	---	120.3132m	0.0076m	OPEN
	1		HIP4	---	120.3132m	0.0076m	
				14	1	+0.000000m	0.0000m
28	10	gpsaz	---	---	312°09'15.3839"	8.8100"	OPEN
	1		HIP4	---	312°09'15.3839"	8.8100"	
				15	1	+0.000000"	0.0000"
29	10	gpsht	---	---	+0.5921m	0.0229m	OPEN
	1		HIP4	---	+0.5921m	0.0229m	
				15	1	+0.000000m	0.0000m
30	10	gpsds	---	---	219.9420m	0.0114m	OPEN
	1		HIP4	---	219.9420m	0.0114m	
				15	1	+0.000000m	0.0000m
31	11	gpsaz	---	---	320°30'08.0003"	8.5671"	OPEN
	1		HIP4	---	320°30'08.0003"	8.5671"	
				16	1	+0.000000"	0.0000"
32	11	gpsht	---	---	+0.5125m	0.0287m	OPEN
	1		HIP4	---	+0.5125m	0.0287m	
				16	1	+0.000000m	0.0000m
33	11	gpsds	---	---	258.1739m	0.0139m	OPEN
	1		HIP4	---	258.1739m	0.0139m	
				16	1	+0.000000m	0.0000m
34	12	gpsaz	---	---	312°32'02.8255"	6.3443"	0.23
	1		HIP4	---	312°31'59.1751"	1.3173"	
			HIP1		1	-3.650451"	6.2060"

35	12	gpsht	***-	***-	+0.3695m	0.0321m	0.09
	1		HIP4	***-	+0.3623m	0.0057m	
			HIP1	1	-0.007193m	0.0316m	
36	12	gpsds	***-	***-	391.5172m	0.0151m	0.08
	1		HIP4	***-	391.5143m	0.0021m	
			HIP1	1	-0.002961m	0.0149m	
37	13	gpsaz	***-	***-	323°06'54.1796"	2.9666"	OPEN
	1		HIP4	***-	323°06'54.1796"	2.9666"	
			18	1	+0.000000"	0.0000"	
38	13	gpsht	***-	***-	+0.7297m	0.0168m	OPEN
	1		HIP4	***-	+0.7297m	0.0168m	
			18	1	+0.000000m	0.0000m	
39	13	gpsds	***-	***-	418.7549m	0.0080m	OPEN
	1		HIP4	***-	418.7549m	0.0080m	
			18	1	+0.000000m	0.0000m	
40	14	gpsaz	***-	***-	327°58'32.3526"	2.6361"	OPEN
	1		HIP4	***-	327°58'32.3526"	2.6361"	
			19	1	+0.000000"	0.0000"	
41	14	gpsht	***-	***-	-1.3225m	0.0154m	OPEN
	1		HIP4	***-	-1.3225m	0.0154m	
			19	1	+0.000000m	0.0000m	
42	14	gpsds	***-	***-	423.1385m	0.0072m	OPEN
	1		HIP4	***-	423.1385m	0.0072m	
			19	1	+0.000000m	0.0000m	
43	15	gpsaz	***-	***-	345°32'13.0785"	2.9087"	0.27
	1		HIP4	***-	345°32'14.9391"	0.9981"	
			HIP2	1	+1.860579"	2.7320"	
44	15	gpsht	***-	***-	-2.5713m	0.0185m	0.34
	1		HIP4	***-	-2.5863m	0.0066m	
			HIP2	1	-0.014953m	0.0173m	
45	15	gpsds	***-	***-	468.8684m	0.0085m	0.07
	1		HIP4	***-	468.8670m	0.0029m	
			HIP2	1	-0.001378m	0.0080m	
46	16	gpsaz	***-	***-	351°24'43.3566"	7.0179"	OPEN
	1		HIP4	***-	351°24'43.3566"	7.0179"	
			21	1	+0.000000"	0.0000"	
47	16	gpsht	***-	***-	-2.1059m	0.0438m	OPEN
	1		HIP4	***-	-2.1059m	0.0438m	
			21	1	+0.000000m	0.0000m	
48	16	gpsds	***-	***-	377.4255m	0.0136m	OPEN
	1		HIP4	***-	377.4255m	0.0136m	
			21	1	+0.000000m	0.0000m	
49	17	gpsaz	***-	***-	4°52'17.5101"	8.9878"	OPEN
	1		HIP4	***-	4°52'17.5101"	8.9878"	
			22	1	+0.000000"	0.0000"	
50	17	gpsht	***-	***-	-2.2800m	0.0475m	OPEN
	1		HIP4	***-	-2.2800m	0.0475m	
			22	1	+0.000000m	0.0000m	
51	17	gpsds	***-	***-	324.8003m	0.0135m	OPEN
	1		HIP4	***-	324.8003m	0.0135m	
			22	1	+0.000000m	0.0000m	
52	18	gpsaz	***-	***-	17°47'54.8907"	6.8518"	OPEN
	1		HIP4	***-	17°47'54.8907"	6.8518"	
			23	1	+0.000000"	0.0000"	

53	18	gpsht	-*-	-*-	-2.1243m	0.0313m	OPEN
	1		HIP4	-*-	-2.1243m	0.0313m	
			23	1	+0.000000m	0.0000m	
54	18	gpsds	-*-	-*-	285.2998m	0.0082m	OPEN
	1		HIP4	-*-	285.2998m	0.0082m	
			23	1	+0.000000m	0.0000m	
55	19	gpsaz	-*-	-*-	6°29'42.8298"	14.9100"	OPEN
	1		HIP4	-*-	6°29'42.8298"	14.9100"	
			24	1	+0.000000"	0.0000"	
56	19	gpsht	-*-	-*-	-1.0122m	0.0578m	OPEN
	1		HIP4	-*-	-1.0122m	0.0578m	
			24	1	+0.000000m	0.0000m	
57	19	gpsds	-*-	-*-	225.3507m	0.0164m	OPEN
	1		HIP4	-*-	225.3507m	0.0164m	
						24	1
		+0.000000m				0.0000m	

# **ANEXO 5**

## **MONOGRAFÍAS Y FOTOGRAFÍAS**

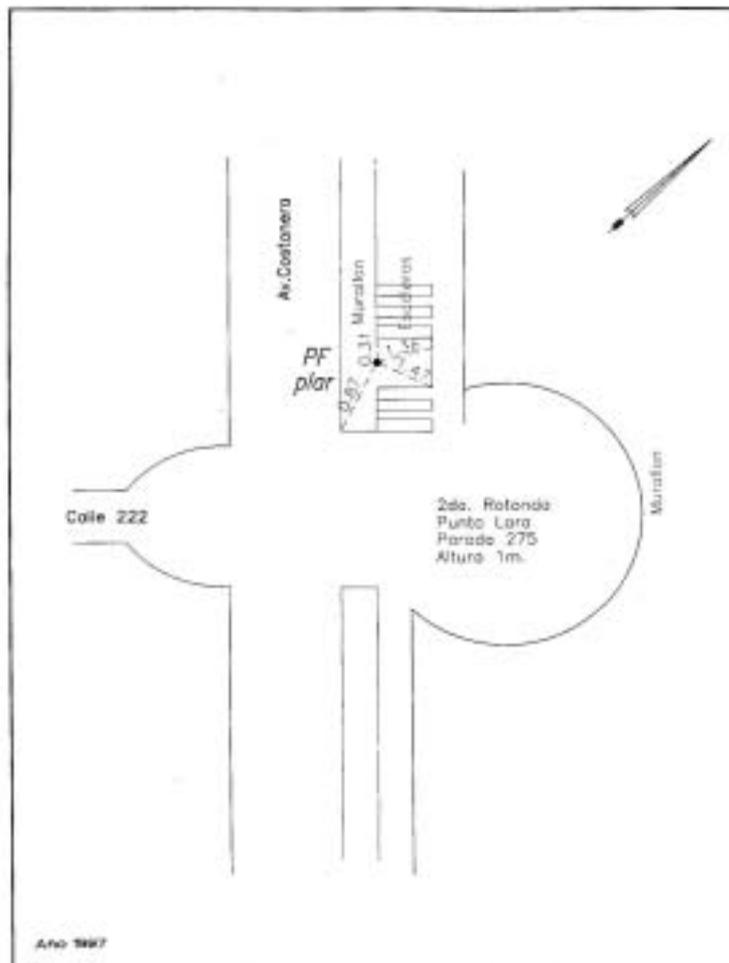


## Instrumental utilizado



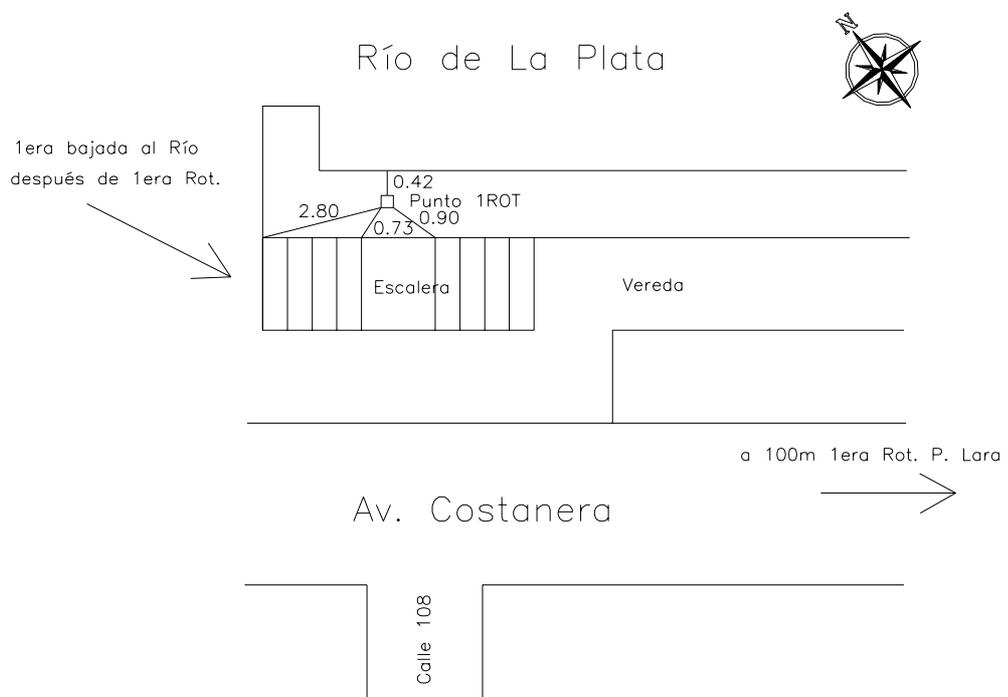


*Punto PLAR de la Red GEOBA, llamado en este trabajo 2ROT.*



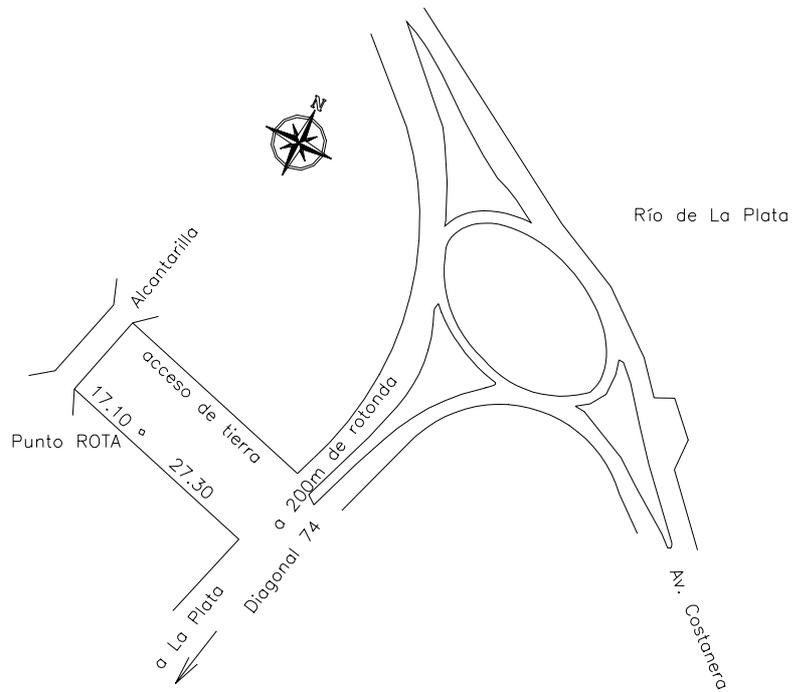


*Punto 1ROT. Medición en un día lluvioso.*



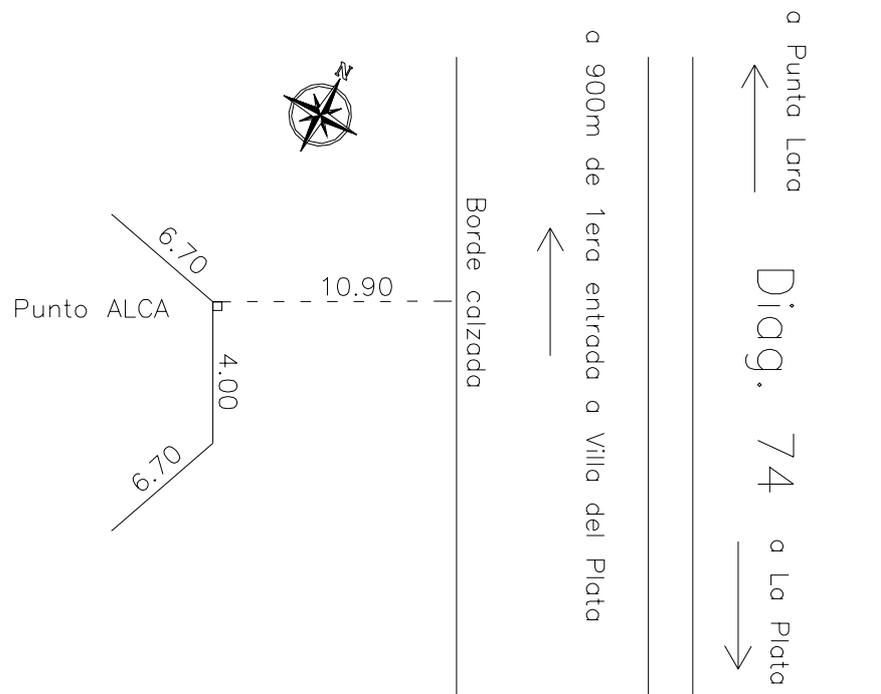


*Punto ROTA*



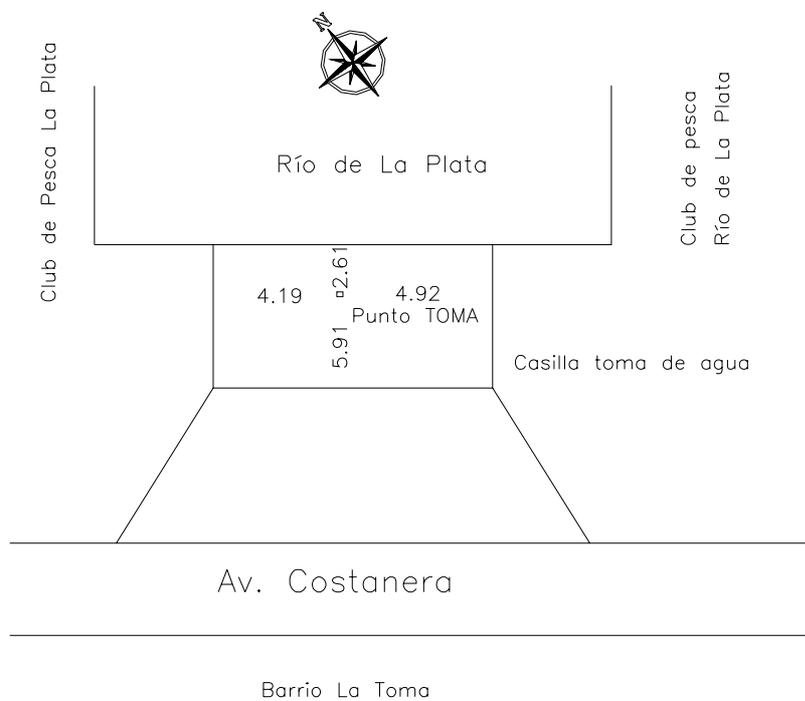


*Punto ALCA*





*Punto TOMA en el techo de la casilla de la toma de agua*



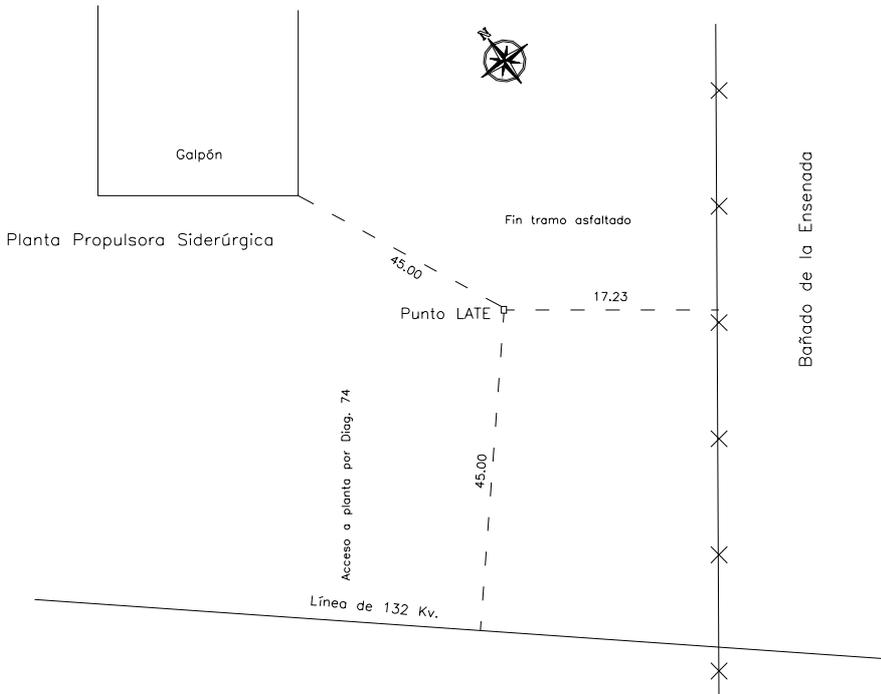


*Punto GATO*



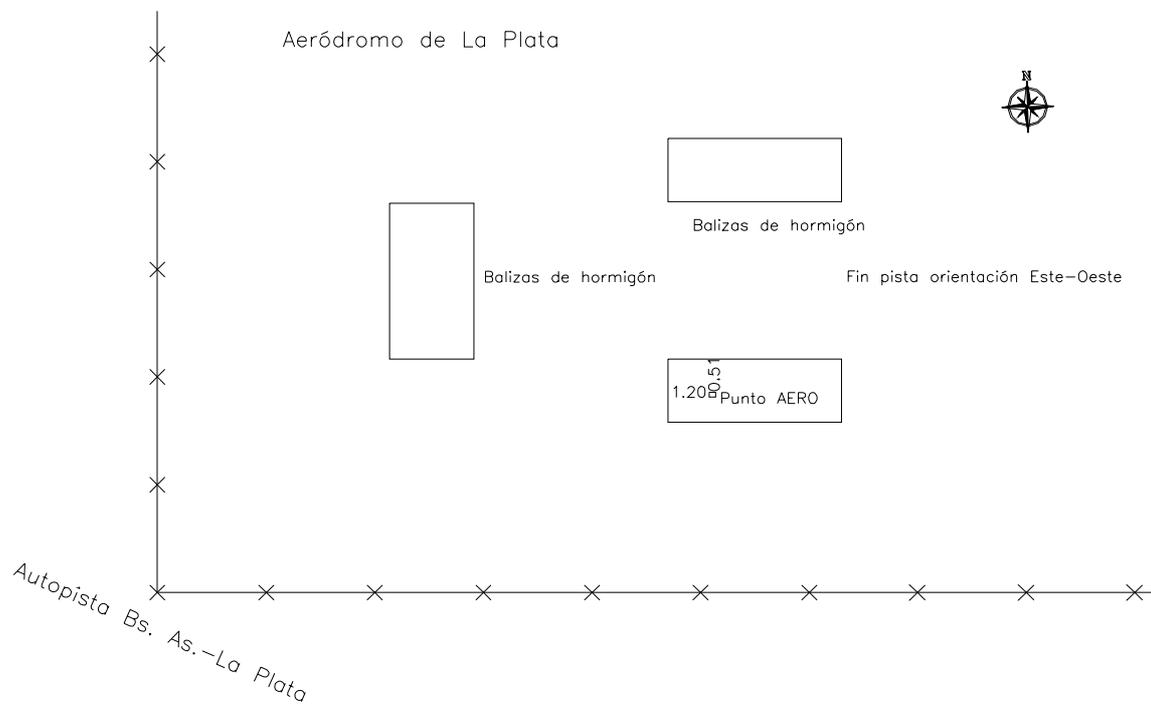


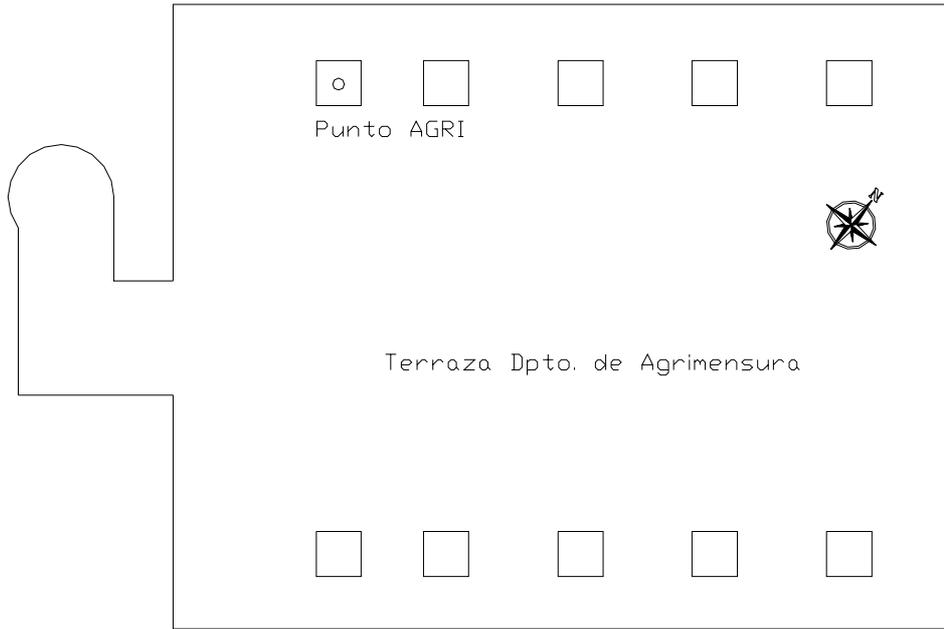
Punto LATE, cercano a una línea de 132 KV. Además en el momento de medición se produjo una tormenta eléctrica. Ni ésta ni la línea de tensión afectaron las mediciones.



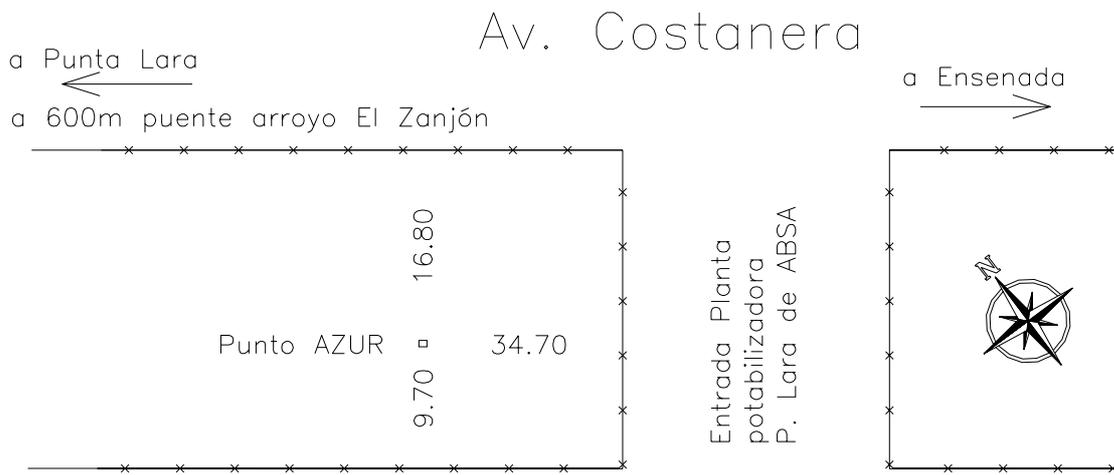


*Punto AERO en el final de una pista de aviones.*

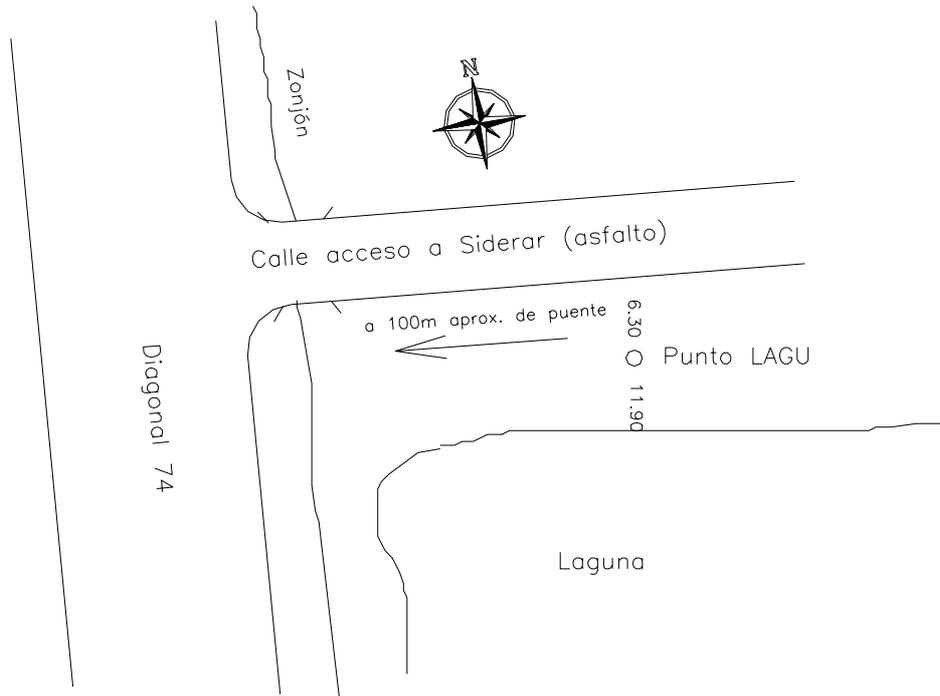




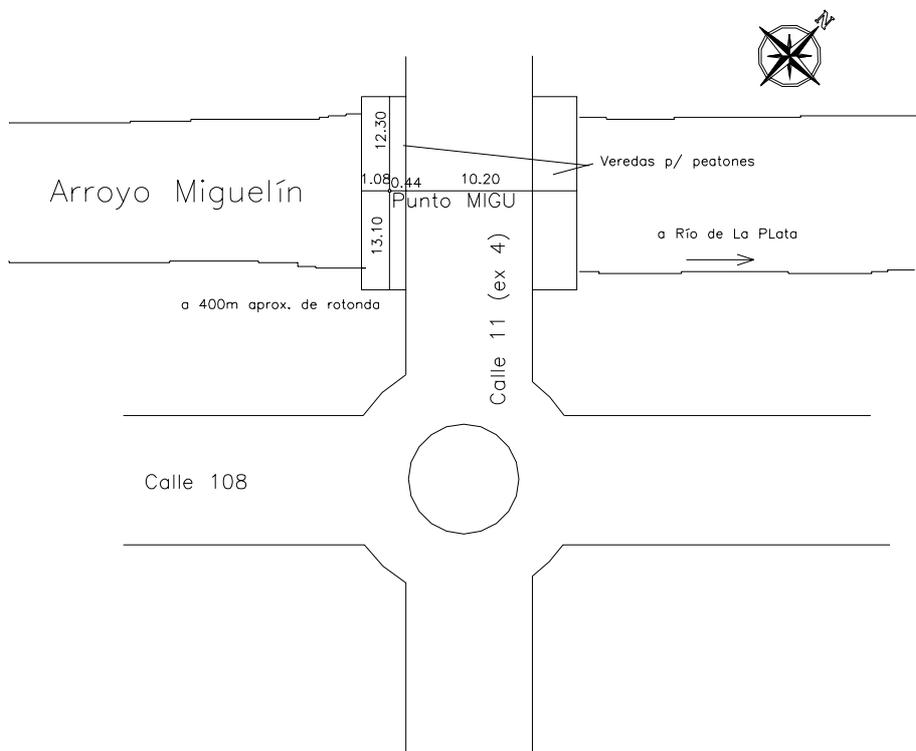
*Monografía punto AGRI*



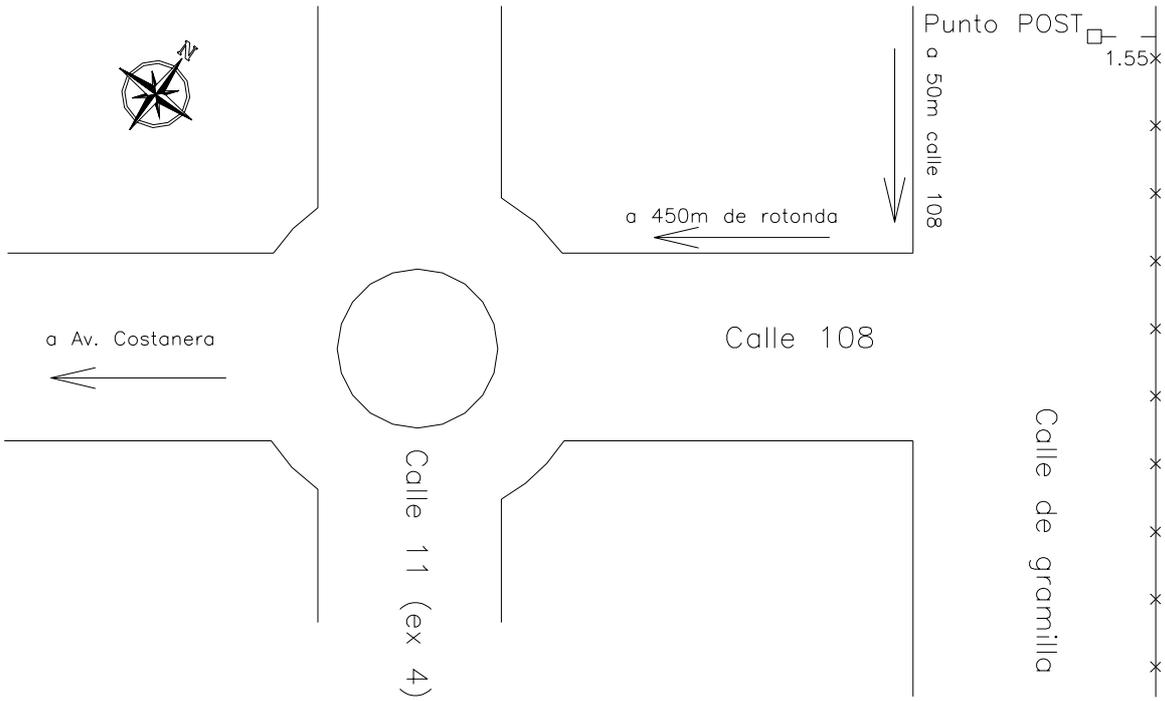
*Monografía punto AZUR*



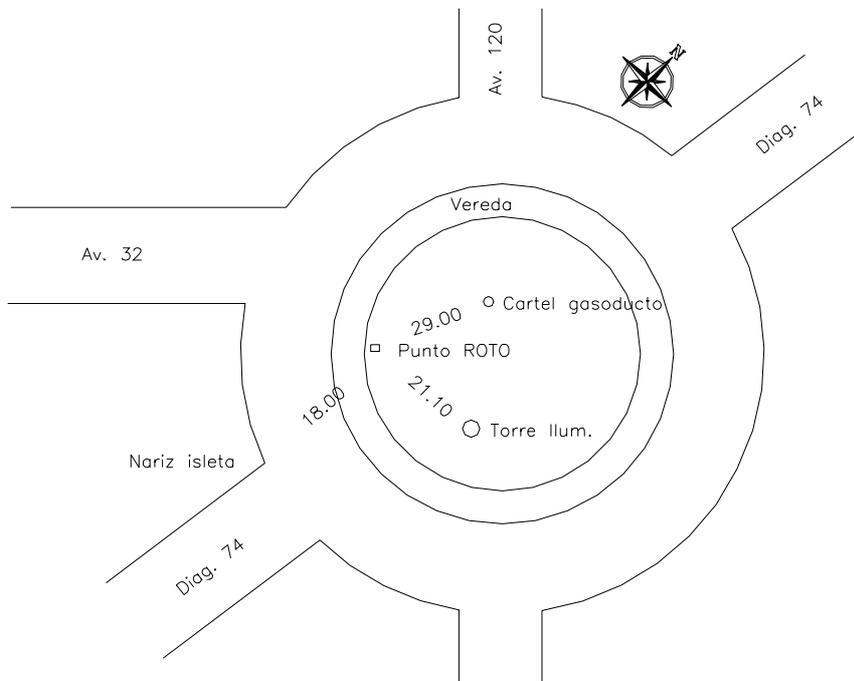
*Monografía punto LAGU*



*Monografía punto MIGU*



*Monografía punto POST*



*Monografía punto ROTO*

## Móvil GPS con prisma incorporado



*Esta configuración permitió llevar a cabo el relevamiento GPS y con Estación Total simultáneamente.*

## Base de equipo RTK



*Base RTK estacionada en el punto 2ROT.  
La antena de transmisión de datos se encuentra lo más elevada posible para  
optimizar las comunicaciones.*



*Receptor base estacionado para realizar mediciones de servidumbre de oleoducto. Se trabajó con distancias de hasta 11 km. sin ningún problema en el enlace de radio gracias a la topografía que se puede apreciar.*



*Móvil RTK estacionado en el punto LATE para comprobar la precisión del método. La presencia de la línea de alta tensión no afectó el normal desempeño de los equipos.*



*Una de las mediciones realizadas debajo de líneas de alta tensión. La misma no resultó ser un inconveniente ni para las comunicaciones ni para la recepción de satélites. Abajo relevando un oleoducto.*





