



ESCUELA DE AGRIMENSURA – FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERIA
Y AGRIMENSURA - UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO.



TITULO:

POSICIONAMIENTO GPS EN TIEMPO REAL UTILIZANDO NTRIP

CARACTERISTICAS GENERALES Y ANALISIS DE PRESICIONES

Autores:

- **BRANDETTI ALEJANDRO** **LEGAJO: B-3951/9**
- **KEMERER SEBASTIAN** **LEGAJO: K-0370/1**

DIRECTOR DE PROYECTO:

- **NOGUERA GUSTAVO**

CODIRECTORES DE PROYECTO:

- **MANGIATERRA ALDO**

Año: 2011



SISTEMA NTRIP

ÍNDICE:

1. RESUMEN.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
3. INTRODUCCION TEORICA	
3.1. Introducción a los Sistemas de Posicionamiento Global	
3.1.1. Conceptos Generales del GPS.....	3
3.1.2. Descripción del Sistema.....	3
3.2. Métodos de Posicionamiento	
3.2.1. Navegación Autónoma.....	7
3.2.2. Posicionamiento Diferencial (DGPS).....	12
3.2.3. GPS Diferencial de Fase y Resolución de Ambigüedades.....	13
3.3. Levantamientos con GPS	
3.3.1. Método Diferencial GPS	16
3.3.1.1. Levantamiento Estático	
3.3.1.2. Levantamiento Estático Rápido	
3.3.1.3. Levantamiento Cinemático	
3.3.1.4. Levantamiento RTK	
3.4. Correcciones Diferenciales - NTRIP	
3.4.1. Introducción.....	20
3.4.2. Distribución de las Correcciones.....	21
3.4.2.1. Método Básico	
3.4.2.2. Mediciones de Latencia	

4. DESARROLLO DE LA CAMPAÑA

4.1. Análisis de Corrección en posicionamiento Diferencial con Código (C/A). Estático y Dinámico.....	28
4.2. Análisis de Corrección en posicionamiento Relativo con Fase. Levantamiento RTK.....	35
4.3. Resultados y Análisis.....	41

5. CONSIDERACIONES FINALES.....49

6. BIBLIOGRAFÍA.....100

ANEXO A – Posicionamiento DGPS con Código C/A.....51

ANEXO B – Posicionamiento DGPS con Código C/A. UCORD – Rosario.....59

ANEXO C – Posicionamiento Diferencial con Fase. IGM1 – Rosario.....63

ANEXO D – Posicionamiento Diferencial con Fase. UNRO – Melincué (Nodal N°:121).....67

ANEXO E – Posicionamiento Diferencial con Fase. UNRO – Casilda; GUAY – Casilda.....71

ANEXO F – Posicionamiento Diferencial con Fase. UNRO – Cañada de Gómez.....78

ANEXO G – Posicionamiento Diferencial con Fase. SBAL – Rosario.....82

ANEXO H – Posicionamiento Diferencial con Fase. GUAY – Rosario.....86

ANEXO I – Posicionamiento Diferencial con Fase. UNRO – Rosario.....90

ANEXO J – Resultados Postprocesamiento de Puntos Medidos.....94

1. RESUMEN

No resulta novedoso decir que en los últimos años la tecnología ha crecido y crece a pasos agigantados en todos los aspectos de la vida cotidiana. Este crecimiento también se ve reflejando en el campo de la Agrimensura con la aparición de nuevos instrumentos de medición, que han cambiado considerablemente las técnicas y métodos de medición para el ejercicio de la profesión. Ejemplo de estos cambios es la tecnología satelital. El desarrollo del GPS (Global Positioning System) ofrece mejores y mayores prestaciones, por lo que su uso se ha hecho de carácter permanente.

Debido al gran incremento de la capacidad de Internet, se han creado aplicaciones que son capaces de transferir continuos flujos de datos mediante paquetes IP (Intenet Protocol). Estas aplicaciones nos permiten introducir una variante al uso del GPS en “Tiempo Real” (RTK), en su configuración convencional de transmisión de correcciones vía radio UHF.

En el presente trabajo, se desarrollará el funcionamiento, se describirán las características y se expondrán los resultados obtenidos en distintas experiencias realizadas, utilizando este sistema llamado “Ntrip”.

2. OBJETIVOS

- Analizar las características del sistema Ntrip.
- Determinar ventajas, desventajas y limitaciones en el uso del sistema Ntrip en las tareas relacionadas al ejercicio de la profesión.

3. INTRODUCCION TEORICA

3.1. Introducción a los Sistemas de Posicionamiento Global.

3.1.1. Conceptos Generales del GPS.

GPS es la abreviatura de NAVSTAR GPS. Éste es el acrónimo en inglés de NAVigation System with Time And Ranging - Global Positioning System, (que en español significa Sistema de Posicionamiento Global con Sistema de Navegación por Tiempo y Distancia). GPS es la solución para una de las incógnitas más antiguas que se ha planteado el hombre: el preguntarse "¿En qué lugar de la Tierra me encuentro?" Uno puede pensar que esta es una pregunta sencilla de responder. Nos podemos ubicar fácilmente observando los objetos que nos rodean, lo cual nos da una cierta posición en relación a los mismos. Pero, ¿qué sucede cuando no hay objetos a nuestro alrededor? ¿Y qué ocurre si nos encontramos en medio del desierto o del océano? Durante muchos siglos, este problema fue resuelto empleando al Sol y las estrellas para navegar. Asimismo, en tierra, los topógrafos y los exploradores utilizaban puntos conocidos respecto a los cuales hacían referencia para sus mediciones o para encontrar su camino. Estos métodos cumplían su cometido dentro de ciertos límites, pues el Sol y las estrellas no pueden ser observados cuando el cielo está nublado. Además, aún efectuando las mediciones lo más precisas posibles, la posición no podía ser determinada en forma muy precisa. Luego de la Segunda Guerra Mundial, se llevaron a cabo muy diversos proyectos y experimentos con el fin de determinar una posición de forma precisa, entre los que se cuentan los sistemas Transit, Timation, Loran, Decca etc. Todos ellos permitían determinar posiciones, pero continuaban siendo muy limitados en precisión y funcionalidad. A principios de los años 70 se propuso un nuevo proyecto - el GPS. Este concepto prometía satisfacer todos los requerimientos del gobierno de los Estados Unidos, principalmente el poder determinar (en cualquier momento y bajo cualquier condición atmosférica), una posición precisa en cualquier punto de la superficie terrestre. El GPS es un sistema basado en satélites artificiales, dispuestos en una constelación de 24 de ellos, para brindar al usuario una posición precisa.

El GPS fue diseñado originalmente para emplearse con fines militares, en cualquier momento y sobre cualquier punto de la superficie terrestre. Poco tiempo después de presentarse las propuestas originales de este sistema, resultaba claro que el GPS también podía ser utilizado en aplicaciones civiles y no únicamente para obtener el posicionamiento para los fines militares. Las aplicaciones principales de tipo civil fueron para navegación, topografía, agrimensura y geodesia. Hoy en día, el rango de aplicaciones va desde la navegación de automóviles o la administración de una flota de camiones, hasta la automatización de maquinaria de construcción.

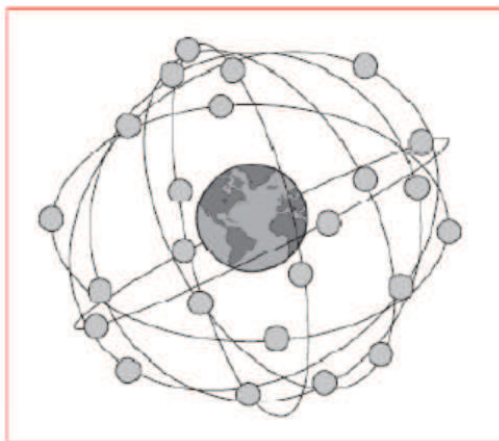
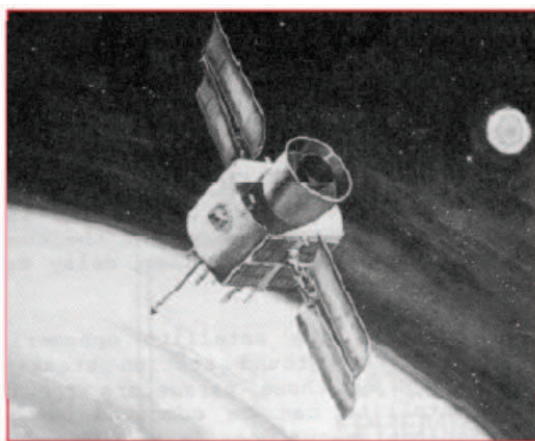
3.1.2. Descripción del Sistema:

El sistema GPS comprende tres segmentos diferentes:

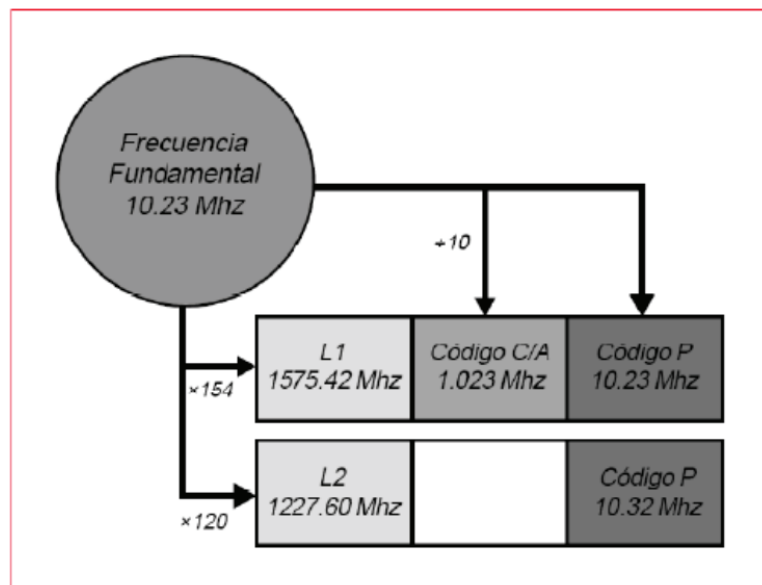
- El segmento Espacial - satélites que giran en órbitas alrededor de la Tierra.
- El segmento de Control - formado por estaciones ubicadas cerca del ecuador terrestre para controlar a los satélites.
- El segmento de Usuarios – Todos los que reciba y utilice las señales GPS.

El Segmento Espacial:

El segmento Espacial está compuesto actualmente por 32 satélites que giran en órbitas ubicadas aproximadamente a 20.200 km cada 12 horas. El segmento espacial está diseñado de tal forma que se pueda contar con un mínimo de 4 satélites visibles por encima de un ángulo de elevación de 15° en cualquier punto de la superficie terrestre, durante las 24 horas del día. Para la mayoría de las aplicaciones, el número mínimo de satélites visibles deberá ser de cuatro. La experiencia ha demostrado que la mayor parte del tiempo hay por lo menos 5 satélites visibles por encima de los 15° , y muy a menudo hay 6 o 7 satélites visibles. Cada satélite GPS lleva a bordo relojes atómicos muy precisos. Estos relojes operan en una frecuencia fundamental de 10.23MHz, la cual se emplea para generar las señales transmitidas por el satélite.

***Constelacion de Satelites GPS.******Satelites GPS.***

Los satélites transmiten constantemente en dos ondas portadoras. Estas ondas portadoras se encuentran en la banda L (utilizada para transmisiones de radio) y se propagan a la velocidad de la luz. Dichas ondas portadoras se derivan de la frecuencia fundamental, generada por un reloj atómico muy preciso. La portadora L1 es transmitida a 1575.42 MHz (10.23×154). La portadora L2 es transmitida a 1227.60 MHz (10.23×120). La portadora L1 es modulada por dos códigos. El Código C/A o Código de Adquisición Gruesa modula a 1.023MHz ($10.23/10$) y el código P o Código de Precisión modula a 10.23MHz. L2 es modulada por un código solamente. El código P en L2 modula a 10.23 MHz. Los receptores GPS utilizan los diferentes códigos para distinguir los satélites. Los códigos también pueden ser empleados como base para realizar las mediciones de pseudodistancia y a partir de ahí, calcular una posición.



Estructura de la señal GPS.

El Segmento de Control:

El segmento de control consiste en una estación de control maestro, distribuidas en puntos muy cercanos al ecuador terrestre. El segmento de Control rastrea los satélites GPS, actualiza su posición orbital y calibra y sincroniza sus relojes. Esta información es cargada a cada satélite y posteriormente transmitida desde allí. Esto permite al receptor GPS conocer la ubicación de cada satélite. Las señales de los satélites son leídas desde las estaciones: Ascensión, Diego García y Kwajalein. Estas mediciones son entonces enviadas a la Estación de Control Maestro en Colorado Springs, donde son procesadas para determinar cualquier error en cada satélite. La información es enviada posteriormente a las cuatro estaciones de observación equipadas con antenas de tierra y de allí cargadas a los satélites.



Localización de las Estaciones del Segmento de Control.

El Segmento de Usuarios:

El segmento de Usuarios comprende a cualquiera que reciba las señales GPS con un receptor, determinando su posición y/o la hora. Algunas aplicaciones típicas dentro del segmento Usuarios son: la navegación en tierra para excursionistas, ubicación de vehículos, topografía, navegación marítima y aérea, control de maquinaria, etc.

(Fuente: Introducción al Sistema GPS – Leica)

3.2. Métodos de Posicionamiento.

Existen diferentes métodos para obtener una posición empleando el GPS. El método a utilizar depende de la precisión requerida por el usuario y el tipo de receptor disponible. En un sentido amplio de la palabra, estas técnicas pueden ser clasificadas básicamente en tres clases:

Navegación Autónoma empleando sólo un receptor simple. Utilizado por excursionistas, barcos en alta mar y las fuerzas armadas.

Posicionamiento Diferencial con Código C/A. Más comúnmente conocido como DGPS, el cual proporciona precisiones del orden de 0.5-5m. Utilizado para navegación costera, adquisición de datos para SIG (Sistemas de Información Geográfica GIS), agricultura automatizada, etc.

Posicionamiento Diferencial de Fase. Ofrece una precisión de 0.5-20mm. Utilizado para diversos trabajos de topografía, control de maquinaria, etc.

(Fuente: Introduccion al Sistema GPS- Leica)

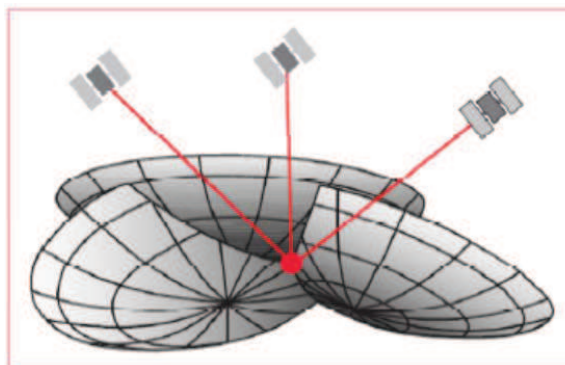
3.2.1. Navegación Autónoma

Esta es la técnica más sencilla empleada por los receptores GPS para proporcionar instantáneamente al usuario, la posición y altura y/o tiempo. La precisión obtenida es mejor que 10m (por lo general entre 1 y 5m) para usuarios civiles.

Los receptores utilizados para este tipo de aplicación, son por lo general unidades pequeñas, portátiles y de bajo costo.

Medición de la distancia a los satélites

Todas las posiciones GPS están basadas en la medición de la distancia desde los satélites hasta el receptor GPS en Tierra. Esta distancia hacia cada satélite puede ser determinada por el receptor GPS. La idea básica es la de una intersección inversa, la cual es utilizada generalmente por los topógrafos. Si se conoce la distancia hacia tres puntos en relación a una posición, entonces se puede determinar la posición relativa a esos tres puntos. A partir de la distancia hacia un satélite, sabemos que la posición del receptor debe estar en algún punto sobre la superficie de una esfera imaginaria cuyo origen es el satélite mismo y su radio la distancia. La posición del receptor se podrá determinar al intersectar tres esferas imaginarias.



Intersección de tres Esferas Imaginarias.

El problema con el GPS es que sólo se pueden determinar las pseudodistancias y el tiempo al momento que llegan las señales al receptor.

De este modo existen cuatro incógnitas a determinar: posición (X, Y, Z) y el error del reloj del receptor. Observando a cuatro satélites se generan cuatro ecuaciones que se cancelan.

Cálculo del Tiempo y de la Distancia al Satélite

Para calcular la distancia a cada satélite, se utiliza una de las leyes del movimiento

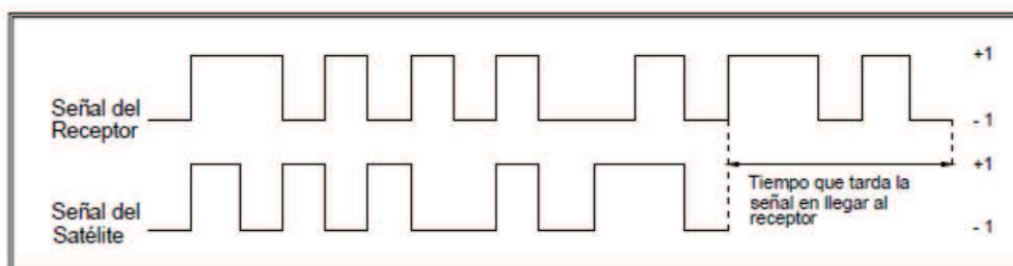
El GPS requiere que el receptor calcule la distancia del receptor al satélite.

La Velocidad es la velocidad de las señales de radio. Las señales de radio viajan a la velocidad de la luz, a 300 000 Km por segundo.

El tiempo es aquel que le toma a una señal de radio en viajar desde el satélite al receptor GPS.

Esto es un poco difícil de calcular, ya que se necesita conocer el momento en que la señal de radio salió del satélite y el momento en que llegó al receptor.

Cada receptor tiene almacenadas en su memoria las réplicas de todos los PRN. Así cuando recibe la emisión satelital puede efectuar el reconocimiento del satélite correspondiente. A continuación, procesando la señal, recupera el código con el que fue modulada y, a la vez, genera interiormente una réplica del código recibido, pero obviamente desfasado, puesto que el recibido debió “viajar” por el espacio, siendo recibido con un “retardo”.



La operación siguiente consiste en correlacionar los códigos (recibido y autogenerado o “local”), lo que permite medir el tiempo y por lo tanto la distancia (considerando conocida la velocidad de la luz en el espacio).

Fuentes de Error

Hasta este momento, hemos asumido que la posición obtenida del GPS es muy precisa y libre de errores, pero existen diferentes fuentes de error que degradan la posición GPS desde algunos metros, en teoría, hasta algunas decenas de metros. Estas fuentes de error son:

1. Retrasos ionosféricos y atmosféricos
2. Errores en el reloj del Satélite y del Receptor
3. Efecto Multitrayectoria

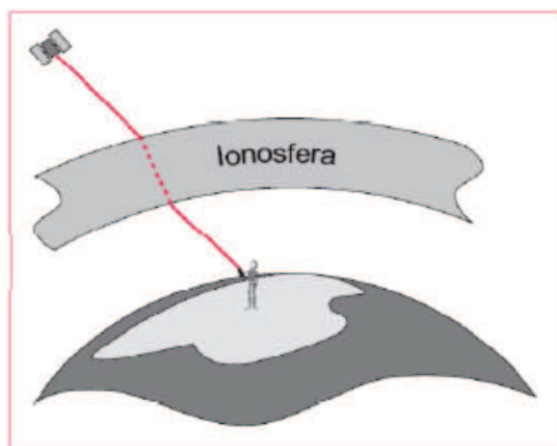
Existe un factor que indica cómo se degrada el cálculo de la posición en función de la distribución de los satélites. Este factor se denomina:

4. Dilución de la Precisión

Retrasos ionosféricos y atmosféricos

Al pasar la señal del satélite a través de la ionosfera, su velocidad puede disminuir, este efecto es similar a la refracción producida al atravesar la luz un bloque de vidrio. Estos retrasos atmosféricos pueden introducir un error en el cálculo de la distancia, ya que la velocidad de la señal se ve afectada. (La luz sólo tiene una velocidad constante en el vacío).

La ionosfera nos introduce un retraso constante en la señal. Existen diversos factores que influyen en el retraso producido por la ionosfera.



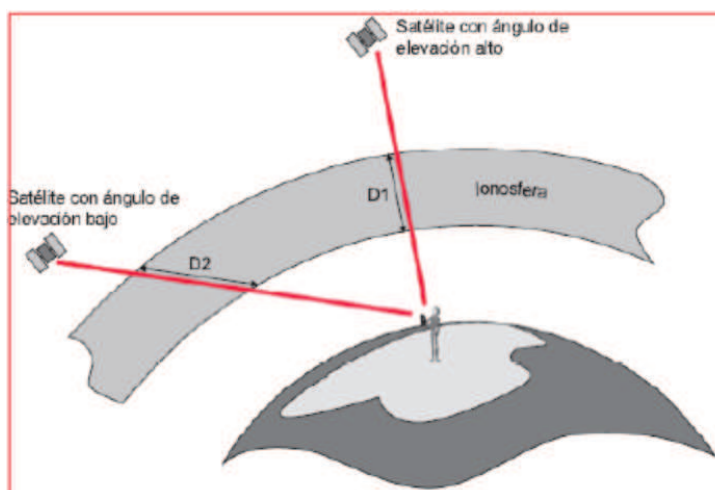
- a. **Elevación del satélite.** Las señales de satélites que se encuentran en un ángulo de elevación bajo se verán más afectadas que las señales de satélites que se encuentran en un ángulo de elevación mayor. Esto es debido a la mayor distancia que la señal tiene que viajar a través de la atmósfera.
- b. **La densidad de la ionosfera está afectada por el Sol.** Durante la noche, la influencia ionosférica es mínima. Durante el día, el efecto de la ionosfera se incrementa y disminuye la velocidad de la señal. La densidad de la ionosfera varía con los ciclos solares (actividad de las manchas solares). La actividad de las manchas solares llega a su máximo cada 11 años. Además de esto, las llamaradas solares pueden ocurrir de manera aleatoria, lo cual también tiene un efecto sobre la ionosfera. Los errores debidos a la ionosfera pueden ser mitigados empleando uno de estos tres métodos:
 - El primer método supone la toma de un promedio del efecto de la reducción de la velocidad de la luz causada por la ionosfera. Este factor de corrección puede ser entonces aplicado a una serie de cálculos. Sin embargo, esto depende de un promedio y obviamente esta condición promedio no ocurre todo el tiempo. Por lo tanto, este método no es la solución óptima para la Mitigación del Error Ionosférico.
 - El segundo, a partir de datos provenientes de estaciones permanentes GPS es posible calcular correcciones ionosféricas regionales y ponerlas a disposición de los usuarios para aplicarlas a

las observaciones. Este tipo de correcciones tiene gran importancia cuando se utilizan receptores L1 ya que de esta manera permiten ampliar el rango de medición

- El último método supone el empleo de los receptores de "doble frecuencia".

Tales receptores miden las frecuencias L1 y L2 de la señal GPS. Es sabido que cuando una señal de radio viaja a través de la ionosfera, ésta reduce su velocidad en una relación inversamente proporcional a su frecuencia. Por lo tanto, si se comparan los tiempos de arribo de las dos señales, se puede estimar el retraso con precisión. Nótese que esto es posible únicamente con receptores GPS de doble frecuencia. La mayoría de los receptores fabricados para la navegación son de una frecuencia.

- c. **El Vapor de agua también afecta la señal GPS.** El vapor de agua contenido en la atmósfera también puede afectar las señales GPS. Este efecto, el cual puede resultar en una degradación de la posición, puede ser reducido utilizando modelos atmosféricos.



Errores en los relojes de los satélites y del receptor

Aunque los relojes en los satélites tienen una precisión cercana a los 3 nanosegundos, algunas veces presentan una pequeña variación en la velocidad de marcha y producen pequeños errores, afectando la exactitud de la posición. El Departamento de Defensa de los Estados Unidos, observa permanentemente los relojes de los satélites mediante el segmento de control y puede corregir cualquier deriva que pueda encontrar.

Errores de Multitrayectoria

El error de multitrayectoria se presenta cuando el receptor está ubicado cerca de una gran superficie reflectora, tal como un lago o un edificio. La señal del satélite no viaja directamente a la antena, sino que llega primero al objeto cercano y luego es reflejada a la antena, provocando una medición falsa. Este tipo de errores pueden ser reducidos utilizando antenas GPS especiales que incorporan un plano de tierra (un disco circular metálico de aproximadamente 50cm de diámetro), el cual evita que las señales con poca elevación lleguen a la antena.

Para obtener la más alta exactitud, la solución preferida es la antena de bobina anular (choke ring antenna). Una antena de bobina anular tiene 4 o cinco anillos concéntricos alrededor de la antena que atrapan cualquier señal indirecta.

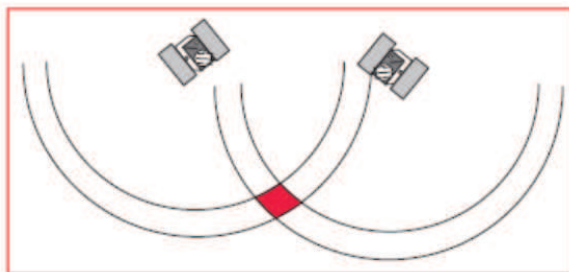
El efecto multitrayectoria tiene influencia únicamente a las mediciones de alta precisión.

Los receptores de navegación manuales no utilizan estas técnicas.

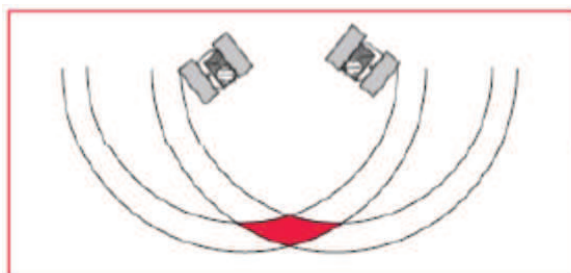
Dilución de la Precisión

La Dilución de la Precisión (DOP) es una medida de la fortaleza de la geometría de los satélites y está relacionada con la distancia entre estos y su posición en el cielo. El DOP puede disminuir la precisión de las mediciones durante un levantamiento con GPS.

Este principio puede ser ilustrado mediante los siguientes diagramas:



Satélites con buena distribución – poca incertidumbre en su posición.



Satélites con mala distribución – alta incertidumbre en su posición.

La distancia hacia los satélites se ve afectada por los errores en la distancia previamente descritos. Cuando los satélites están bien distribuidos, la posición se puede determinar dentro del área sombreada del diagrama y el margen de error posible es mínimo.

Cuando los satélites están muy cerca unos de otros, el área sombreada aumenta su tamaño, incrementando también la incertidumbre en la posición. Dependiendo de la dimensión, se pueden calcular diferentes tipos de Dilución de la Precisión.

VDOP – Dilución Vertical de la Precisión. Proporciona la degradación de la exactitud en la dirección vertical.

HDOP – Dilución Horizontal de la Precisión. Proporciona la degradación de la exactitud en la dirección horizontal.

PDOP – Dilución de la Precisión en Posición. Proporciona la degradación de la exactitud en posición 3D.

GDOP – Dilución de la Precisión Geométrica. Proporciona la degradación de la exactitud en posición 3D y en tiempo. El valor DOP más útil a conocer es el GDOP, ya que es una combinación de todos los factores. Sin

embargo, algunos receptores calculan el PDOP o HDOP, valores que no toman en consideración al componente de tiempo.

La mejor manera de minimizar el efecto del PDOP es observar tantos satélites como sean posibles. Recuerde, sin embargo, que las señales de satélites con poca elevación generalmente tienen una gran influencia de las fuentes de error. Como regla general, cuando se utilice el GPS para topografía, lo mejor es observar satélites con un ángulo de elevación mayor a los 10° sobre el horizonte. Las posiciones más precisas serán calculadas por lo general cuando el PDOP tiene un valor bajo.

¿Por qué son más precisos los receptores militares?

Los receptores militares son más precisos porque no utilizan el código C/A para calcular el tiempo que tarda en llegar la señal desde el satélite al receptor GPS. Únicamente emplean el código P.

El código P modula a la portadora con una frecuencia de 10.23 Hz., mientras que el código C/A lo hace a 1.023 Hz. Las distancias se pueden calcular con mayor precisión empleando el código P, ya que este se transmite 10 veces más por segundo que el código C/A.

Únicamente las fuerzas militares (equipadas con receptores GPS especiales), pueden descifrar el código P encriptado, también conocido como código Y.

(Fuente: Introduccion al Sistema GPS- Leica)

3.2.2. Posicionamiento Diferencial (DGPS)

Muchos de los errores que afectan la medición de distancia a los satélites, pueden ser completamente eliminados o reducidos significativamente utilizando técnicas de medición diferenciales.

Receptor Base

La antena del receptor base es montada en un punto de coordenadas conocidas. Al receptor que se coloca en este punto se le conoce como Receptor de Referencia o Estación Base.

Se enciende el receptor y comienza a rastrear satélites. Debido a que el receptor se encuentra en un punto conocido, el receptor base puede estimar en forma muy precisa la distancia a cada uno de los satélites.

De esta forma, este receptor puede calcular de forma sencilla cual es la diferencia entre la distancia calculada y la distancia medida. Estas diferencias son conocidas como correcciones.

El método convencional de transmisión de correcciones más utilizado en nuestro país, es a través de un equipo de radio UHF. En este trabajo analizaremos la transmisión de las correcciones a través de Internet. Esta tecnología se conoce como Sistema Nrtip, la cual desarrollaremos mas adelante.

Receptor Móvil

El receptor móvil está al otro lado de estas correcciones. El receptor móvil cuenta con un radio enlace de datos conectado para recibir las correcciones transmitidas por el receptor de referencia.

Durante el desarrollo del trabajo, veremos que si contamos con una conexión a Internet podremos recibir las correcciones en tiempo real por medio de la tecnología Ntrip.

El receptor móvil también calcula las distancias hacia los satélites. Luego aplica las correcciones de distancia recibidas de la Base. Esto le permite calcular una posición mucho más precisa de lo que sería posible si se utilizaran las distancias no corregidas.

Utilizando esta técnica, todas las fuentes de error descritas anteriormente son minimizadas, de aquí que se obtiene una posición más precisa.

Cabe mencionar que múltiples receptores móviles pueden recibir correcciones de una sola Base.

3.2.3. GPS Diferencial de Fase y Resolución de Ambigüedades

El GPS Diferencial de Fase es utilizado principalmente en la Agrimensura y trabajos relacionados para alcanzar precisiones en posición del orden de 5-50mm.

Como técnica diferencial significa que un mínimo de dos receptores GPS deben ser siempre utilizados en forma simultánea. Esta es una de las similitudes con el método de Corrección Diferencial de Código.

El receptor Base está siempre ubicado en un punto fijo o de coordenadas conocidas. El otro (o los otros) receptores están libres para moverse alrededor. Estos son conocidos como receptores móviles. Se calcula, entonces, la(s) línea(s) base entre la Base y los móviles.

Fase Portadora, códigos C/A y P

En este punto, es importante definir los diversos componentes de la señal GPS.

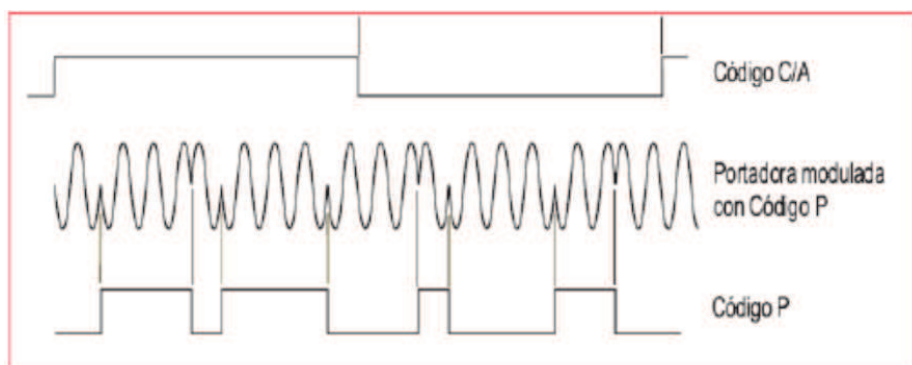
Fase Portadora. Es la onda sinusoidal de la señal de L1 o L2 creada por el satélite. La portadora L1 es generada a 1575.42 MHz, la portadora de L2 a 1227.6 MHz.

Código C/A. Es el Código de Adquisición Gruesa. Modula la portadora L1 a 1.023 MHz.

Código P. El código preciso. Modula a las portadoras L1 y L2 a 10.23 MHz.

¿Qué significa modulación?

Las ondas portadoras están diseñadas para llevar los códigos binarios C/A y P en un proceso conocido como modulación. Modulación significa que los códigos están superpuestos sobre la onda portadora. Los códigos son códigos binarios. Esto significa que sólo pueden tener dos valores -1 y +1. Cada vez que el valor cambia, hay un cambio en la fase de la portadora.



Modulación de la Portadora.

¿Por qué utilizar la Fase Portadora?

Se utiliza la fase portadora porque esta puede proporcionar una medida hacia el satélite mucho más precisa que la que se consigue utilizando el código C/A o el código P. La onda portadora de L1 tiene una longitud de 19.4cm. Si se pudiera medir el número de longitudes de onda (completas y fraccionarias) que existen entre el satélite y el receptor, se obtendría una distancia muy precisa al satélite.

Simple Diferencia de Fase.

En esta combinación lineal se consideran dos receptores, un satélite y una época.

Las simples diferencias de fase posibilitan cancelar los efectos de los errores asociados al reloj del satélite. Una importante reducción de los errores orbitales y por refracción atmosférica (tropósfera e ionósfera), y en casos en que la distancia entre los receptores es pequeña en comparación con los 20000 km de altura de los satélites, los efectos causados por los errores mencionados serán muy pequeño.

Pero aparece el problema de las ambigüedades cuya resolución requerirá de tiempos de observación mucho más prolongados y de procedimientos de medición y de cálculo considerablemente más complejos.

Es importante en este punto tener en cuenta que la ambigüedad inicial inherente a la medición con fase es un número entero y depende del par receptor-satélite. No habrá dependencia del tiempo siempre que no haya pérdida de señal durante la sesión.

Doble Diferencia de Fase.

Aplicamos la ecuación de simples diferencias para una época correspondientes a dos receptores, y a dos satélites.

En este modelo se han removido los errores provenientes de los relojes de los receptores.

Teniendo en cuenta que las dobles diferencias se construyen a partir de simples diferencias de fase, debe considerarse que ya se han eliminado los errores en los relojes de los satélites y reducido los efectos causados por la refracción atmosférica y los errores de los parámetros orbitales, pudiendo considerarse que para bases pequeñas (por ejemplo: <25 km), los errores mencionados son virtualmente eliminados.

Triple Diferencia de Fase.

En esta combinación lineal se consideran dos receptores, dos satélites y dos épocas.

En el modelo de triples diferencias se eliminan las incógnitas de ambigüedad y también está exento de los errores previamente suprimidos en las simples y dobles diferencias. La única información que queda en este modelo es la relativa a las posiciones de los satélites y de los receptores, por lo que el sistema de ecuaciones tendrá solo 3 incógnitas.

Diferencias de fase

Asumiendo entonces que se realizan observaciones simultáneas en dos puntos a dos satélites, se pueden formar nuevas ecuaciones como combinación lineal de las anteriores. A estas combinaciones lineales se las denomina simples diferencias, dobles diferencias y triples diferencias de fase.

Los errores sistemáticos incluidos en la ecuación de observación original presentan una fuerte correlación con las señales recibidas simultáneamente por diferentes receptores desde distintos satélites.

(Fuente: Introduccion al Sistema GPS- Leica)

La resolución de ambigüedades.

En resumen, se puede decir que cuando se utiliza el observable de fase la precisión que se puede lograr es mucho mejor que la que se logra con el uso de códigos.

Dependiendo del tipo de ecuación de observación utilizada, en primer término, las incógnitas (coordenadas, parámetros de los relojes, errores orbitales, etc.) son estimadas junto con las ambigüedades en un ajuste común. En esta aproximación los errores no considerados o defectuosamente modelados afectan a todas las incógnitas calculadas. Por eso es que en la primera aproximación las ambigüedades resultantes no serán números enteros sino que resultarán números reales, por lo tanto las coordenadas obtenidas constituyen lo que se denomina solución flotante.

A modo de ejemplo mencionamos un conjunto de pasos sucesivos necesarios para resolver ambigüedades:

- 1) Si a priori se determinan los valores aproximados de las coordenadas del punto (triples diferencias, código P, etc.), se podrá definir una esfera alrededor del mismo cuyo radio se trata de determinar de tal manera de garantizar que todas las soluciones posibles caigan dentro de ella.
- 2) Para lograr soluciones basadas en ambigüedades enteras será necesario realizar ajustes secuenciales tendientes a lograr estimaciones cada vez más cercanas a números enteros.
- 3) Así todos los grupos de ambigüedades enteras que proporcionen soluciones que caen dentro de la esfera serán válidos. Se obtendrá entonces un conjunto de soluciones posibles denominadas soluciones candidatas entre las cuales se elige la mejor.

Teniendo en cuenta que las longitudes de ondas de las portadoras son del orden de los 20 cm, se podrá llegar a definir el mejor grupo de ambigüedades si se logra reducir el radio de la esfera hasta que sea menor que la longitud de onda de la portadora. En levantamientos estáticos esto es posible reuniendo suficiente cantidad de observaciones, es decir, con sesiones suficientemente largas.

Además es sencillo intuir que si la longitud de onda fuera mayor, menor será el tiempo necesario para resolver ambigüedades ya que para la misma región de incertidumbre la cantidad de soluciones candidatas será menor.

(Fuente: GPS. Posicionamiento Satelital – E. Huerta; A. Magiaterra; G. Noguera)

3.3. Levantamientos con GPS

3.3.1. Método Diferencial GPS

Existen diferentes técnicas de medición que pueden ser utilizadas por la mayoría de receptores geodésicos GPS. El usuario debe elegir la técnica apropiada para cada aplicación.

Estático - Utilizado para líneas largas, redes geodésicas, estudios de tectónica de placas, etc. Ofrece precisión alta en distancias largas, pero es comparativamente lento.

Estático Rápido - Usado para establecer redes de control locales, incrementar la densidad de redes existentes, etc. Ofrece alta precisión en líneas base de hasta 20km. y es mucho más rápido que la técnica estática.

Cinemático - Empleado para levantamientos de detalles y para la medición de muchos puntos de sucesión corta. Es una técnica muy eficiente para medir muchos puntos que están muy cerca uno de otro. Sin embargo, si existen obstrucciones hacia el cielo, tales como puentes, árboles, edificios altos, etc., y se rastrean menos de 4 satélites, el equipo deberá volverse a iniciar, lo cual toma entre 5 y 10 minutos.

Una técnica de proceso conocida como On-the-Fly (OTF), minimiza esta restricción.

RTK - Cinemático en Tiempo Real (por sus siglas en inglés Real Time Kinematic). Utiliza un radio enlace de datos para transmitir los datos de correcciones desde la base hacia el móvil. Esto permite calcular las coordenadas y mostrarlas en tiempo real, mientras se lleva a cabo el levantamiento. Se utiliza para aplicaciones similares al cinemático y para el replanteo de puntos. Una forma muy efectiva de medir detalles, ya que los resultados son presentados mientras se lleva a cabo el trabajo. Esta técnica sin embargo necesita de un radio enlace, el cual está propenso a recibir interferencia de otras fuentes de radio así como al bloqueo de la línea de vista.

3.3.1.1. Levantamiento Estático

Este fue el primer método en ser desarrollado para levantamientos con GPS. Puede ser utilizado para la medición de líneas bases largas (generalmente 20km o más).

Se coloca un receptor en un punto cuyas coordenadas son conocidas con precisión en el sistema de coordenadas WGS84. Este es conocido como el Receptor de Referencia. El otro receptor es colocado en el otro extremo de la línea base y es conocido como el Receptor Móvil.

Los datos son registrados en ambas estaciones en forma simultánea. Es importante que los datos sean registrados con la misma frecuencia en cada estación. El intervalo de registro de datos puede ser establecido en 15, 30 ó 60 segundos.

Los receptores deben registrar datos durante un cierto periodo de tiempo. El tiempo de observación dependerá de la longitud de la línea, el número de satélites observados y la geometría (Dilución de la Precisión o DOP). Como regla general, el tiempo de observación deberá ser por lo menos de una hora para una línea de 20km. con 5 satélites. Líneas más largas requieren tiempos de observación más largos.

Una vez que se ha registrado suficiente información, los receptores se apagan. El Móvil se puede desplazar para medir la siguiente línea base y volver a comenzar la medición.

Es muy importante que exista redundancia en la red que está siendo medida. Esto significa que los puntos se deben medir por lo menos dos veces, con lo cual se pueden revisar para evitar problemas que de otra manera, pasarían desapercibidos. Un gran incremento en la productividad se puede conseguir añadiendo un

receptor Móvil adicional. Se necesita una buena coordinación entre las diferentes brigadas de topografía para aprovechar la disponibilidad de tres receptores.

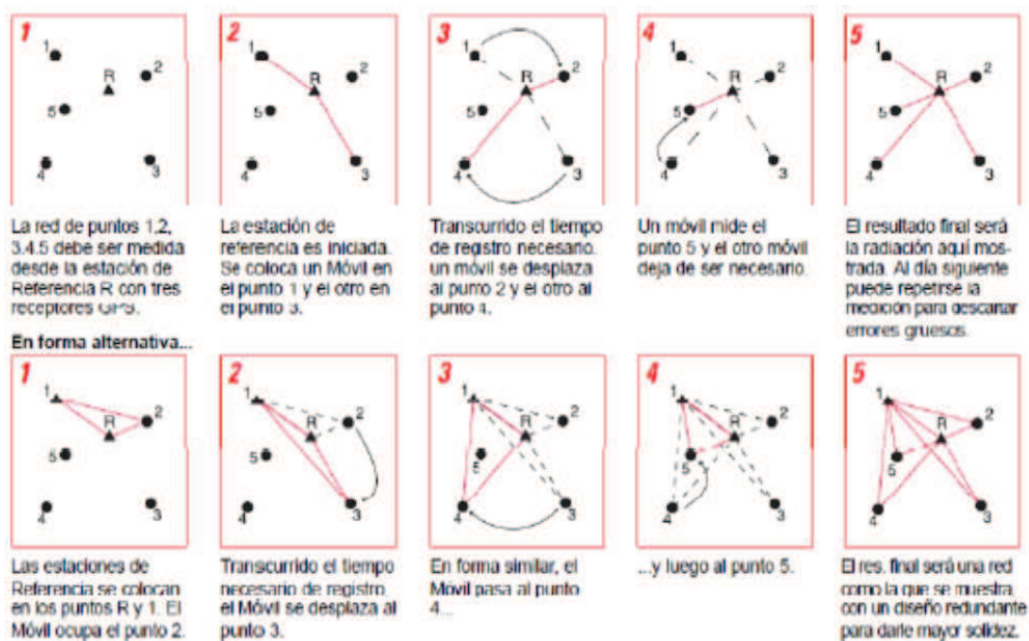
3.3.1.2. Levantamiento Estático Rápido

En los levantamientos Estático Rápidos, se elige un punto de Referencia y uno o más Móviles operan con respecto a él. Típicamente se utiliza el método Estático Rápido para aumentar la densidad de redes existentes, para establecer control, etc. Cuando se inicia el trabajo donde no se ha llevado a cabo ningún levantamiento con GPS, la primer tarea es la de observar un cierto número de puntos cuyas coordenadas sean conocidas con precisión en el sistema de coordenadas locales. El Receptor de Referencia se ubica por lo general sobre un punto conocido y puede ser incluido en los cálculos de los parámetros de transformación. Si no se conoce ningún punto, puede ser ubicado en cualquier lugar de la red. El Receptor (o los Receptores) Móvil (es), serán colocados entonces en cada punto conocido. El periodo de tiempo que los Móviles deberán observar en cada punto, depende de la longitud de la línea base desde la Referencia y del GDOP.

Los datos son registrados y luego son procesados en la oficina.

Se deben efectuar verificaciones para asegurarse que no se presentan errores gruesos en las mediciones. Esto se puede hacer midiendo los puntos nuevamente en un momento diferente del día. Cuando se trabaja con dos o más Móviles, es necesario asegurarse que todos los receptores están operando simultáneamente sobre cada punto ocupado. Esto permite que los datos de cada estación puedan ser utilizados como Referencia o como Móvil. Esta es la manera más eficiente de trabajar, pero también la más difícil de sincronizar.

Otra manera de conseguir redundancia es colocando dos estaciones de referencia y utilizar un móvil para ocupar los puntos, tal como se muestra en el ejemplo siguiente. Cabe aclarar que el gráfico que se expone a continuación es un ejemplo para una red de puntos fijos, y no para un caso puntual.



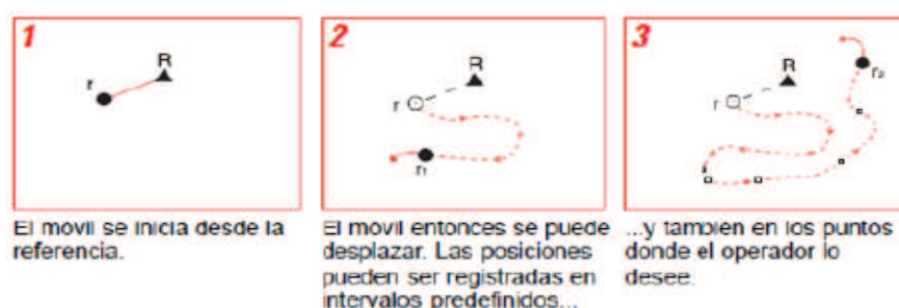
(Fuente: Introduccion al Sistema GPS- Leica)

3.3.1.3. Levantamiento Cinemático

La técnica cinemática se utiliza generalmente para levantamiento de detalle, registro de trayectorias, etc.

La técnica involucra un Móvil que se desplaza y cuya posición puede ser calculada en relación con la Referencia. Primero, el Móvil tiene que realizar el procedimiento conocido como inicialización. Este procedimiento permite calcular las ambigüedades iniciales antes de comenzar con el levamiento. Esto es esencialmente lo mismo que medir un punto con Estático Rápido y permite al programa de post-proceso resolver las ambigüedades cuando se regresa a la oficina. La Base y el Móvil se activan y permanecen absolutamente estáticos por 5-20 minutos, registrando datos. (El tiempo depende de la longitud de la línea base desde la Referencia y del número de satélites observados).

Después de este periodo, el Móvil se puede mover libremente. El usuario puede registrar posiciones con un intervalo de tiempo predeterminado, puede registrar otras posiciones, o una combinación de las dos. Esta parte de la medición se conoce comúnmente como la cadena cinemática.



(Fuente: Introduccion al Sistema GPS- Leica)

Una advertencia importante cuando se opera en levantamientos cinemáticos es que hay que evitar moverse muy cerca de objetos que pudieran bloquear las señales de los satélites del receptor Móvil. Si en algún punto el Móvil rastrea menos de 4 satélites, hay que detenerse, desplazarse a una posición donde se registren 4 o más satélites y realizar nuevamente la inicialización antes de continuar.

Cinemático OTF (On The Fly) Es una variable de la técnica cinemática, en la cual no es necesaria la iniciación y la iniciación subsecuente cuando el número de satélites observados desciende a menos de cuatro. El método Cinemático OTF es un método de procesamiento que se aplica a la medición durante el post-proceso. Al inicio de la medición el operador puede comenzar a caminar con el receptor móvil y registrar datos. Si camina bajo un árbol y pierde la señal de los satélites, el sistema se volverá a iniciar automáticamente al momento de tener suficiente cobertura de satélites.

3.3.1.4. Levantamiento RTK

Cinemático en Tiempo Real (por sus siglas en inglés Real Time Kinematic). Es un tipo de levantamiento cinemático efectuado en tiempo real.

La Base tiene un radio enlace conectado y retransmite los datos que recibe de los satélites. El Móvil también tiene un radio enlace y recibe la señal transmitida de la Base. Este receptor también recibe los datos de los satélites directamente desde su propia antena. Estos dos conjuntos de datos pueden ser procesados juntos en el Móvil para resolver las ambigüedades y obtener una posición muy precisa en relación con el Receptor Base. Una vez que el Receptor de Base se ha inicializado y está transmitiendo datos mediante el radio enlace, se puede activar el Receptor Móvil. Cuando está rastreando satélites y recibiendo datos de la

Base, puede empezar con el proceso de inicio. Esto es similar al proceso de inicio realizado en un levantamiento cinemático OTF con post-proceso, la diferencia principal es que el proceso se realiza en tiempo real. Una vez que se ha completado el inicio, las ambigüedades son resueltas y el Móvil puede registrar puntos y sus coordenadas. En este punto, las precisiones de las líneas base serán del orden de 1 - 5cm. Es indispensable mantener contacto con el Receptor Base, de otra manera el Móvil pierde la ambigüedad.

Si esto sucede la posición calculada es mucho menos precisa. Además, se pueden presentar problemas cuando se mide cerca de obstrucciones tales como edificios altos, árboles, etc. ya que la señal de los satélites puede ser bloqueada. El RTK es el método más común para realizar levantamientos GPS en áreas pequeñas y puede ser utilizado en aplicaciones donde se utilizan las estaciones totales convencionales. Esto incluye levantamientos de detalles, estaqueo, replanteo, aplicaciones COGO, etc.

Transmisión de Correcciones.

La mayoría de los sistemas RTK GPS emplean pequeños radio módems UHF. Muchos de los usuarios experimentan problemas con la radio comunicación del sistema RTK. Por lo tanto, vale la pena considerar los siguientes factores al tratar de optimizar el desempeño de la radio.

1. La potencia del radio transmisor. En términos generales, a mayor potencia mayor rendimiento. Sin embargo, la mayoría de los países restringe legalmente la potencia de salida entre 0.5 - 2W.
2. La altura de la antena del transmisor. Las comunicaciones por radio se pueden ver afectadas por la falta de línea de visibilidad. Cuanto más alto se pueda instalar la antena, menores serán los problemas por la falta de línea de visibilidad y aumentará el alcance de las comunicaciones por radio. El mismo principio se aplica para la antena receptora. Otros factores que afectan el rendimiento incluyen la longitud del cable de antena, ya que cuanto más largo sea este, se presentarán más pérdidas. Asimismo, el tipo de antena también influye en el alcance.
3. El alcance de la radio dependerá de las condiciones donde se realiza el levantamiento, esto es, si entre la base y el móvil no hay interferencias (árboles, edificios, etc) la distancia disminuirá considerablemente; en cambio si la línea entre ambos está despejada se podrá aprovechar al máximo la potencia de la radio. Sin embargo, hoy día se pueden utilizar las radio UHF como repetidoras, ampliando así el radio de alcance de los sistemas RTK GPS.

Otra alternativa en la que se puede conseguir la transmisión de información desde la estación Base al receptor móvil es a través del Sistema Ntrip.

Ntrip es el acrónimo de Networked Transport of RTCM vía Internet Protocol y, como su nombre lo indica, se trata de un protocolo basado en el Protocolo de Transferencia de Hipertexto HTTP, desarrollado para distribuir flujos de datos GNSS a receptores móviles o estáticos a través de Internet.

3.4. CORRECCIONES DIFERENCIALES – NTRIP

3.4.1. Introducción

El Sistema NTRIP fue desarrollado en Alemania de manera conjunta por la Agencia Federal de Cartografía y Geodesia (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, BKG) y la Universidad de Dortmund, y consiste en la transmisión de correcciones diferenciales y datos GNSS, originalmente en formato estándar RTCM, a través del protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP), las cuales son obtenidas en una estación de referencia y ofrecidas a los usuarios vía Internet.

Dentro del marco de EUREF (European Reference Organisation for Quality Assured Breast Screening and Diagnostic Services) el BKG ha desarrollado una nueva técnica de registro e intercambio de datos GNSS así como la difusión de productos derivados como la transmisión de correcciones diferenciales en tiempo real, todo ello ha sido realizado utilizando como partida código abierto de GNU. La mayor parte de la actividad en este campo es llevada a cabo a través de la diseminación de datos GPS (DGPS) y RTK en forma de correcciones diferenciales para posicionamiento preciso y navegación. En este trabajo se describe la técnica basada en una conexión tipo "http" para la transmisión de datos GNSS a los usuarios móviles conectados a Internet mediante redes tipo: GSM, GPRS, EDGE o UTMS. Esta técnica utiliza un protocolo denominado NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol).

GSM: Global System for Mobile Communications

EDGE: Enhanced Data rate for Global Evolution

GPRS: General Packet Radio Services

UTMS: Universal Mobile Telecommunications Service

El desarrollo de esta técnica estuvo marcada por dos cuestiones fundamentales: por una parte, existían una multitud de formatos de transmisión RTK a tal punto que cada fabricante tenía el suyo propio, hecho que generó la necesidad de crear un estándar; y por la otra, presentar una alternativa eficiente y económica frente a los servicios de corrección en tiempo real tradicionales provistos a través de transmisiones de radio UHF, VHF, etc. Es sabido que las señales de radio se degradan fácilmente en zonas donde la topografía del terreno es muy ondulada o montañosa o ante la presencia de otro tipo de obstrucciones naturales o artificiales, además cuanto más largo es el enlace a través de radios, mayor es el costo de los equipos.

NTRIP constituye la capa de transporte y los datos transmitidos están en el formato RTCM, generalmente en versiones 2.3 y 3.0. Ambas contienen dentro de sus mensajes todos observables GPS y GLONASS, definición y tipo de antena, coordenadas de la estación de referencia, correcciones de código y fase y, en el caso de la versión 3.0, transmite adicionalmente un mensaje de solución de red, conformado por las correcciones diferenciales de varias estaciones permanentes, lo cual aumenta la consistencia y calidad de las soluciones de posicionamiento en tiempo real.

Tecnología

Debido al aumento de la capacidad de Internet, se han creado aplicaciones que son capaces de transferir flujos continuos de datos mediante paquetes IP (Internet Protocol) como por ejemplo Internet radio.

La difusión de correcciones GPS mediante Internet y redes de telefonía móvil IP es una alternativa al uso de las redes clásicas terrestres de radiodifusión. El acceso móvil a Internet está disponible hoy en día en muchas regiones a precios accesibles. Además, los flujos de datos de las estaciones de referencia y de las grandes bases de datos SIG pueden ser utilizadas de forma simultánea a través de un único canal de

comunicación http. Hoy en día es posible integrar en equipos extraordinariamente pequeños tecnologías procedentes de diferentes naturalezas: GPRS, GPS, DGPS/RTK, GIS.

Principios Básicos

La generación de correcciones diferenciales GPS se realiza generalmente directamente en un receptor GPS o mediante un conjunto de observaciones procedentes de una red y obtenidas a través de una estación permanente. Los paquetes de datos son enviados a un servidor que hace posible el acceso a los mismos a través de Internet. Por medio del protocolo adecuado un usuario móvil puede acceder a estos mediante Internet a través de un teléfono móvil utilizando un programa que accede a la dirección IP del servidor para proporcionarle éstos al receptor GPS.

La distancia entre la estación de referencia y el cliente se parte en dos, una que conecta la estación GPS con el servidor y la otra que conecta éste con el usuario; esta última es posible realizarla mediante tecnología móvil.

(Fuente: Traducción de Datos GPS a través de Internet- Traducción de Distribution of GPS-data via Internet - Martin Peterzen)

3.4.2. Distribución de Datos y Correcciones

3.4.2.1. Método Básico.

Internet con su protocolo TCP/IP, se ha convertido en el estándar de las Redes, y sumado a esto la proliferación de los Sistemas de Teléfonos Celulares, con tecnologías que nos permiten navegar en la red, y recuperar cualquier información o mensajes que estén insertado en la misma, cambia completamente el panorama para el intercambio de información, y es aquí donde se crea NTRIP, ó Network Transmisión de RTCM vía IP, que en forma práctica lo podemos definir "como la recepción en un dispositivo de las correcciones RTCM que la Base GPS está insertando en Internet".

(Fuente: Traducción de Datos GPS a través de Internet- Traducción de Distribution of GPS-data via Internet - Martin Peterzen)

Formato de transmisión de datos: RTCM.

Antes de comenzar a describir como se realiza el transporte es necesario describir que es el RTCM y algunas de sus características generales.

Estándar RTCM.

En 1983 el U.S. Institute of Navigation (ION) solicitó el desarrollo por parte de la Radio Technical Commission for Maritime Services (RTCM) de un conjunto de recomendaciones para la transmisión de correcciones diferenciales a los usuarios del sistema GPS. RTCM estableció el Special Committee No. 104 (SC-104) con el nombre de Differential Navstar GPS Service. El primer borrador con un conjunto de recomendaciones sobre protocolos, intervalos de transmisión y definición sobre la información que debería ser transmitida apareció en Noviembre de 1985. Posteriormente se han efectuado ligeras modificaciones de los formatos de transmisión apareciendo la versión 2.0 en Enero de 1990, mientras que en Enero de 1994 apareció la versión 2.1, luego la 2.3 y actualmente también se utiliza la versión 3.0. En la tabla siguiente aparecen los diferentes tipos de mensajes definidos en la versión 2.1. Actualmente se está trabajando para definir mensajes que contengan correcciones diferenciales para los satélites de la constelación GLONASS (sistema ruso similar al GPS).

El formato de datos RTCM SC-104 (o simplemente RTCM) para la transmisión de correcciones diferenciales GPS se ha constituido como un estándar en toda la comunidad de receptores GPS, de manera que la práctica totalidad de receptores GPS que pueden trabajar en modo diferencial aceptan correcciones diferenciales en formato RTCM.

<i>Número</i>	<i>Estado</i>	<i>Título</i>
1	Fijo	Correcciones DGPS con Código C/A
2	Fijo	Correcciones DGPS con Código C/A Delta
3	Fijo	Parámetros de la Estación de Referencia
4	Retirado	Superficie
5	Fijo	Estado de Constelación
6	Fijo	Mensaje Nulo
7	Fijo	Almanaques de Faros
8	Tentativo	Almanaques de pseudo-Satélites
9	Fijo	Conjunto de Correcciones Diferenciales de Satélites Parciales
10	Reservado	Correcciones Diferenciales de Código P (todos)
11	Reservado	Correcciones Código C/A, L1, L2 Delta
12	Reservado	Parámetros de Estaciones de pseudo-Satélites
13	Tentativo	Parámetros de Transmisión de Suelo
14	Reservado	Mensaje Auxiliar de Superficie
15	Reservado	Mensaje de Ionosfera (Troposfera)
16	Fijo	Mensaje Especial
17	Tentativo	Almanaque de Efemérides
18	Tentativo	Medida de la Portadora de Fase no Corregida
19	Tentativo	Medida de la Pseudodistancia no Corregida
20	Tentativo	Correcciones de la Portadora de fase RTK
21	Tentativo	Correcciones de Pseudodistancia RTK
22-58	Indefinido	
59	Tentativo	Mensaje Propio
60-63	Reservado	Uso Multipropósito

Fuente: SERVIDOR/GENERADOR DE CORRECCIONES DE GPS DIFERENCIAL – Universidad Politécnica de Madrid– Antonio Fernández Morón.

Las Estaciones Permanentes de la red RAMSAC transmiten las correcciones en los formatos RTCM en sus versiones 2.3 y algunas de ellas, como UNRO y UCORD también lo hacen en la versión 3.0.

La versión de RTCM 2.3 incluye los siguientes mensajes:

<i>Mensaje</i>	<i>Título</i>
1	Corrección diferencial de Código C/A
3	Parámetros de la Estación de Referencia, como coordenadas, tipo de antena, etc.
18	Información de la portadora de fase RTK sin corregir, para cada satélite y cada frecuencia
19	Información de códigos de pseudodistancia RTK sin corregir de cada satélite
23	Modelos de la antena de la Estación de Referencia
24	Parámetro al ARP de la antena

Fuente: Envío de Correcciones Diferenciales en Tiempo Real a través de Internet - Instituto Geográfico Nacional de Argentina; RAMSAC-Ntrip – Diego Piñón, Sergio Cimbaro.

Mientras que la versión 3.0 incluye los siguientes mensajes:

<i>Mensaje</i>	<i>Título</i>
1004	Observaciones GPS L1+L2, información extendida sobre el nivel señal/ruido y tiempo en milisegundos para las observaciones de código
1006	Coordenadas de ARP de la Estación de Referencia e información sobre la altura de la antena
1008	Información extendida del tipo de antena; información extendida sobre el numero de seria de la antena

Fuente: Envío de Correcciones Diferenciales en Tiempo Real a través de Internet - Instituto Geográfico Nacional de Argentina; RAMSAC-Ntrip – Diego Piñón, Sergio Cimbaro.

Transporte de datos RTCM a través de IP (Protocolo de Internet).

La figura 1 describe como trabaja la comunicación Ntrip. El usuario -que es el NtripClient- recibe los datos de corrección desde el centro de corrección vía Internet, por ejemplo desde una conexión de teléfono móvil con GPRS (Servicio de Radio de Paquetes Generales) al equipo de medición. Los datos se envían en formato Ntrip a través de Internet, que hace posible recibir las correcciones casi en tiempo real desde las Estaciones Permanentes disponibles. La comunicación entre el centro de control (NtripCaster) y la Estación Permanente (NtripServer) puede también llevarse a cabo usando el protocolo Ntrip. Ambos, el usuario y las estaciones de referencia reciben los datos GPS de los satélites como de costumbre.

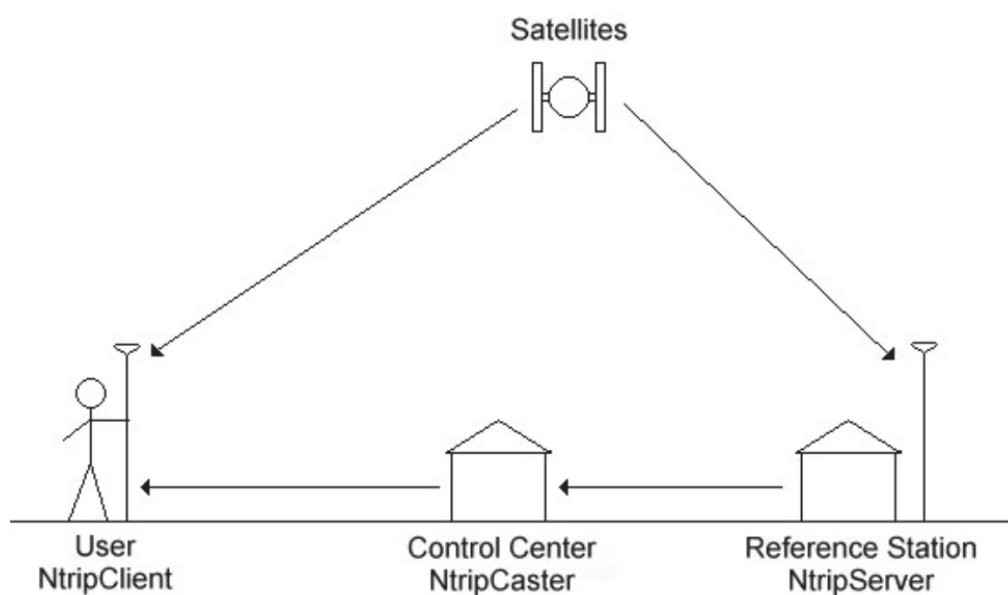


Figura 1. Vista esquemática de la comunicación Ntrip.

El proveedor de las correcciones es responsable del NtripCaster en los centros de control. Se distribuyen los datos a todos los usuarios y obtiene los datos desde todas las Estaciones Permanentes. Esto significa, desde el punto de vista del usuario, que la única diferencia comparado con el actual sistema de Red debería ser el tipo de dispositivo por el cual se reciben las correcciones. En lugar de utilizar GSM, la comunicación con el centro de control se maneja a través de Ntrip e Internet.

Los mensajes Ntrip se envían con el HTTP (Protocolo de Transferencia de Hipertexto) versión 1.1, que es el protocolo de nivel de aplicación que se utiliza en WWW (World Wide Web). Cualquier sistema de receptor GPS capaz de asimilar estos tipos de datos que tiene una conexión a Internet/WWW, puede por lo tanto ser configurado para recibir por ejemplo datos RTCM con Ntrip.

A continuación sigue una breve descripción del protocolo. Vamos a suponer que se utiliza el formato RTCM, aunque son posibles otros formatos de datos GNSS.

Descripción General del Sistema.

Todos los mensajes transmitidos con Ntrip son enviados o bien recibido por el NtripCaster -el centro de comunicación en el sistema Ntrip (Figura 2). Para el NtripCaster uno puede conectar NtripServer que busca información desde un NtripSource -una fuente que provee mensajes RTCM- y las envía al NtripCaster. El NtripClients puede luego acceder a un flujo RTCM de un NtripSource solicitándola a la NtripCaster. Todos los NtripClients y NtripServers se conectan a la misma dirección de IP, dejando que el NtripCaster distribuya los datos de flujo.

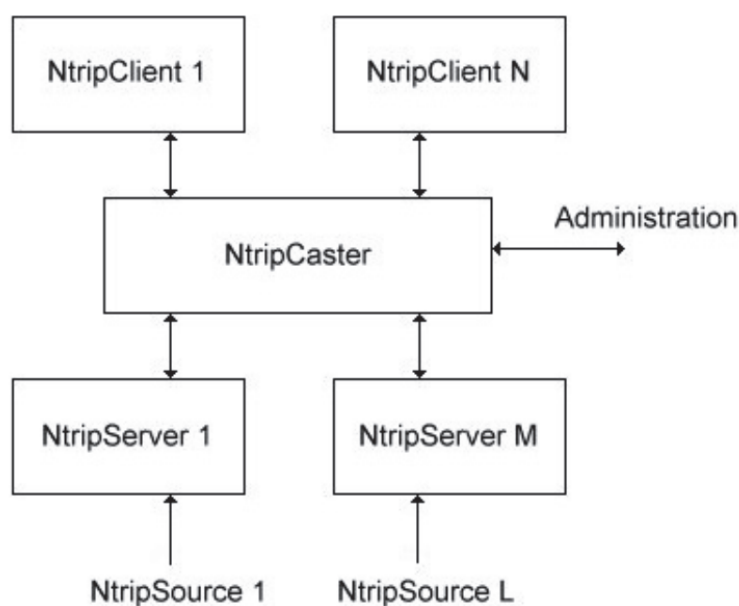


Figura 2. Arquitectura del sistema Ntrip.

NtripCaster

El NtripCaster es el centro de comunicación de un sistema Ntrip, este recoge los datos y los distribuye. Cientos de dispositivos pueden conectarse al mismo tiempo usando el mismo protocolo TCP/IP, y todos ellos tienen el mismo punto de acceso al sistema. Mediante el envío de las correcciones o pedido de las correcciones en el formato correcto a un número de IP y un puerto reservado (usualmente el puerto 80 que tradicionalmente se reserva para el tráfico HTTP), el NtripCaster puede manejar el pedido y hacer las acciones propias. También es posible la autenticación de los usuarios.

Una red definida en la tabla de fuente es una red virtual que contiene NtripSources. Dividiendo las fuentes en diferentes redes no solo se hace más fácil para el usuario visualizar el sistema, sino también proporciona un método para la autenticación. Un administrador puede permitir el acceso de un usuario a todos los NtripSources en una red. Un NtripSource solo puede pertenecer a una red.

Un caster definido en una tabla fuente de otro caster es una mera referencia, hablando de su dirección de IP, el número de puerto y alguna otra información útil. No puede haber una conexión directa entre dos NtripCasters, aunque podría ser posible crear un NtripClient que pueda manejar varias NtripCasters diferentes al mismo tiempo, haciéndolo visible para los usuarios como si los NtripCasters fueran cooperantes.

Técnicamente un NtripCaster es -en varios aspectos- un servidor HTTP soportando un subconjunto de requerimiento HTTP y respuestas ajustadas de transmisión de datos. En términos del estándar de terminologías de cliente/servidor un NtripCaster funciona como un servidor, mientras tanto el NtripClient y el NtripServer funcionan como clientes. Esto significa que el NrtipCaster es siempre un dispositivo pasivo en la conexión, el que es contactado.

NtripSource

El NtripSource es un punto geográficamente estacionario que proporciona continuos flujo de datos RTCM. Estos datos, luego, se envían al NtripServer, que se ocupa de la transferencia al NtripClient.

El NtripSource se define por un único punto fijo en la tabla fuente del NrtipCaster. Es por estos puntos fijos que el NtripClient puede tener acceso a la fuente. El punto fijo es lo único que identifica la fuente y es el valor clave cuando se establece un flujo RTCM a través del NtripCaster. La tabla fuente también especifica el formato RTCM y algunas otras características.

NtripServer

El NtripServer recibe datos RTCM del NtripSource y los envía al NtripCaster. Cuando se configura el NtripServer uno necesita saber un “mount ponit” y una contraseña; ambas las proporciona el administrador del NrtipCaster. Esta información no puede ser enviada a través del sistema Ntrip, pero tienen que ser entregados por algún otro medio, por ejemplo e-mail.

Debido a que TCP es capaz de detectar conexiones rotas, el NrtipServer puede programarse para hacer frente al evento, por ejemplo para intentar reconectar. TCP también hace posible que los datos que viajan a través de la mayor parte de Internet sin que los firewall interrumpen el tráfico.

Un ejemplo de implementación de NtripServer en Windows es proporcionado por BKG en Alemania.

NtripClient

El NtripClient es el componente que se instala en el usuario GPS que recibe el dispositivo del sistema, por ejemplo en una PC de bolsillo. Solicita los datos del NtripCaster pidiendo un flujo de un “mount point” específico, propuesta por la tabla fuente que ha recibido desde el NtripCaster. Dependiendo de la implementación del NtripClient este flujo puede ser manejado en diferentes formas. Por ejemplo podrían

transferirse con un cable serie a un receptor GPS u observarlo en una computadora directamente usando la aplicación de interpretación RTCM.

Al igual que con el NtripServer, el NtripClient puede programarse para tratar con las conexiones rotas usando el soporte a este en TCP.

Para algunas técnicas GPS, como VRS, el NtripClient tiene que ser capaz de enviar su posición al NtripCaster. Esto se apoya en Ntrip con la posibilidad de enviar cadenas NMEA CGA atadas a los mensajes HTTP. Se especifica en la tabla fuente si el NtripSource utiliza o no mensajes NMEA.

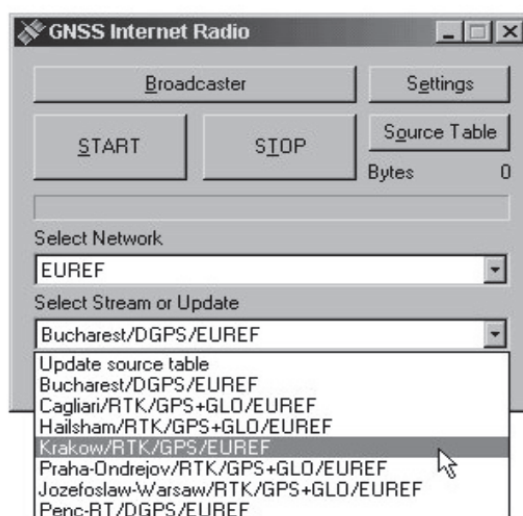


Figura 3. NtripClient BKG cuando el usuario elige la estación de referencia.

Mensajes

Los mensajes se envían en conexiones TCP/IP usando el protocolo HTTP 1.1. Hay ciertos mensajes para las comunicaciones del NtripClient-NtripCaster y del NtripServer-NtripCaster. La comunicación es, a veces, bidireccional.

Los mensajes del servidor se ocupan de la tarea de establecer la conexión entre el NtripServer y el NtripClient, haciendo posible la transferencia de datos RTCM. El NtripServer envía un mensaje con el “mount ponit” y contraseña (que la provee el administrador anterior). Si el “mount ponit” y la contraseña coinciden, el NtripCaster establece la conexión, por otra parte se envía un mensaje de error.

Los mensajes del cliente solicitan datos de un “mount ponit” específico. Si no se transmite ningún “mount ponit” no es válido el “mount ponit”, el NtripCaster responde con la tabla fuente, y por otra se abren los flujos RTCM.

La autenticación puede usarse en el mensaje del cliente. Se adjunta junto con el pedido de la contraseña para esa fuente o red específica. Pueden usarse dos capas de seguridad diferentes; régimen de autenticación básica y régimen de autenticación resumido. Este último es el algoritmo de autenticación más seguro, porque no tiene que enviar la contraseña en un mensaje explícito.

3.4.2.2. Mediciones de Latencia

El tiempo de latencia de los paquetes TCP/IP a Internet pueden ser impredecible y variar de vez en cuando. No se puede estar seguro que un paquete llegará antes de un límite de tiempo predeterminado, y como las latencias son críticas para los datos RTCM este es un aspecto importante a considerar si uno quiere enviar correcciones a través de Internet. La congestión -que se da cuando hay mucho tráfico en Internet, con el resultado de reducir el rendimiento o limitar las posibilidades para conectar a todos- será un problema siempre que Internet funcione como lo hace hasta hoy. Este problema puede reducirse a través de una buena y confiable conexión y minimizando la cantidad de datos que se envían.

Una observación obvia es que el tiempo de latencia de la ruta LAN es menor que las de la ruta GPRS. Esto no es una sorpresa ya que las comunicaciones inalámbricas son generalmente más lentas y también necesitan más rutas de datos al transformar las señales GPRS para la línea base del tráfico de Internet. Una diferencia realista es de 1.5 segundos.

Uno puede observar que las latencias de la ruta LAN no varían tanto como la ruta GPRS. La oscilación del gráfico LAN es probablemente más dependiente de la resolución de la cuenta z modificada que los diferentes paquetes en el tiempo de viaje en la red. Esta resolución no explica completamente las diferencias de GPRS - los que varían más de 0.6 segundos. Se puede decir que el normal desempeño, es decir, cuando no hay problemas en la red, de la LAN es más estable que la GPRS, pero todavía GPRS parece bastante estable y sólo varían aproximadamente en un período de un segundo.

LAN es también más segura cuando se trata de evitar los picos con más latencias. Los picos usualmente son el resultado de una gran cantidad de tráfico de datos durante un corto período. Solo hay un pico con la ruta LAN mientras que hay pocos con la ruta GPRS. Con tan solo 10 minutos de tráfico no deben hacerse conclusiones muy seguras sobre esto, pero es muy probable que este sería el caso para un período de prueba demasiado largo.

Aunque las latencias no son tan malas, ni siquiera en el peor de los casos. Durante un período prolongado, probablemente debería haber algunas latencias más largas, pero mientras varios paquetes en fila no reciban estas latencias no se convierten en un problema. Un flujo relativamente constante de correcciones es el objetivo más importante. Un paquete de vez en cuando pueden trazarse sin disminuir notablemente la calidad.

Una gran congestión en la red, o un servidor que tiene problemas para enviar sus correcciones, va a pasar, pero esto es difícil de prevenir y es probable que se produzcan muy rara vez. Una forma de reducir esto es tener distancias geográficas cortas entre las componentes.

(Fuente: Analisis de la Latencia en la Recepción de mensajes RTCM a través de un Caster NTRIP – Guillermo Martínez Morán)

4. MEDICIONES EXPERIMENTALES DESARROLLADAS

4.1. Análisis en Posicionamiento Diferencial con Código C/A. Estático y Dinámico.

Posicionamiento Diferencial con Código C/A - Estático.

Para la siguiente experiencia, contamos con la ayuda de un navegador Garmin Etrex Legend (Figura 1), una notebook y conexión de internet móvil de la empresa Movistar.



Figura 1. GPS Navegador Garmin Etrex Legend.

Se configuró el navegador Garmin Etrex de manera que reciba las correcciones en tiempo real, las que son enviadas desde la notebook hacia el navegador por medio de un puerto serie-USB. También se configuró el programa GNSS Internet Radio, software que permite obtener las correcciones en tiempo real a través de internet, desde las distintas estaciones permanentes distribuidas en territorio argentino (NtripServer).

Configuración del navegador Garmin Etrex Legend

En primer lugar definimos en el navegador, un sistema de proyección plana Gauss-Kruger Faja 5, correspondiente a la zona donde se llevara a cabo las experiencias, para comodidad en el manejo de coordenadas.

GAUSS KRUGER - ARGENTINA				(WGS'84)	(CAI'69)
FAJA	ORIG. LONG.	ESC.	ESTE FALSO	NORTE FALSO	NORTE FALSO
1	W 072	1	1500000	10001965.7	10002288.3
2	W 069	1	2500000	10001965.7	10002288.3
3	W 066	1	3500000	10001965.7	10002288.3
4	W 063	1	4500000	10001965.7	10002288.3
5	W 060	1	5500000	10001965.7	10002288.3
6	W 057	1	6500000	10001965.7	10002288.3
7	W 054	1	7500000	10001965.7	10002288.3

Para ello dentro del Menú Principal en la opción “Ajustar” (Figura 2), hacemos clic en el botón correspondiente a “unidades” (Figura 3) y creamos el sistema de proyección deseado (Figura 4).



Figura 2. Pantalla Menú Principal.



Figura 3. Pantalla de Ajustes.

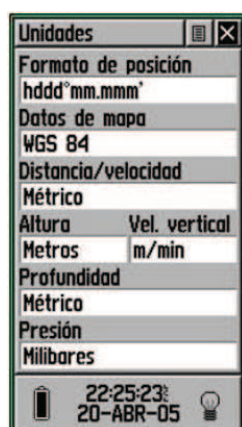


Figura 4. Selección de Sistema de Coordenadas.

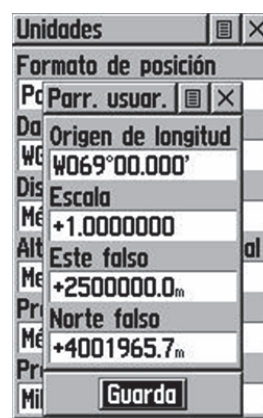


Figura 5. Creación del sistema de Proyección GK.

En el Menú Principal del Navegador, nos dirigimos a la opción “Ajustar” (Figura 2), e ingresando en esta opción aparece una nueva pantalla en donde seleccionamos la opción “Interface” (Figura 3).

Luego en el campo “Entrada de Datos Serie” seleccionamos Entrada RTCM y en el campo “Baudio” elegimos la velocidad de transferencia de datos.

Esta configuración nos permite que el navegador reciba las correcciones en tiempo real, las cuales ingresan por el puerto de entrada del mismo.

Configuración GNSS Internet Radio software (NtripCaster)

El Instituto Geográfico Nacional IGN, a través de su página oficial (<http://www.ign.gob.ar/>), proporciona un nombre de usuario, contraseña, puerto y dirección de IP para los usuarios del sistema Ntrip, que nos servirá para configurar el programa utilizado como NtripClient y obtener las correcciones en tiempo real desde el Servidor del IGN. El servicio que provee el IGN contiene todas las estaciones permanentes pertenecientes a la Red RAMSAC que están transmitiendo correcciones.

Ejecutamos el software GNSS Internet Radio software, y en el Menú Principal (Figura 6) nos dirigimos a la pestaña “Settings” (Figura 7), a fin de realizar las configuraciones necesarias para enviar las correcciones obtenidas de la estación permanente elegida, al navegador utilizado.

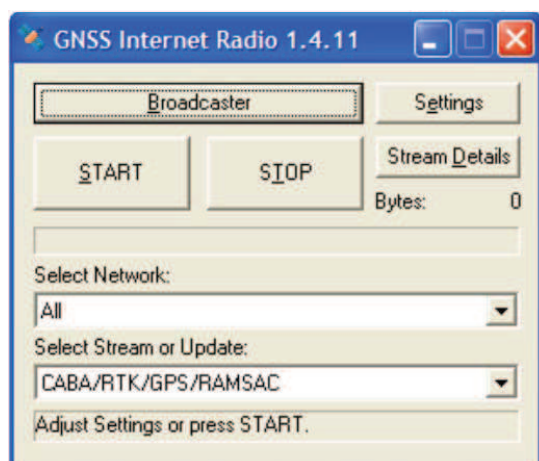


Figura 6. Menú Principal del GNSS Internet Radio.

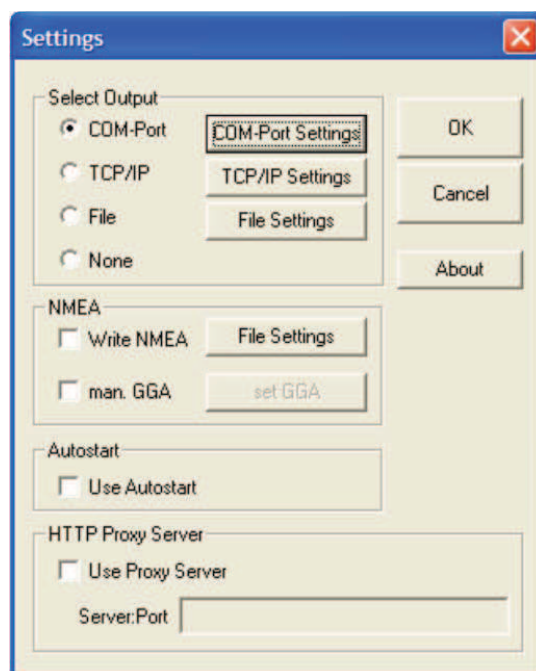


Figura 7. Pantalla de la opción Setting.

En esta ventana seleccionamos la opción COM- Port Setting donde configuramos las opciones de Puerto COM desde el cual se enviaran las correcciones al Navegador. En esta misma ventana debemos seleccionar la velocidad de transmisión de datos (esta velocidad debe ser la misma que la elegida en el Navegador) (Figura 8).

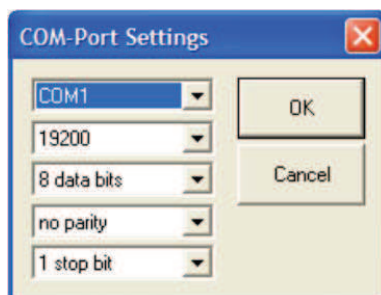


Figura 8. Ventana COM-Port Setting.

Luego en el Menú Principal, nos dirigimos a la pestaña “Broadcaster” donde se configuraron los datos necesarios para poder acceder al NtripServer (Figura 9). Estos datos son los que provee el IGM, en su página oficial:

- Host: es la dirección de IP que a la cual debemos acceder.
- Puerto: generalmente es el puerto 80 (rara vez se configura con otro numero de puerto).
- Usuario: es el nombre con el cual el IGN se encuentra registrado para acceder a las correcciones.
- Contraseña.

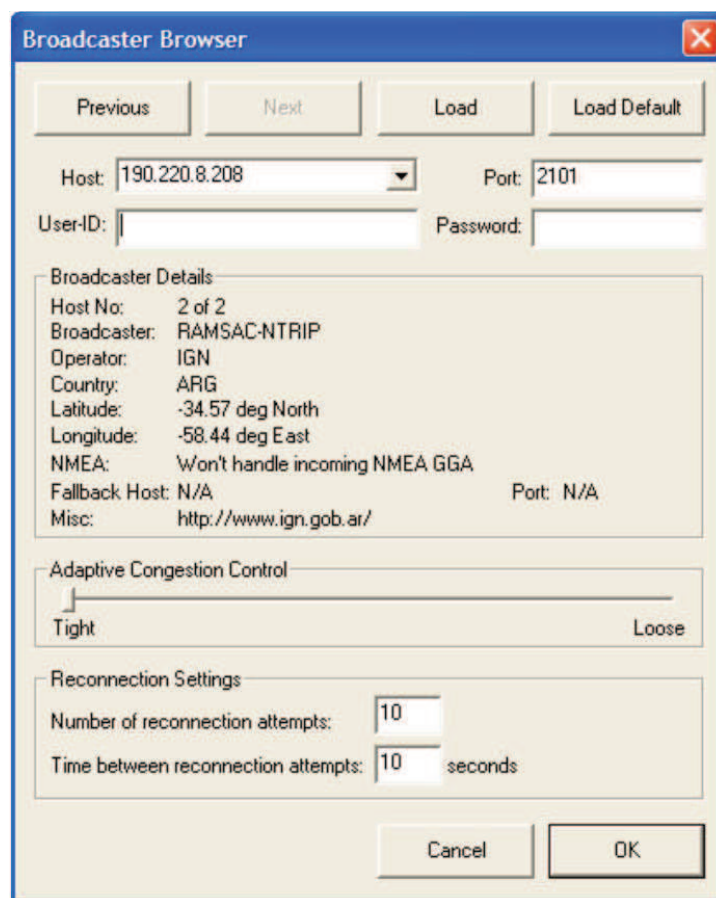


Figura 9. Ventana Broadcaster.

Por último es necesario seleccionar la Estación Permanente de la Red RAMSAC, que utilizará para recibir las correcciones (Figura 10).

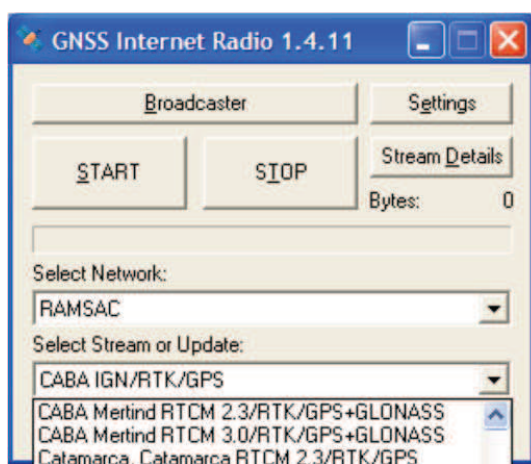


Figura 10. Elección de la Estación Permanente.

Una vez que realizamos todos los pasos anteriores, ya estamos en condiciones de comenzar a enviar las correcciones al puerto configurado, por medio de un cable (USB-serie) que hace de nexo entre la notebook y el navegador.

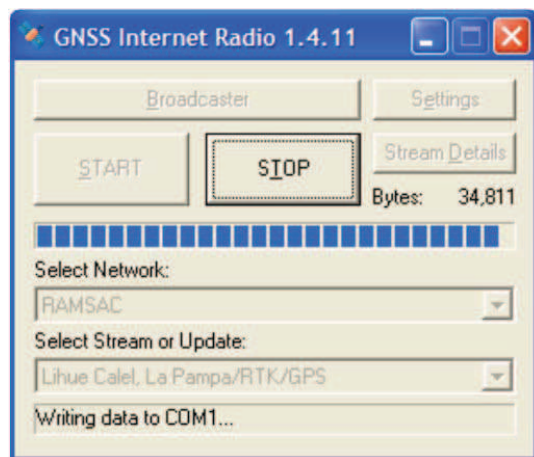


Figura 11. Envío de Correcciones.

Si en la pantalla del navegador donde se visualizan los satélites observados (Figura 12), se puede observar una letra D (corrección diferencial) en cada uno de ellos, esto nos está indicando que el navegador está recibiendo las correcciones enviadas desde la PC, es decir que el dispositivo esta correctamente configurado y en funcionamiento. Otra forma de controlar si el Navegador está recibiendo las correcciones es que en la pantalla de navegación podamos apreciar que la precisión que indica, que generalmente es del orden de los 10 metros, se reduce al orden del metro.

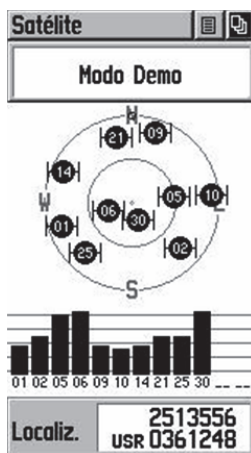


Figura 12. Pantalla de Visualización de Satélites Observados.

Desarrollo de la experiencia.

Cuando el dispositivo está en funcionamiento, nos estacionamos en el punto fijo (Pilar) situado en la terraza de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario, y comenzamos las sesiones de mediciones. Las sesiones se desarrollaron de la siguiente manera:

- El tiempo de medición fue de 30 minutos para cada estación permanente de referencia, para las cuales el navegador almacenaba los datos obtenidos cada 10 segundos.
- Se utilizaron 5 estaciones permanentes de referencia (Rosario, Catamarca, Chaco, Corrientes, La Pampa) ubicadas en distintas provincias de forma tal que varíen las distancias entre éstas y el navegador, de modo de observar la influencia que tiene la distancia en el envío de correcciones.
- También se realizó una sesión de medición sin corrección alguna, para contrastar con las experiencias realizadas con correcciones.

Obtención de Coordenadas del Punto Fijo

Para determinar las coordenadas del pilar en forma precisa utilizamos un equipo GPS Trimble 4600 (L1), mediante el vector determinado por la Estacion Permanente UNRO (ubicada en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura) y el punto en cuestión. Para esto, se estacionó el equipo sobre el punto del pilar y se observó el mismo por un tiempo de 20 minutos. Las coordenadas se obtuvieron mediante el postprocesamiento de los datos observados.

Por las características del método empleado las precisiones que obtuvimos son del orden de los 3cm, con lo que comparadas con las que se obtienen del navegador, estamos en condiciones de considerar a este valor como el “verdadero” para el estudio estadístico de la experiencia en desarrollo.

Datos Obtenidos

En el Anexo A, se puede observar en una gráfica los resultados obtenidos al realizar las experiencias antes descriptas.

Posicionamiento Diferencia con Código C/A – Dinámico

En este caso se utilizó el mismo dispositivo que en el Posicionamiento absoluto Estático, con el agregado de un navegador del mismo modelo y características.

Esta experiencia consta de dos etapas, desarrolladas por AV. Circunvalación en el tramo comprendido entre Av. Pellegrini y el Acceso Autopista Rosario-Córdoba.

En una primera etapa constábamos con los dos navegadores preparados para la medición (uno de ellos con corrección en tiempo real y el otro sin correcciones), pero al momento de iniciar con la observación, se presentó el inconveniente de que el Servidor que provee las correcciones (IGN) se encontraba fuera de servicio. Ante el inconveniente de no contar con las correcciones, nos planteamos realizar la experiencia con los dos navegadores sin corrección alguna para analizar el comportamiento de dos navegadores tomando observaciones de un mismo punto, bajo las mismas condiciones (época, satélites y condiciones atmosféricas), en modo dinámico.

En una segunda etapa, se pudo completar con la experiencia deseada en un primer momento; es decir un navegador tomando observaciones corregidas en tiempo real y otro sin correcciones.

4.2. Análisis de Corrección en posicionamiento Relativo (Fase). Levantamiento RTK.

Posicionamiento Relativo (Fase) - Levantamiento RTK

En este caso, para el desarrollo de la experiencia se utilizó un receptor GPS de doble frecuencia (L1 y L2) marca Trimble modelo R6, una colectora de datos marca Trimble modelo TSC3 y un modem de Internet Móvil de la empresa Movistar.



Figura 13. Receptor GPS – Trimble R6. Colectora de Datos – Trimble TSC3.

Para realizar esta experiencia se debió configurar la colectora de datos de forma que reciba las correcciones a través de internet desde las distintas Estaciones Permanentes de la Red RAMSAC.

Configuración de la Colectora de Datos Trimble TSC3.

En el menú principal (Figura 14) del programa de gestión de datos de la Controladora TSC3 (Trimble Acces), seleccionamos la opción Configuración Internet.



Figura 14. Menú Principal (Trimble Acces).

En esta pantalla, dentro de la opción Configuración de Internet, seleccionamos el país y el proveedor de servicios de internet móvil que se está utilizando (Figura 15). Cada uno de los proveedores de internet móvil

que se encuentran disponible en Argentina posee un número de marcado que permite realizar la conexión. En nuestro caso, debemos seleccionar este dato con los que propone por defecto cada una de las empresas.

Una vez configurada la colectora de datos, podemos acceder al servicio de internet. Paso siguiente debemos realizar las configuraciones correspondientes para poder utilizar el servicio de Ntrip, y recibir las correcciones desde las Estaciones Permanentes.

Estas configuraciones se deben hacer desde la opción de Configuraciones de Menú Principal (Figura 14).

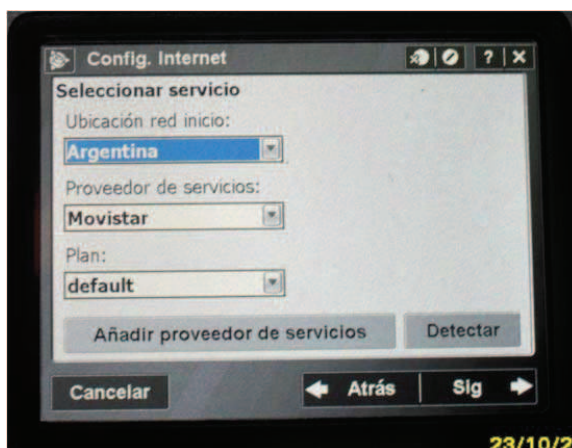


Figura 15. Menú Configuración de Internet.

Configuración del Estilo de Levantamiento.

Situados en la pantalla Configuraciones (Figura 16), seleccionamos la opción Estilos de Levantamiento y elegimos el estilo RTK que es el utilizado en la experiencia (Figura 17).



Figura 16. Menú Configuraciones.



Figura 17. Menú Estilos de Levantamiento.

Como se detalló en la experiencia anterior (4.1 Análisis en Posicionamiento Absoluto con Código C/A) utilizamos los datos de usuario, contraseña, dirección de IP y puerto IP que proporciona el Instituto Geográfico Nacional (IGN) correspondiente al servidor de dicho Instituto, donde se encuentran todas las estaciones permanentes de la Red RAMSAC que están transmitiendo correcciones a través de la web.

En esta pantalla (Figura 19), ingresamos los datos de Nombre de Usuario y Contraseña del servidor del IGN y luego en la hoja siguiente ingresamos los datos de Dirección de IP y puerto IP (Figura 20).

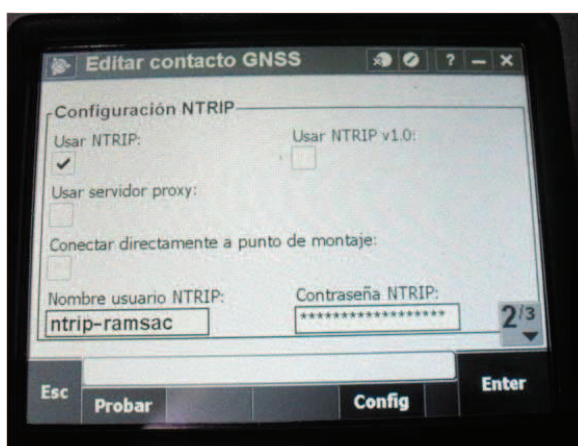


Figura 19. Configuración de Nombre de Usuario y Contraseña del Caster.

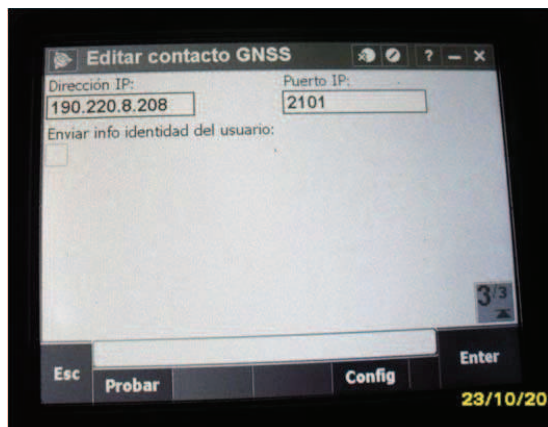


Figura 20. Configuración Dirección de IP y Puerto IP del Caster.

Configurado esto, solo resta seleccionar la estación permanente desde la cual queremos recibir las correcciones (Figura 23). Este último paso, se ejecuta al momento de iniciar el levantamiento de los datos, Levantamiento Continuo en nuestro caso (Figura 21 y 22).



Figura 21. Iniciación del Levantamiento.



Figura 22. Selección de tipo de Levamiento.

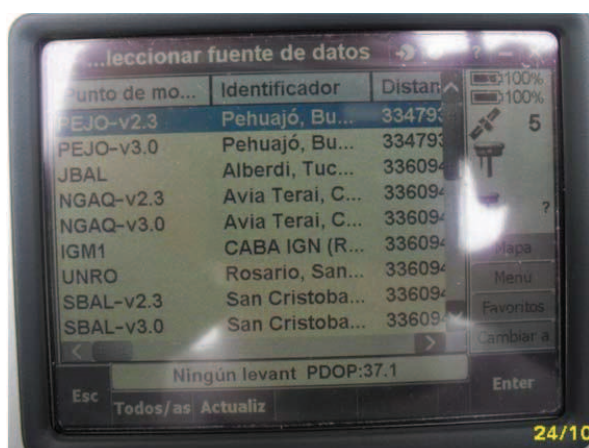


Figura 23. Selección de la Estacion Permanente.

Una vez elegida la base de la cual se descargarán las correcciones se inicia el levantamiento RTK (Figura 24).



Figura 24. Inicialización del Levantamiento RTK.

Desarrollo de la Experiencia.

Esta primera experiencia consiste en la medición de distintos puntos situados en diferentes ciudades cercanas a la ciudad de Rosario, de forma de tener datos de observación, de vectores de diferentes longitudes, respecto de la Estación Permanente UNRO-Rosario y GUAY-Gualeguay, y analizar el comportamiento de las soluciones de los puntos (Fija o Flotante) y el tiempo que tarda en tomar cada una de ellas, en función de las longitudes del vector.

Para ello, en primer lugar nos dirigimos a la ciudad de Melincué situados a aproximadamente 110 km de la ciudad de Rosario. Una vez allí, en una primera experiencia comenzamos una sesión de medición en las costas de la Laguna que se encuentra en esa ciudad (zona rural). El tiempo de medición en este punto fue de aproximadamente una hora colectando datos de posiciones en Tiempo Real (RTK), tomando correcciones

desde la Estación Permanente UNRO-Rosario. En la pagina Nº 45, vemos los resultados obtenidos en esa experiencia.

En una segunda etapa, nos dirigimos hacia el casco urbano de la misma ciudad donde encontramos un Punto Fijo (Punto Nodal Nº 121 del IGM) donde llevamos a cabo una nueva sesión de medición de aproximadamente el mismo lapso de tiempo que la anterior. Los datos se reflejan en el Anexo D.

Luego, nos dirigimos hacia la ciudad de Casilda ubicada a una distancia 50 km aproximadamente donde dividimos el trabajo en dos etapas. En una primera instancia se realizaron mediciones en un punto de la zona rural de dicha ciudad y una en un punto en la zona urbana. En la primera sesión, se utilizaron los datos de la Estación Permanente UNRO-Rosario, mientras que en la segunda (zona urbana) se realizó también mediciones a la estación GUAY-Gualeguay. La duración de las sesiones fueron de un lapso de tiempo de una hora aproximadamente, para todos los casos.

Los datos obtenidos se pueden ver en el Anexo E.

Debido a los resultados obtenidos a priori en las dos experiencias anteriormente detalladas, se decidió hacer una experiencia más en un lugar que se encuentre en una zona intermedia, por ellos nos dirigimos a la zona urbana de la Ciudad de Cañada de Gómez, que se encuentra a unos 70 km de Rosario. Instalados en ese lugar, nuevamente se realizó una sesión de medición de una hora desde la Estación Permanente UNRO-Rosario. En el Anexo F pueden verse los resultados.

Además de coleccionar datos de posición en Tiempo Real RTK, se configuró el Receptor de modo que durante los períodos de medición en cada uno de los puntos se graben las observaciones y así obtener datos para luego hacer un postprocesamiento de ellos. A partir de este postprocesamiento se obtienen un nuevo par de coordenadas que podemos considerar como “verdaderas” y compararlas con los datos de posición RTK y de esta manera hacer el análisis de los resultados obtenidos en cada uno de los puntos.

El postprocesamiento de los datos se realizó mediante el programa TBC y los resultados que se obtuvieron se reflejan en el Anexo J.

En una segunda etapa de campaña, se realizaron nuevas sesiones de medición en donde se modificaron algunos de los componentes utilizados en la campaña anterior. En este caso los elementos utilizados fueron: una Notebook con conexión a internet mediante cable de Red Ethernet, receptor GPS Trimble 5700, montado en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - UNR. Las configuraciones necesarias para recibir correcciones mediante el sistema Ntrip son las mismas que se utilizaron en las experiencias realizadas con los Navegadores GPS (Ver: *Configuración GNSS Internet Radio software (NtripCaster)*, página 31).

Las Estaciones Permanentes utilizadas, y las longitudes aproximadas de los vectores a cada una de ellas, fueron:

- UNRO – Rosario (Santa Fe); Vector < 50m
- GUAY – Villaguay (Entre Ríos); Vector $\cong$ 196 km
- IGM1 – Capital Federal (Buenos Aires) ; Vector $\cong$ 275 km

- SBAL – San Cristobal (Santa Fe); Vector $\cong$ 298 km
- UCORD – Falda del Carmen (Córdoba) ; Vector $\cong$ 387 km
- TERO – Santiago del Estero (Santiago del Estero) ; Vector $\cong$ 669 km

En esta experiencia se operó con la misma modalidad que en los casos anteriores. La diferencia radica en que, en este caso los tiempos de toma de datos fueron considerablemente mayores a las primeras. Se consideraron períodos de tiempo que van desde las 6 hs hasta 24 hs y en diferentes horas del día.

En una última instancia se realizó una prueba más, variando sustancialmente los equipos a utilizar. En esta experiencia se utilizaron los siguientes elementos: equipo GPS en tiempo real RTK (Trimble R4), controladora Trimble TSC2, celular Nokia C3 con conexión a Internet (compañía Personal). Si bien se cambió la controladora y antena GPS las configuraciones necesarias para poder llevar a cabo el funcionamiento del sistema Ntrip, son las mismas que las realizadas para la controladora Trimble TSC3 y equipo GPS-RTK Trimble R6, descriptas en el apartado *Configuración de la Colectora de Datos Trimble TSC3*, de la pagina Nº 36, con la salvedad que, los parámetros que se utilizaron para poder conectarse a internet a través de la controladora, son los correspondientes a la compañía proveedora de telefonía Personal. Así conectándose vía bluetooth de la controladora al teléfono móvil podremos acceder a las correcciones del NtripCaster.

De esta manera, en la ciudad de Casilda se realizó una prueba en la zona rural de dicha ciudad obteniendo los mismos resultados que en el caso de la controladora TSC3 con un chip Movistar.

4.3. Resultados y Análisis.

Posicionamiento Diferencial con Código C/A – Estático/Dinámico.

Analizando los datos obtenidos en forma individual desde cada una de las Estaciones Permanentes Anexo A, se observa que en ellas tenemos un comportamiento similar en la distribución de las coordenadas. A pesar de que al navegador se le introdujeron correcciones vemos que los resultados no tienden hacia el “valor verdadero” considerado, sino que se obtienen pares de coordenadas de forma aleatoria con diferencias del orden de los 5m. A partir de esto, podemos decir que si bien podemos reducir el error absoluto propio de los navegadores no se obtienen grandes beneficios en los resultados finales utilizando el Sistema Ntrip, en función de los recursos necesarios para llegar a utilizar el sistema.

Otro análisis que puede hacerse, es la comparación de los resultados en forma conjunta. Esto es, realizando un promedio de todos los datos de coordenadas desde cada una de las EP, y comparando con el “valor verdadero” obtenido en postprocesamiento. Observando el gráfico número 1 del Anexo A, vemos que en las coordenadas del pilar, no hay una relación entre los valores de las mismas y las distancias hacia cada una de las EP.

Posicionamiento Relativo (Fase) - Levantamiento RTK.

En la primera experiencia realizada en la ciudad de Melincué, en la que se observó una muestra de 698 datos, durante todo el intervalo de tiempo de observación el equipo nunca logró llegar a la solución fija sino que solo ha colectado datos en solución flotante en un periodo de 1:10 Hs.

A continuación (página 45) se expone un gráfico con la dispersión de los puntos recolectados en el punto y en las páginas siguientes se muestran una representación de los desplazamientos de cada una de las coordenadas X, Y y Z, respecto del “valor verdadero”, en función del tiempo; además se grafica el tipo de solución (2 para DGPS, 3 para soluciones fijas). En el mismo vemos, que la distribución de los puntos presentan una variación de aproximadamente ± 0.30 m. Sin embargo, a pesar de que en ningún momento llegamos a obtener la solución fija, existen pequeños intervalos de tiempo en los que estas diferencias en las coordenadas se reducen a ± 0.15 m, pero luego aumentan nuevamente.

En el caso de la experiencia realizada en la zona rural de Casilda obtuvimos los mismos resultados que los observados en el caso anterior. En una sesión de aproximadamente 2:00 Hs, nunca pudo alcanzar la solución fija.

Por otro lado, en el punto nodal N° 121 situado en el casco urbano de la ciudad se colectaron 600 pares de coordenadas (X,Y). Analizando este caso, vemos que el equipo llega a obtener la solución fija luego de un lapso de tiempo de aproximadamente 0:35 hs (Anexo D). Esto se mantiene durante un corto tiempo (8 minutos aproximadamente) y luego la solución del sistema pasa nuevamente a flotante.

En la página N° 69 se adjunta el gráfico de dispersión de puntos de la experiencia antes expuesta. Vemos que la mayor cantidad de los datos recolectados en ese punto, se agrupan en un intervalo de unos 0.15 m, pero desplazados 0.20 m del “valor verdadero” del par de coordenadas, aproximadamente.

Si observamos el gráfico del Anexo E podemos ver que a los datos de posición con solución fija los encontramos desde el primer par de coordenadas registradas. En este caso, el sistema alcanza la solución fija en el instante siguiente al paso de elección de la Estación Permanente. También se muestra la distribución de los pares de coordenadas obtenidas, donde podemos ver que los puntos se agrupan dentro de radio de exactitud de unos 10 cm durante todo el lapso de tiempo de medición. Sin embargo también podemos visualizar que la precisión respecto del “valor verdadero” se encuentran desplazados en un valor máximo de 10 cm. Durante toda la sesión de medición el sistema nunca perdió la solución fija. El tamaño de la muestra, en esta experiencia, es de 591 datos.

En la ciudad de Cañada de Gómez, se observaron 905 pares de coordenadas del punto elegido para el análisis. En el podemos ver que la solución fija y la solución flotante fluctúan durante intervalos de tiempo indefinidos sin llegar a estabilizarse en alguna de las dos soluciones. A pesar de esto, las diferencias entre los valores de coordenadas en tiempo real y las obtenidas por postprocesamiento oscilan alrededor de los ± 25 cm, y podemos ver casos en los que aunque el equipo obtenía la solución flotante las precisiones no aumentaban mas allá de ese valor, salvo algunos casos en los que esos valores se excedían muy por encima o por debajo de estos valores. Esto puede verse en el gráfico de dispersión donde se encuentran representadas en un par de ejes las coordenadas de los datos. (Los resultados de esta experiencia se exponen en el Anexo F).

Por último, como resultado de la experiencia donde se utilizó la Estación Permanente GUAY en un punto de la ciudad de Casilda, en primer lugar, obtuvimos que el sistema logró alcanzar la solución fija pasado un lapso de tiempo de 30 minutos aproximadamente para luego volver a la solución flotante. En relación a la distribución de los datos obtenidos, en el gráfico vemos que es muy variable la posición de los puntos con

una variación máxima respecto del “valor verdadero” de hasta aproximadamente 1 m y presenta una gran dispersión de los datos recolectados. En Anexo E (Página 76), se encuentra representada la muestra de 611 datos tomada en dicho punto.

GRAFICO DE DISPERSION DE PUNTOS.

En primer lugar se expone un gráfico con la dispersión de los puntos observados, comparando los resultados con el “Valor Verdadero” considerado. Se representa en un sistema de eje cartesianos cuyo origen es el “valor verdadero” de la serie de datos; el eje de las abscisas corresponde al “residuo” de la coordenada X Gauss-Krüger, mientras que el eje de las ordenadas representa al “residuo” de la coordenada Y de la misma proyección (por residuo se entiende a la diferencia entre el valor observado y el valor verdadero del punto medido). De esta manera se puede visualizar de manera más sencilla los resultados que se obtienen durante todo el desarrollo de la experiencia.

Para cada una de las experiencias realizadas en las distintas ciudades y para todos los puntos que se midieron desde distintas Estaciones Permanentes se expone a lo largo del todo el trabajo un gráfico de este tipo.

GRAFICO POSICION VS TIEMPO.

A diferencia del gráfico anterior, en este caso en el sistema de ejes cartesianos se representan la Diferencia de Coordenadas en las ordenadas y el Tiempo de Medición en las abscisas. Este gráfico permite darnos una idea del comportamiento del sistema, en sus coordenadas X,Y, a lo largo de toda la sesión de estudio. Además se expresa en el eje de las ordenadas el tipo de Solución que adopta el sistema en el tiempo; a la solución absoluto se le asigna el valor 1, mientras que el numero dos corresponde a la solución Flotante, luego a la solución fija el valor que se le asigna es el 3 y a la solución DGPS se le asigna el número 4.

Para cada una de las experiencias realizadas en las distintas ciudades y para todos los puntos que se midieron desde distintas Estaciones Permanentes se expone a lo largo del todo el trabajo un gráfico de este tipo.

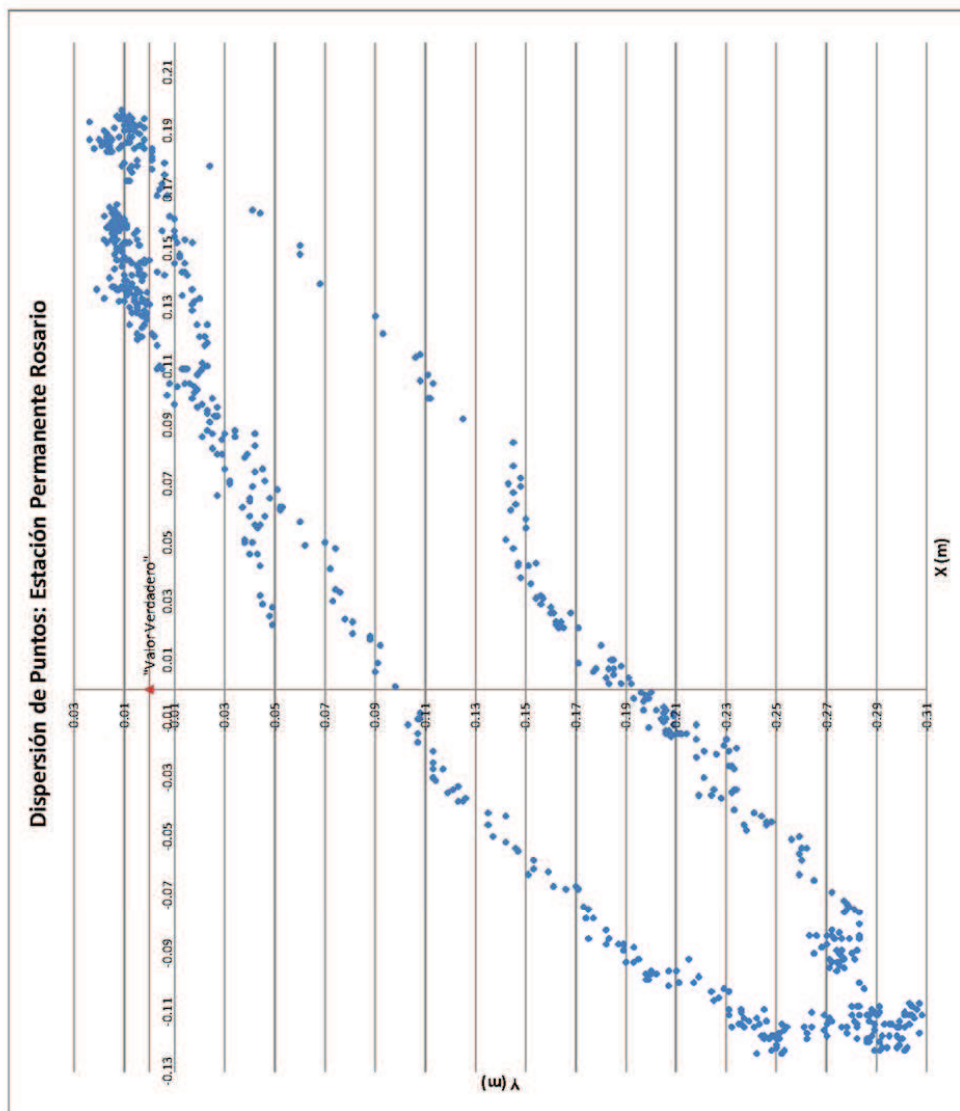
GRAFICO DIFERENCIA DE POSICION.

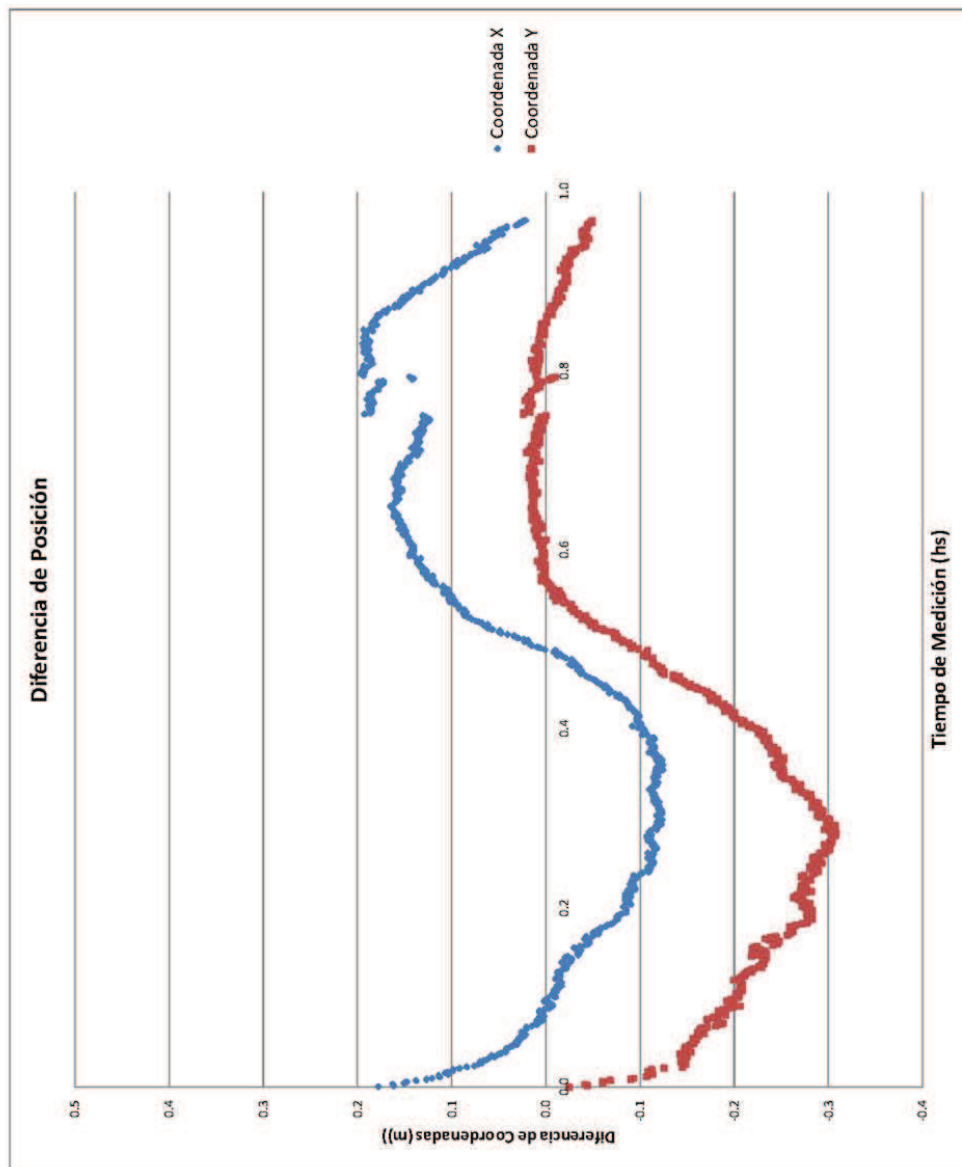
Este gráfico tiene las mismas características que el de Posición Vs Tiempo con la salvedad de que no se representa el tipo de solución. El objetivo de este gráfico es la visualización de las diferencias de coordenadas del punto medido respecto del “valor verdadero” considerado.

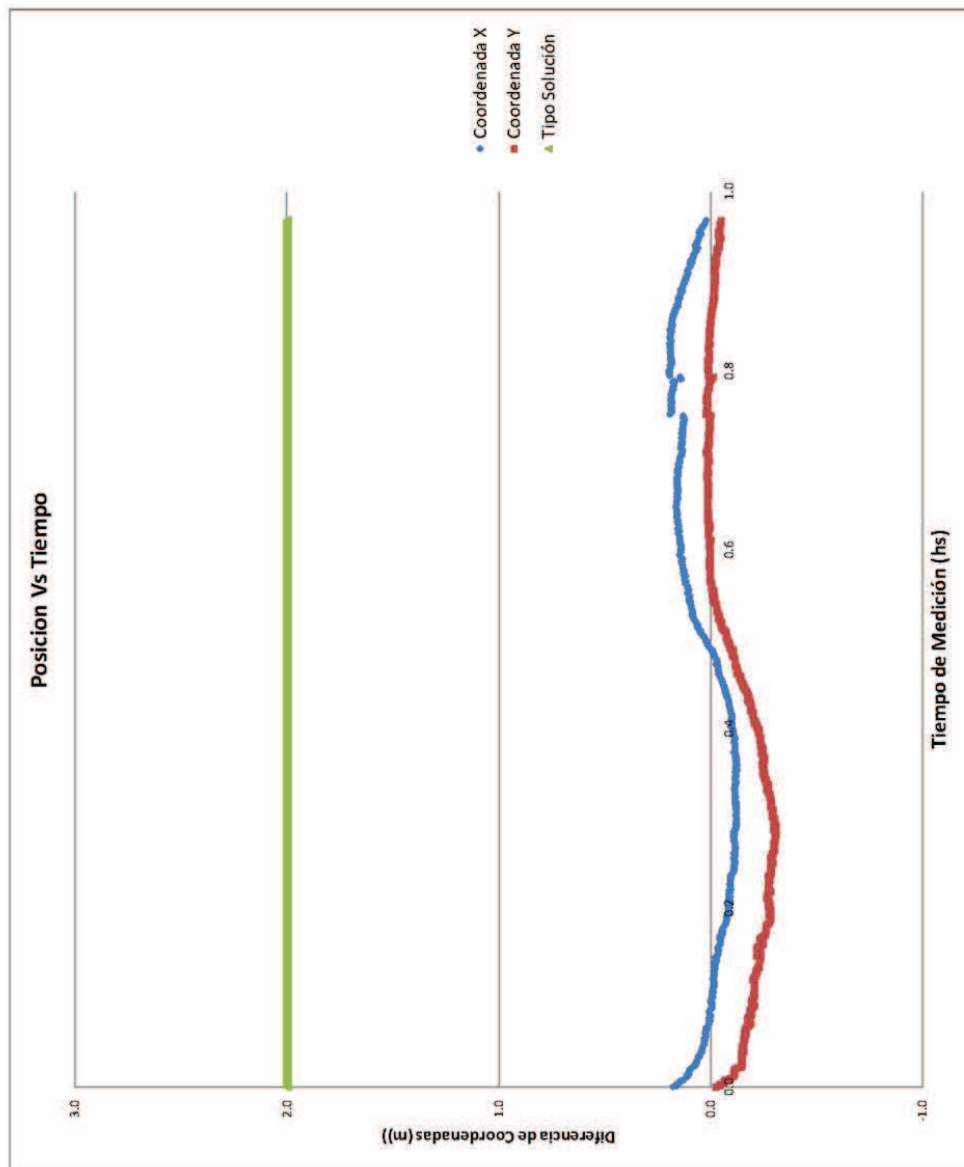
En el sistema de ejes puede verse los desplazamientos de las coordenadas de los puntos y así darnos una idea de la precisión del sistema en las condiciones en las que se realizó la experiencia.

Para cada una de las experiencias realizadas en las distintas ciudades y para todos los puntos que se midieron desde distintas Estaciones Permanentes se expone a lo largo del todo el trabajo un gráfico de este tipo.

En cada una de las experiencias se realizó una serie de gráficos como los explicados en los párrafos anteriores y se exponen en los distintos anexos del presente trabajo.







Para analizar los resultados que se obtuvieron en la segunda etapa de la campaña, debemos dividirlos en dos grupos: en posicionamiento DGPS con Código C/A (IGM-UCORD) y Posicionamiento Diferencial con Fase. De esta manera podemos hacer las siguientes observaciones:

- En el caso en el que se trabajó con la Estación Permanente UCORD (con una longitud en el vector de aproximadamente 387 km), nos encontramos con que el sistema no consigue obtener la solución fija en RTK y las variaciones en las coordenadas planas son del orden de los 3m, mientras que en elevación se encuentran en el orden de los 5m. Los resultados se exponen en los gráficos del Anexo B. En este punto, el tamaño de la muestra tomada es de 14073 pares de coordenadas.
- En el siguiente ensayo utilizando la Estación Permanente ubicada en el Instituto Geográfico Militar, denominada IGM1 con un vector de 275 km de longitud, los resultados obtenidos nos muestran un comportamiento similar a los que se obtuvieron utilizando la Estación Permanente SBAL, esto es, el sistema no logra mantener de forma continua la solución fija en tiempo real RTK, sino que los resultados varían entre la solución flotante y la solución fija. Los valores de las coordenadas planas para la solución fija se mantienen dentro del orden de los 3 cm mientras que en la coordenada Z el valor es del orden de los 12 cm. Cuando el sistema se encuentra trabajando en la solución flotante los valores de las coordenadas planas y de la elevación alcanzan un valor máximo del orden de 1m y 3 m respectivamente. Los resultados obtenidos se pueden ver en los gráficos del Anexo C. En este caso el tamaño de la muestra es de 9338 pares de datos.
- Analizando lo ocurrido con el conjunto de datos obtenido (17156 puntos de coordenadas) de la Estación Permanente SBAL (San Cristóbal-Santa Fe) - Anexo G- se obtuvo: el sistema obtiene variaciones entre las soluciones fijas y flotantes en tiempo real RTK. Cuando el sistema logra obtener la solución fija las variaciones en las coordenadas planas alcanzan un valor mínimo del orden de los 5 mm y un valor máximo del orden de los 2 cm, mientras que en elevación se mantienen en los 5 cm aproximadamente. Por otro lado, cuando trabaja con la solución flotante las variaciones en los valores de X e Y se encuentran en el orden de los 60 cm, y en la coordenada Z estos valores están en el orden de 1.5 m.
- A continuación haremos un análisis de lo que ocurrió para la Estación Permanente GUAY ubicada a unos 190 km del punto observado, en donde se tomó un conjunto de 8357 pares X,Y de coordenadas. En este caso vemos que cuando el sistema alcanza la solución flotante, la diferencia en las coordenadas planas obtienen un valor máximo del orden de 1 cm y en altura dentro de los 10 cm aproximadamente. Sin embargo en ocasiones el sistema pierde la solución fija y en esos casos los valores de las coordenadas se elevan hasta alcanzar un valor máximo de 0.50 m en las primeras de ellas y 2 m para la segunda. Anexo H
- Por último, tenemos el caso de la Estación Permanente UNRO -Anexo I-, en donde los resultados obtenidos fueron más que positivos. En esta experiencia vemos que el sistema en el mismo instante en que inicializa el levantamiento, alcanza la solución fija con diferencias en las coordenadas planas del orden del 1 mm y en altura del orden de los 5cm. Para los 17622 pares de coordenadas que se tomaron en esta experiencia, el sistema nunca pierde la solución fija, sin embargo esto no significa que en ningún momento la pierda y funcione en la solución flotante.

Para cada una de las experiencias detalladas anteriormente se exponen tres gráficos característicos de los resultados obtenidos – Dispersión de Puntos, Diferencia de Coordenadas, Posición en función del Tiempo- . En algunos casos se realizaron ensayos de tiempo más prolongados que los expuestos en dichas gráficas, sin embargo los resultados que se decidió expresar son representativos de todas las muestras que se obtuvieron.

5. CONSIDERACIONES FINALES.

Realizando un análisis de los resultados obtenidos en las primeras experiencias implementando el sistema Ntrip en los GPS navegadores podemos hacer una primera conclusión:

- Si bien se refleja que al introducirle las correcciones a través del sistema Ntrip se obtienen mejores precisiones que trabajando en posicionamiento absoluto con código, no son suficientes para trabajos específicos del campo de la Agrimensura.
- Las precisiones obtenidas no justifican los costos necesarios para implementar el sistema (Internet Móvil, Notebook, etc.) y las incomodidades propias de ensamblar todos los elementos que se necesitan.
- Las precisiones no tienen una relación directa con la distancia a la que se encuentran las Estaciones Permanentes utilizadas para la obtención de las coordenadas de los puntos.

Analizando resultados obtenidos con el receptor de doble frecuencia L1 y L2 podemos decir que:

- Luego de realizar varias experiencias modificando las condiciones de medición (por ej., longitud de vector base, cobertura de internet móvil, tipo de conexión a internet), podemos observar como principal ventaja que este sistema nos permite disminuir considerablemente los costos de adquisición de los equipos GPS ya que se necesita solo una antena, en lugar de dos, como lo es con el sistema convencional GPS en tiempo real RTK. Sin embargo requiere instrumental GNSS que sea capaz de asimilar el tipo de mensaje Ntrip.
- Podemos agregar también que con este sistema:
 - No es necesario mantener un receptor GNSS con un operador todo el día en una estación de referencia.
 - El acceso a Internet es independiente de las obstrucciones entre móvil y la estación de referencia.
 - Un módem GSM/GRPS o 3G (tercera generación) es más económico que un radio UHF.
 - El alcance obtenido con Internet es mayor que el del radio UHF.
 - No es necesario buscar lugar altos para instalar la estación de referencia.
- Por otro lado, nos encontramos con algunas desventajas:
 - ✓ El hecho de que el sistema dependa de una conexión continua a internet, nos limita a trabajar en sectores donde tengamos acceso a la web. Nuestro país, carece de una buena cobertura del territorio, por lo que en zonas rurales generalmente no es posible el acceso. El déficit en la cobertura es uno de los factores que imposibilita el uso del Sistema Ntrip en zonas rurales. Esto se debe a que para poder alcanzar la solución fija el sistema debe tener un flujo continuo de datos que dure en el tiempo, condición que no podemos alcanzar en

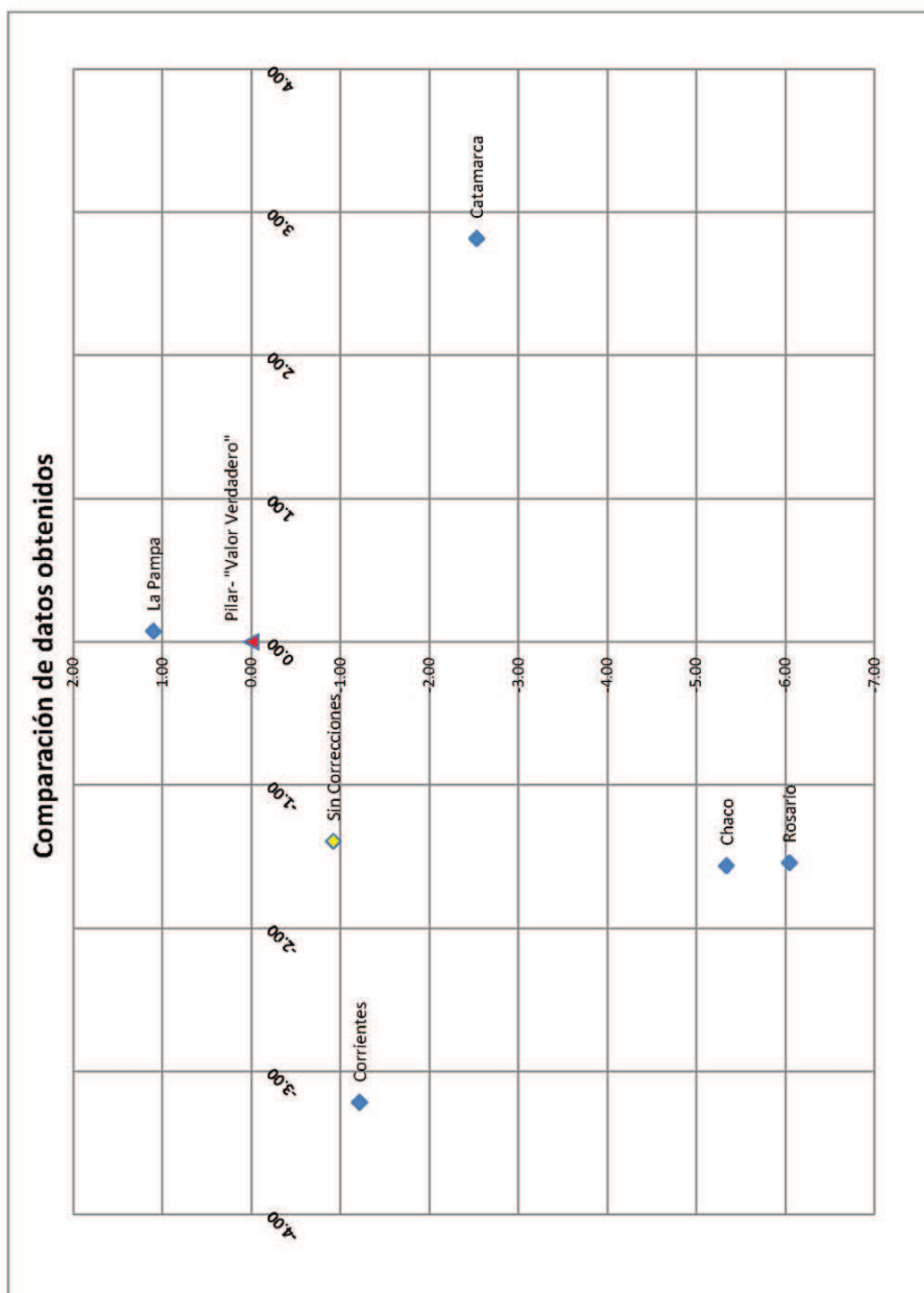
zonas rurales; o en el mejor de los casos si llegáramos a acceder a la web, si se pierde, aunque sea un instante el flujo, debemos comenzar nuevamente con la inicialización del sistema, lo que hace que el mismo deje de ser viable.

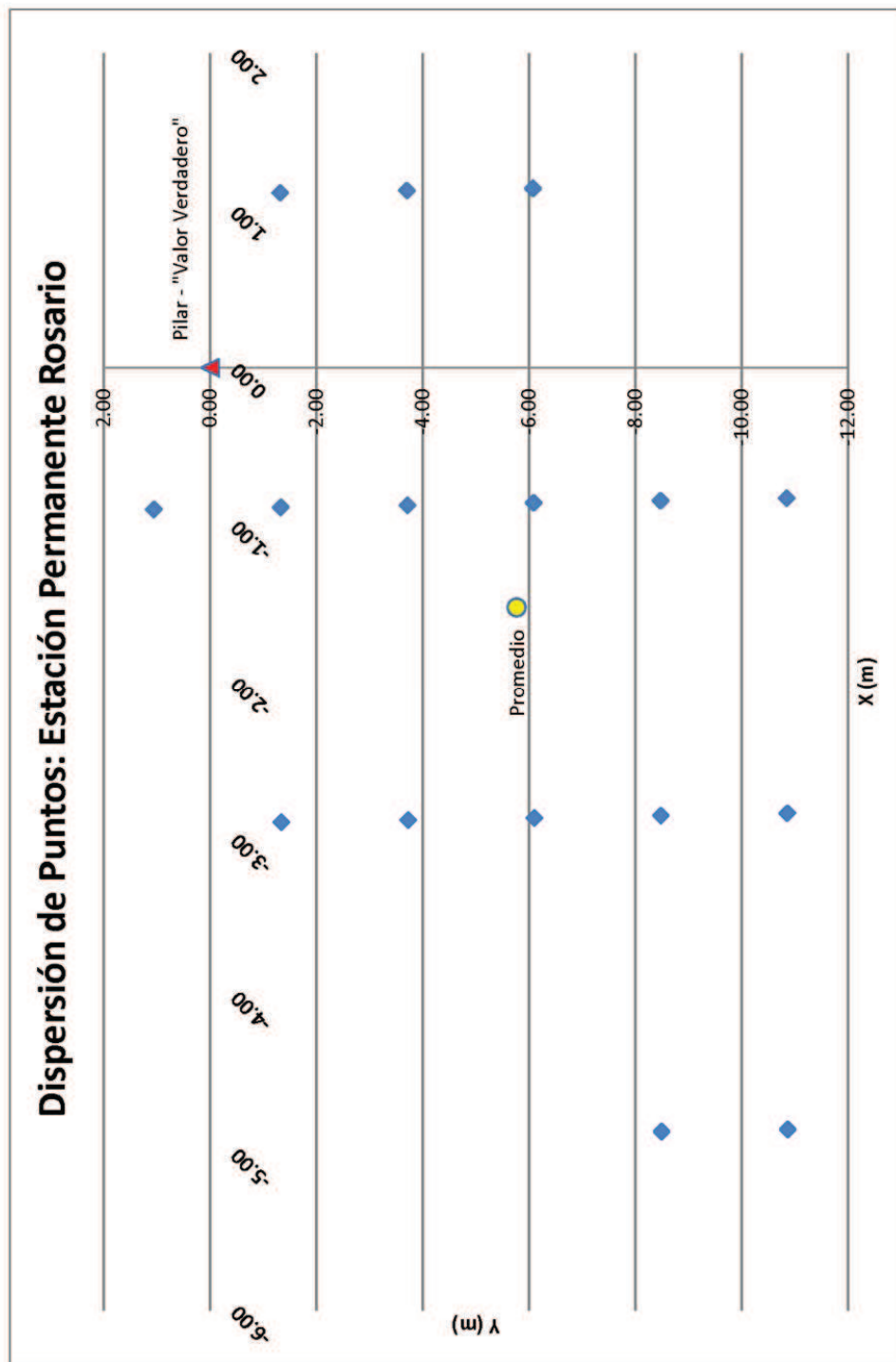
Debido a lo detallado en el párrafo anterior, es que las condiciones actuales de cobertura de internet nos limita el uso del Sistema Ntrip a zonas urbanas o suburbanas.

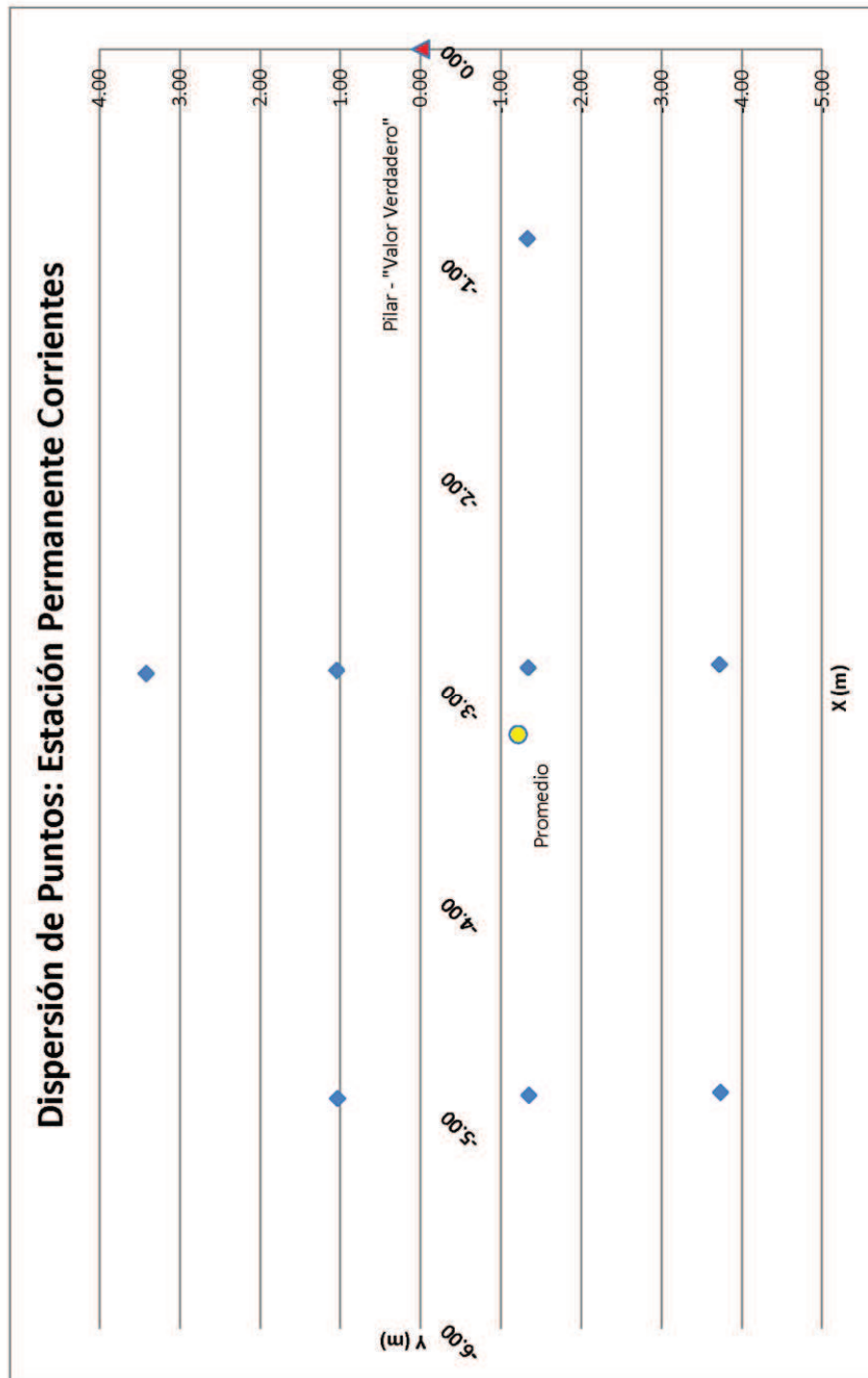
- ✓ Tanto el tipo de solución como las precisiones que se obtienen, tienen una relación directa con la distancia a las Estaciones Permanentes (longitud del vector) desde las cuales se descargan las correcciones en tiempo real. Para trabajar con precisiones similares a las que se obtienen con el sistema convencional la longitud de los vectores no deben exceder los 50 km. A medida que incrementamos la distancia del vector disminuyen las precisiones con las que trabajamos, por ejemplo para un vector de 70 km las diferencias en las coordenadas planas es de aproximadamente 10 cm.
- ✓ En la actualidad, no existe una adecuada densificación de las Estaciones Permanentes que nos aseguren una buena cobertura para utilización del sistema. Este problema de configuración de las Estaciones Permanentes, hace que los vectores que se utilizan (Base Permanente-Móvil) sean de longitudes considerables, por lo que las precisiones que se alcanzan no satisfacen en su totalidad, las exigencias de los trabajos de Agrimensura.
- ✓ El tipo de conexión a internet es una variable importante a tener en cuenta. Si bien una conexión a internet mediante un modem inalámbrico nos permite trabajar y con precisiones aceptables, si utilizamos una conexión mediante cable de red ETHERNET, mejoran considerablemente los resultados. Se debe tener en cuenta que para realizar tareas de campo, resulta complicado o casi imposible trabajar con cable de redes.
- ✓ Si bien, en líneas generales, los resultados obtenidos en las experiencias no fueron los esperados, vale la pena decir que esto no se debe a errores propios del Sistema Ntrip, sino que es un problema de las condiciones con las que nos encontramos en la actualidad en cuestiones de cobertura de internet y configuración y distribución de las Estaciones Permanentes de la Red RAMSAC. No obstante con la velocidad de los avances tecnológicos de hoy día y las exigencias de los usuarios GPS e Internet, creemos que en unos pocos años se mejoraran las condiciones de estos dos aspectos que limitan el uso del Sistema, y permitirán expandir las áreas de aplicación del mismo.

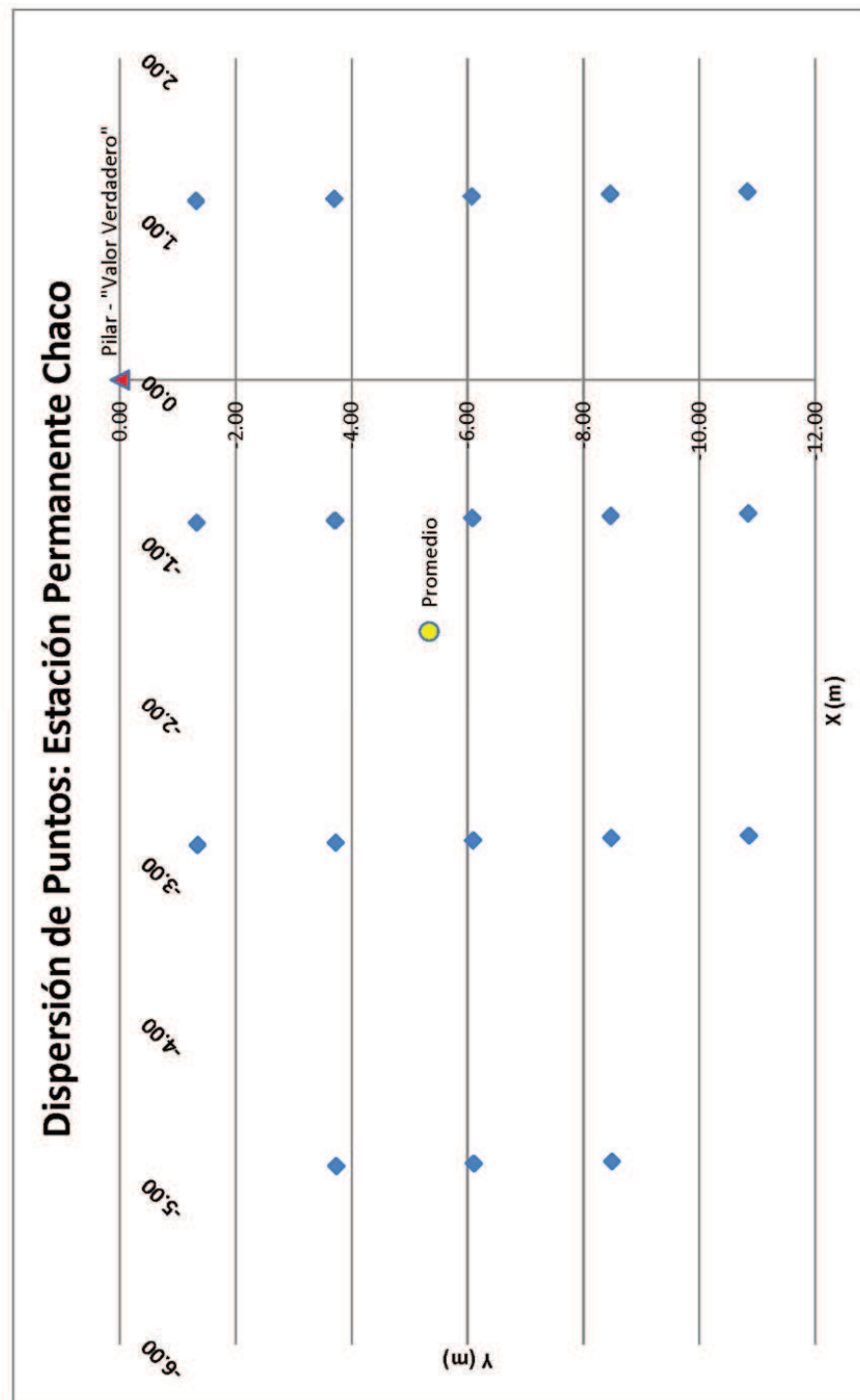
ANEXO A

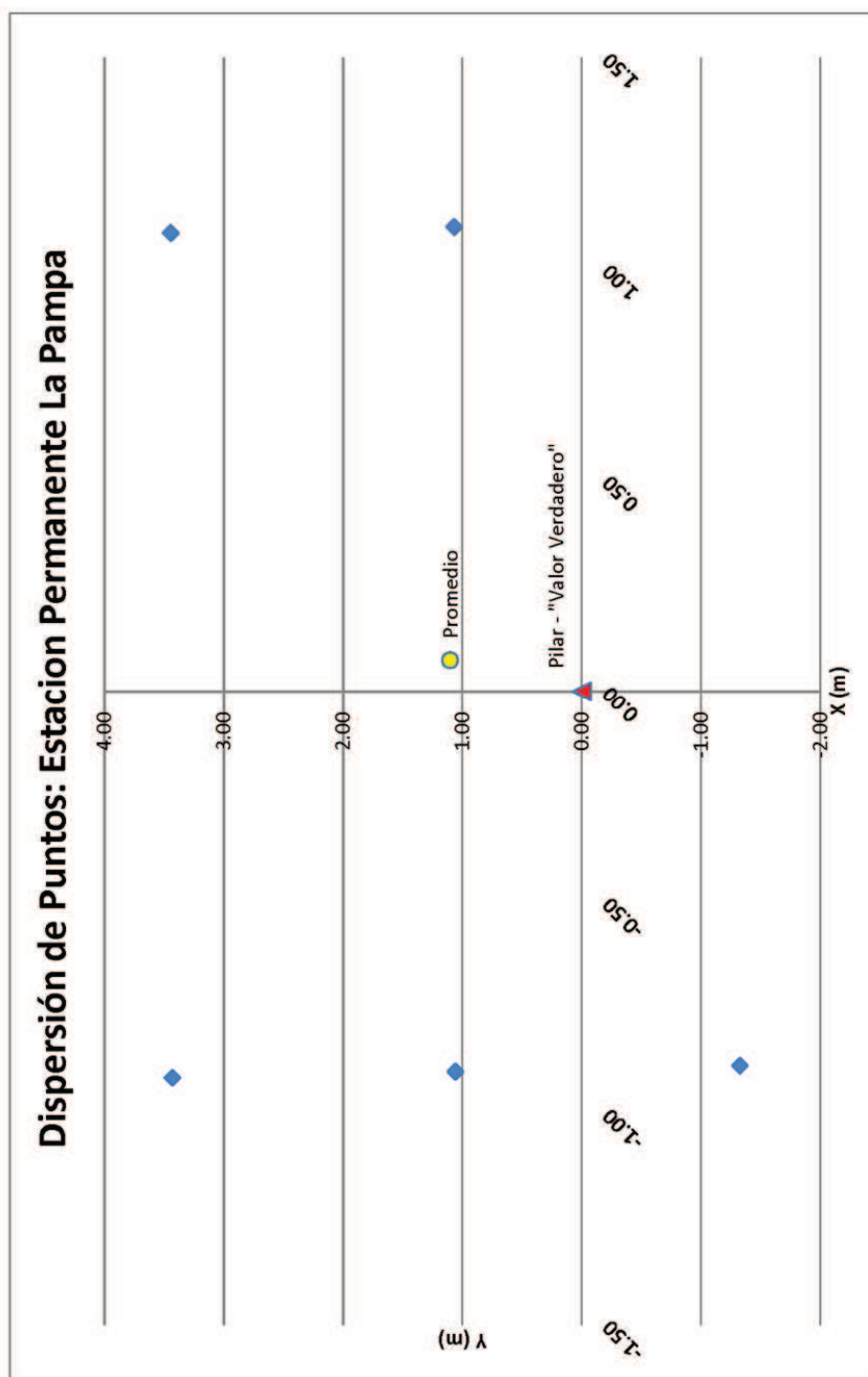
Posicionamiento DGPS con Código C/A Con Navegador

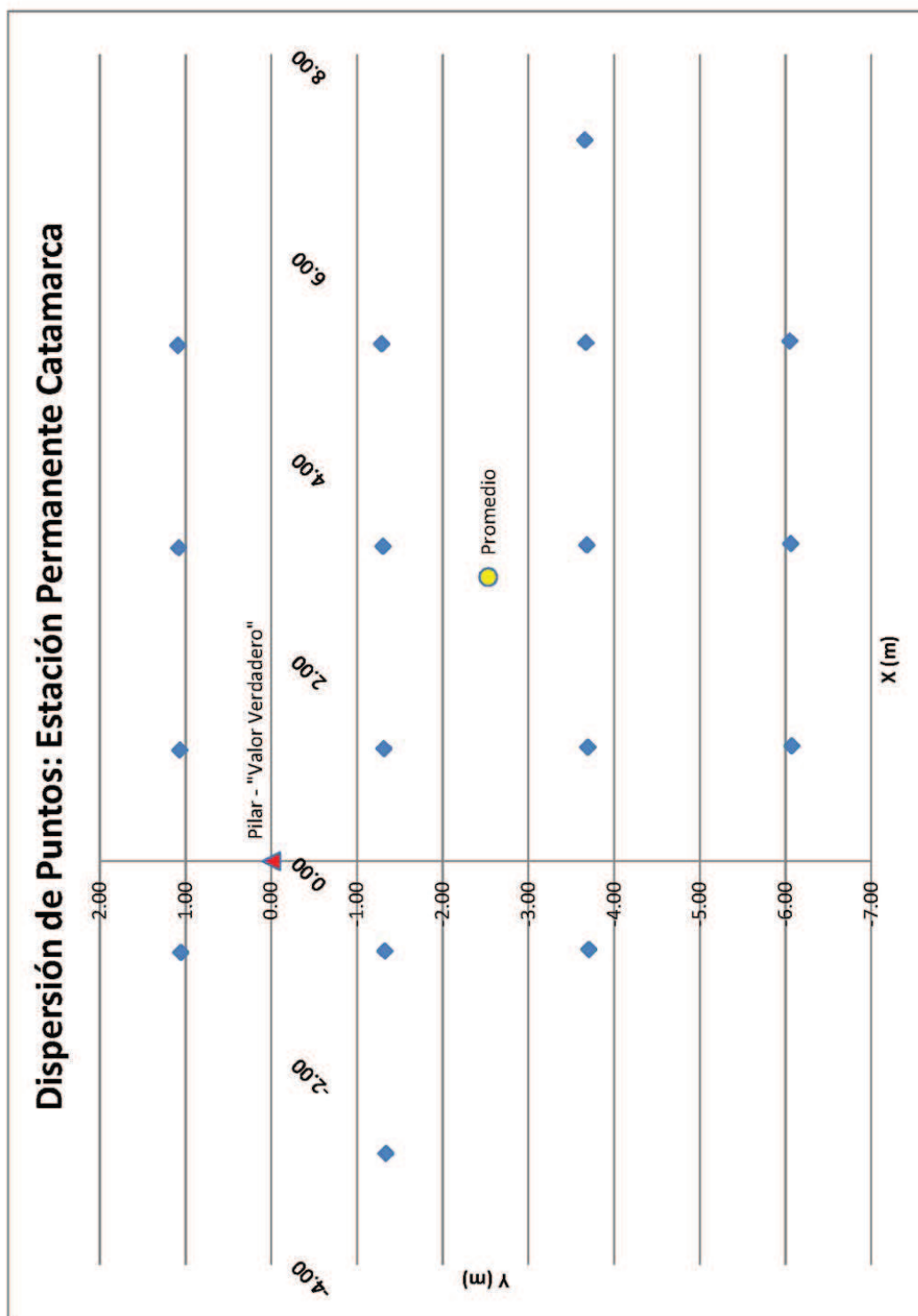


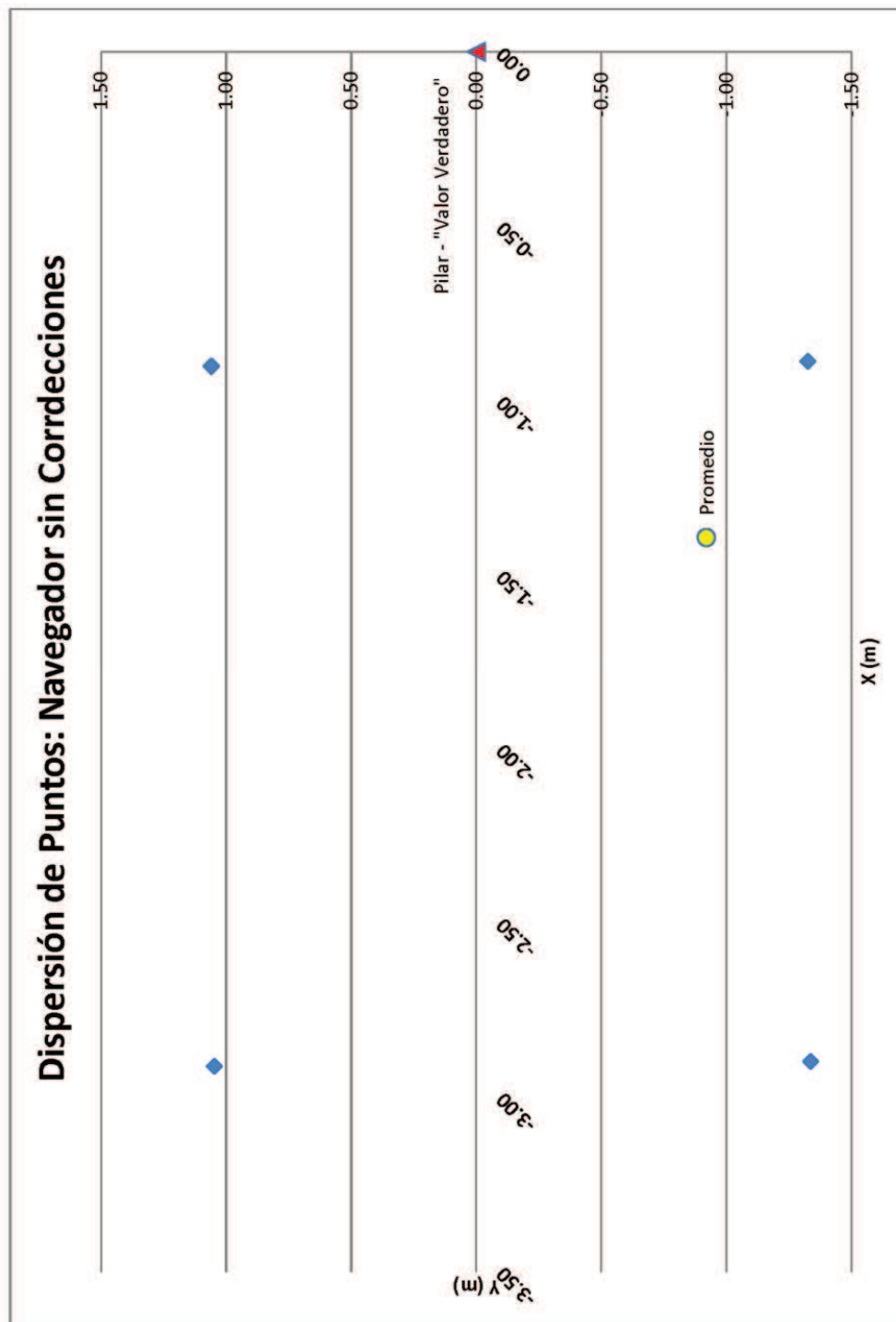










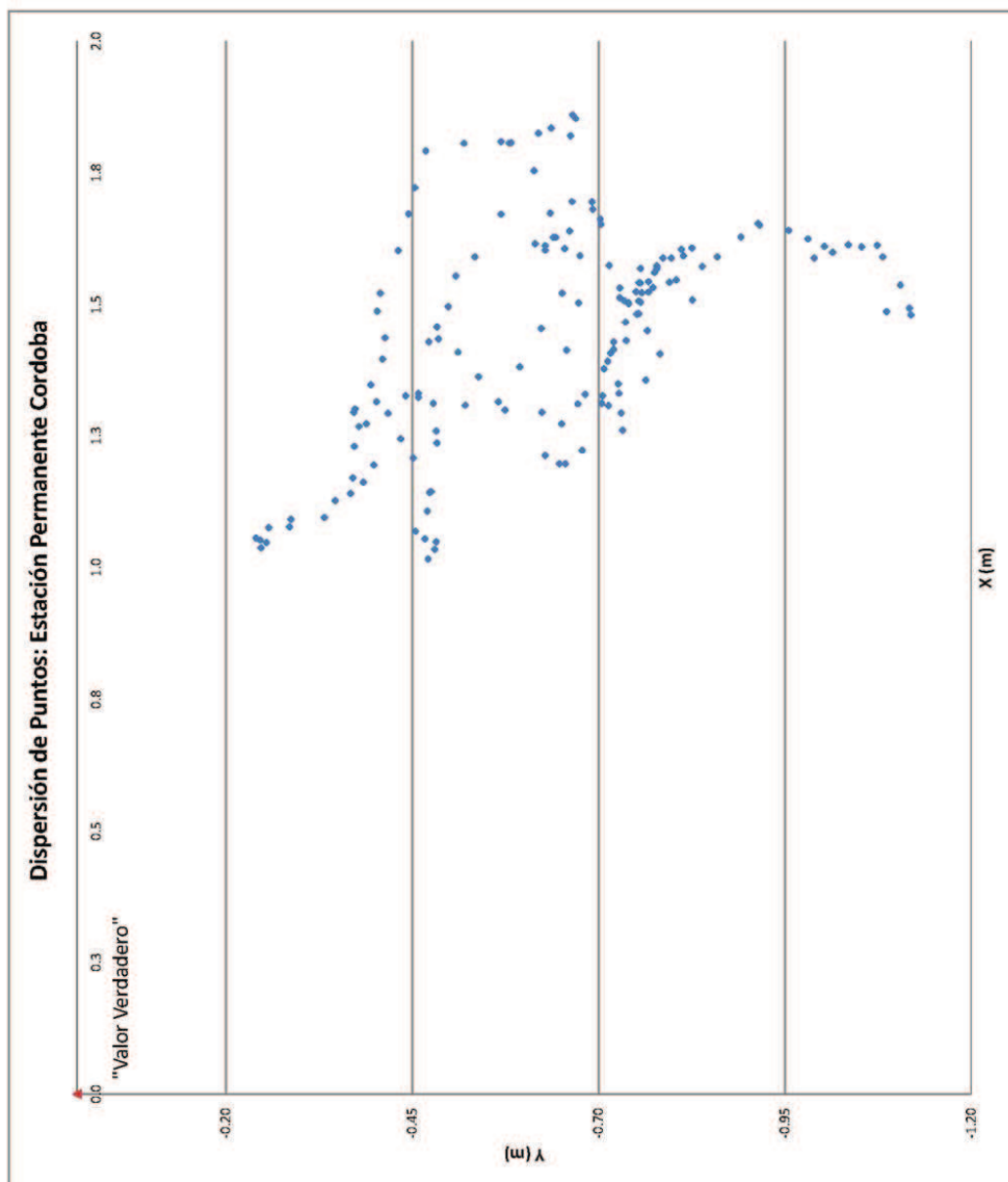


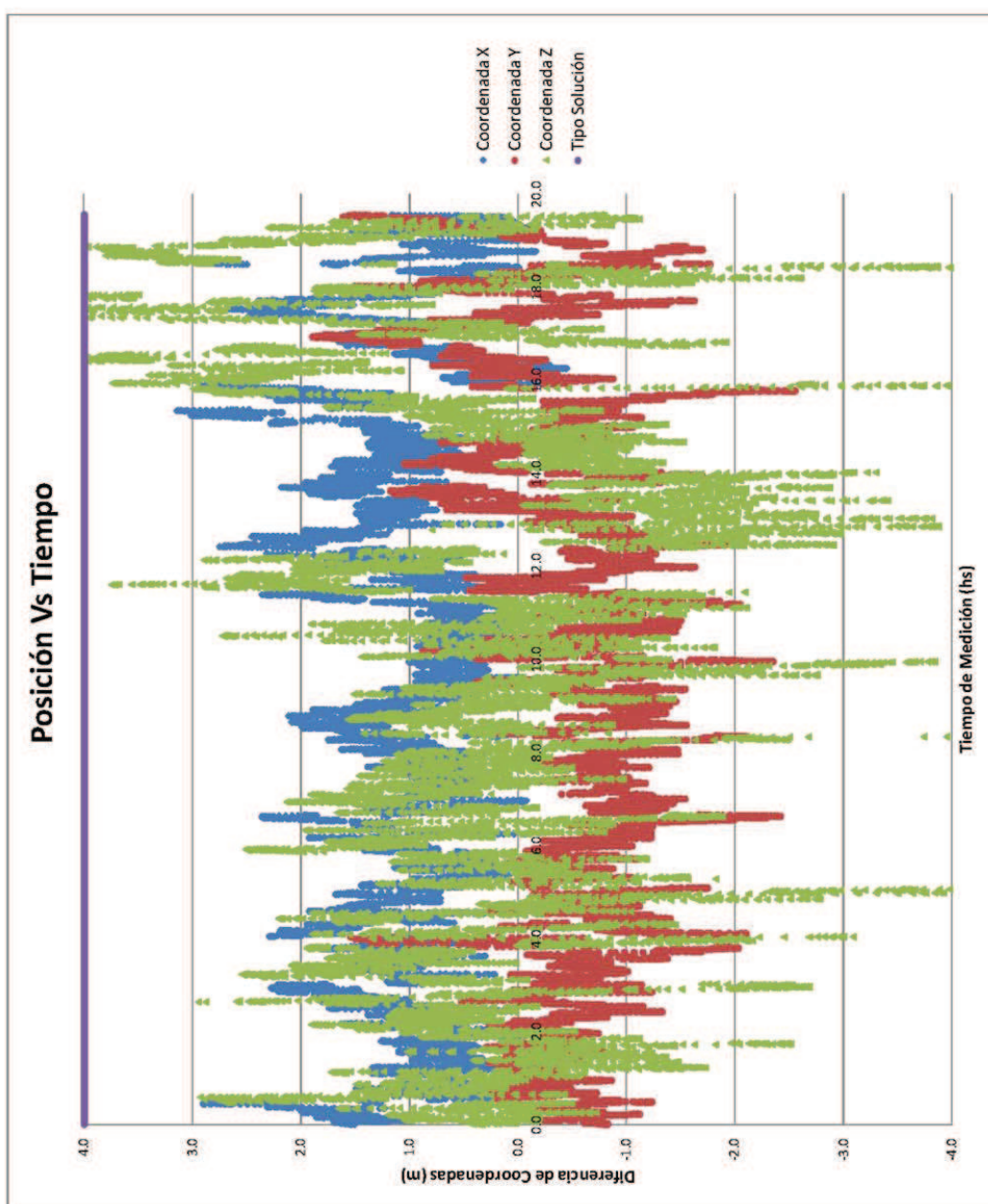
ANEXO B

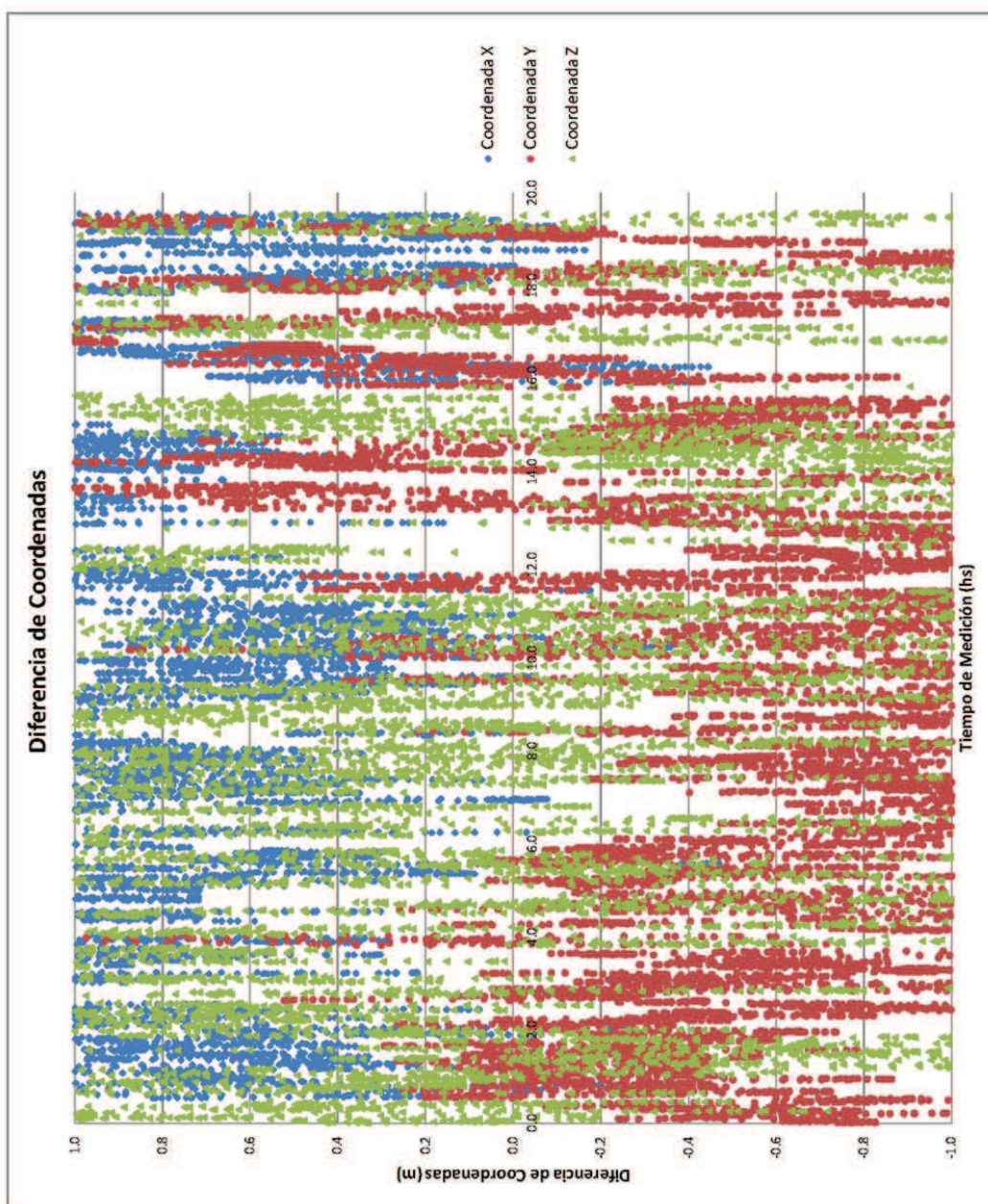
Posicionamiento DGPS con Código C/A. UCORD – Rosario.

DATOS TECNICOS:

- Receptor Utilizado: Trimble 5700.
- Controladora Utilizada: GNSS Internet Radio.
- Distancia del Vector: $\cong 387$ km.
- Tipo de Portadora: Código C/A.
- Tamaño de la Muestra: 14073 pares de datos.
- Tipo de Conexión a Internet: Cable Ethernet.





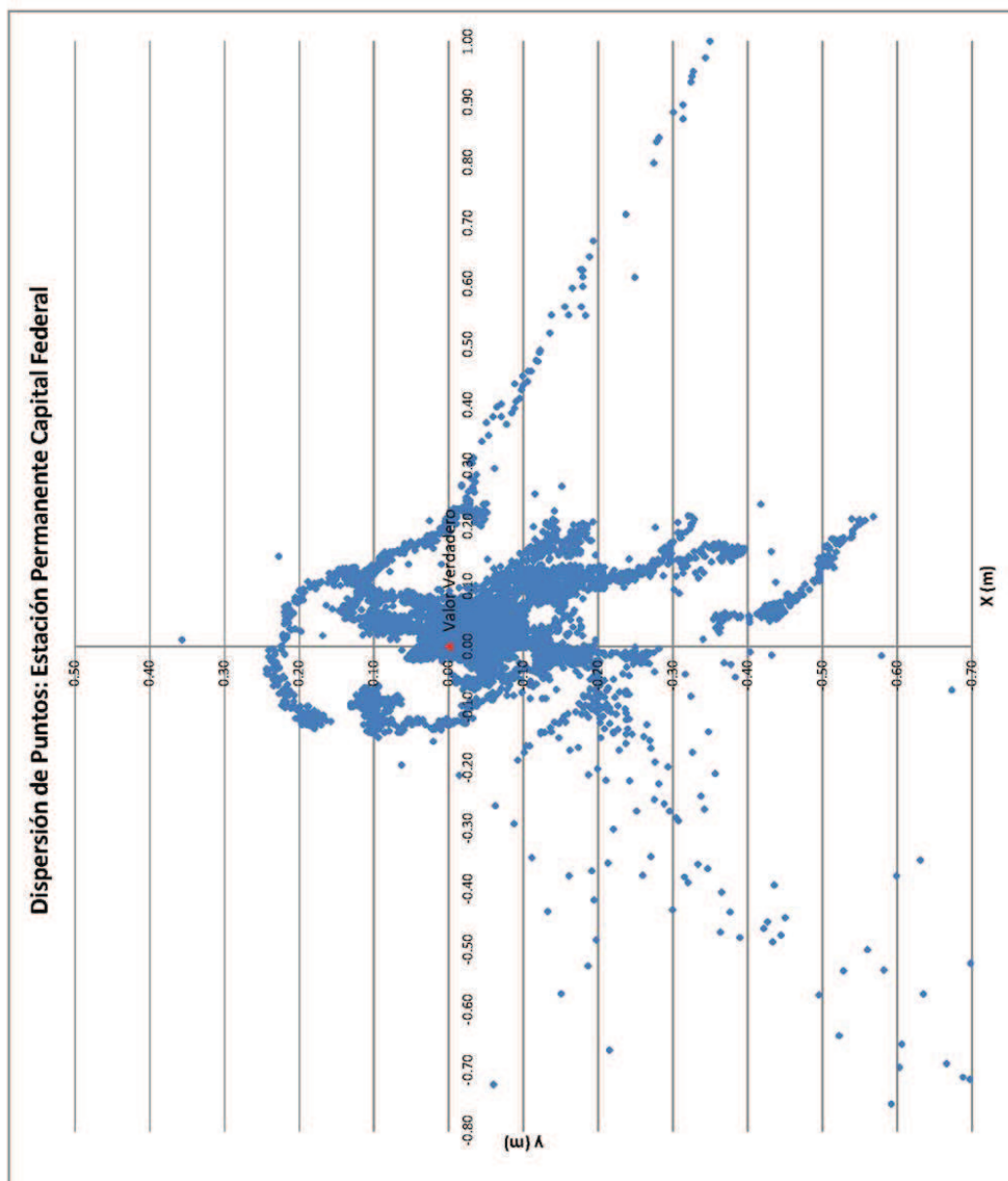


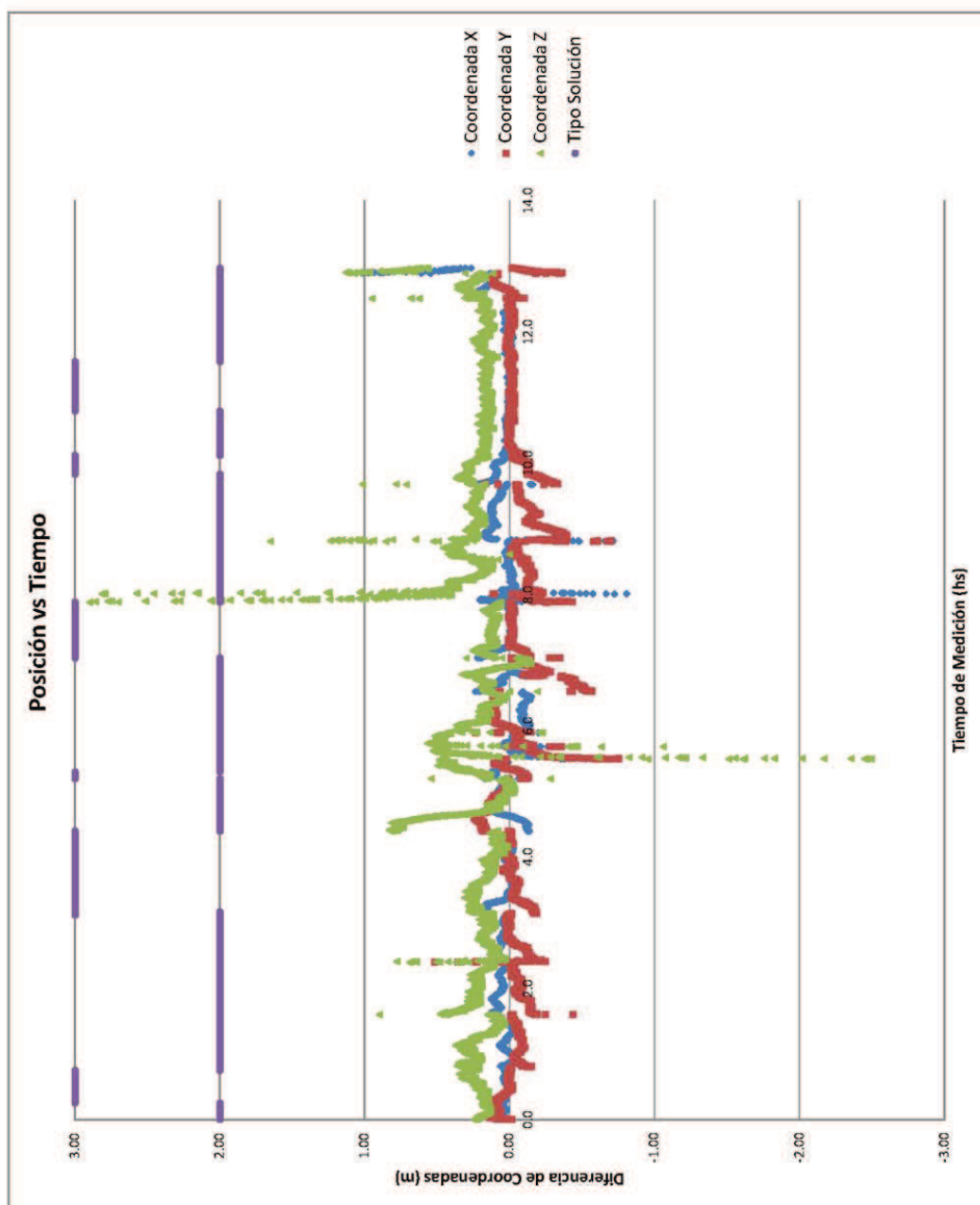
ANEXO C

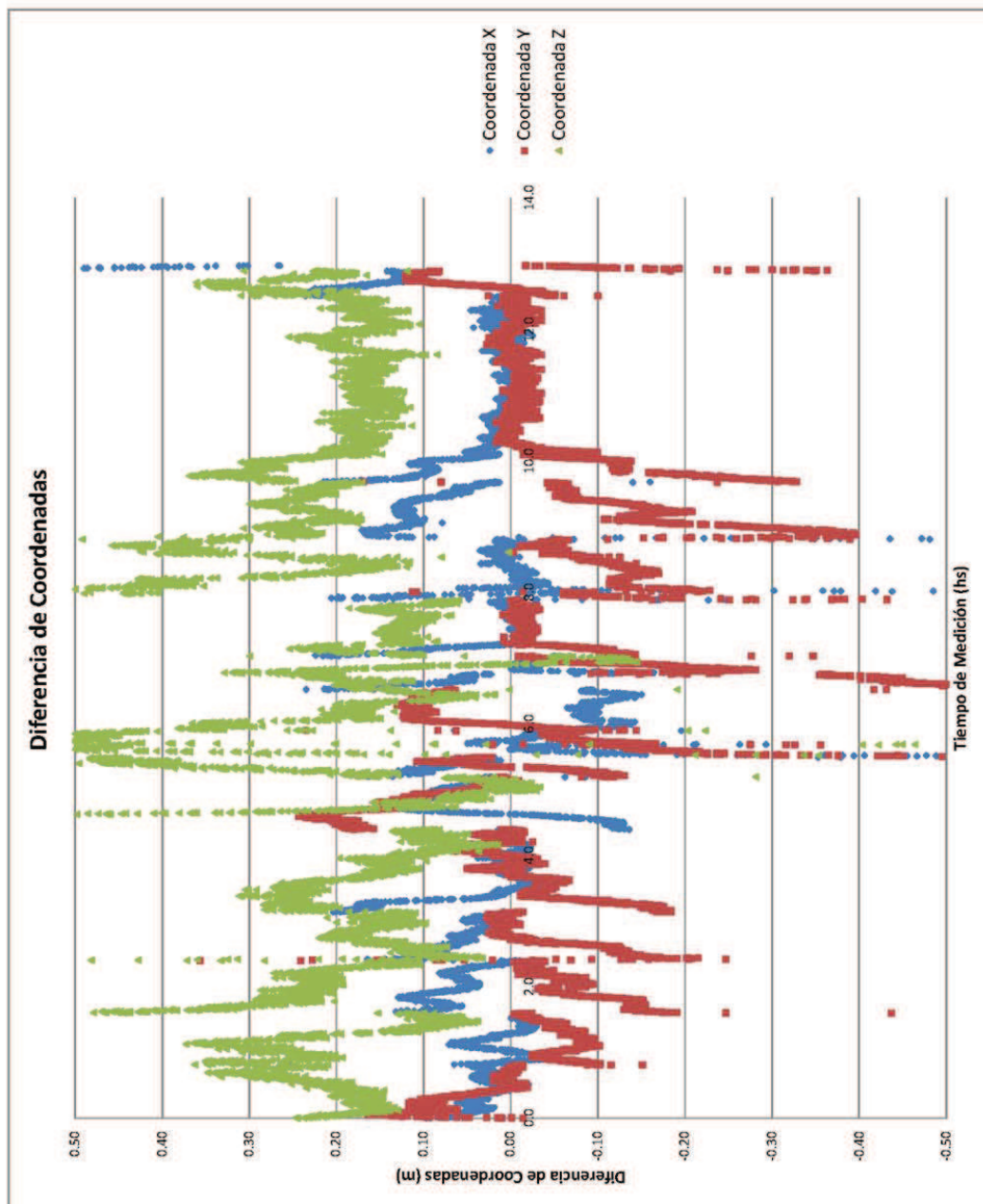
Posicionamiento Diferencial con Fase. IGM1 – Rosario

DATOS TECNICOS:

- Receptor Utilizado: Trimble 5700.
- Controladora Utilizada: GNSS Internet Radio.
- Distancia del Vector: $\cong 275$ km.
- Tipo de Portadora: Código C/A.
- Tamaño de la Muestra: 9338 pares de datos.
- Tipo de Conexión a Internet: Cable Ethernet.





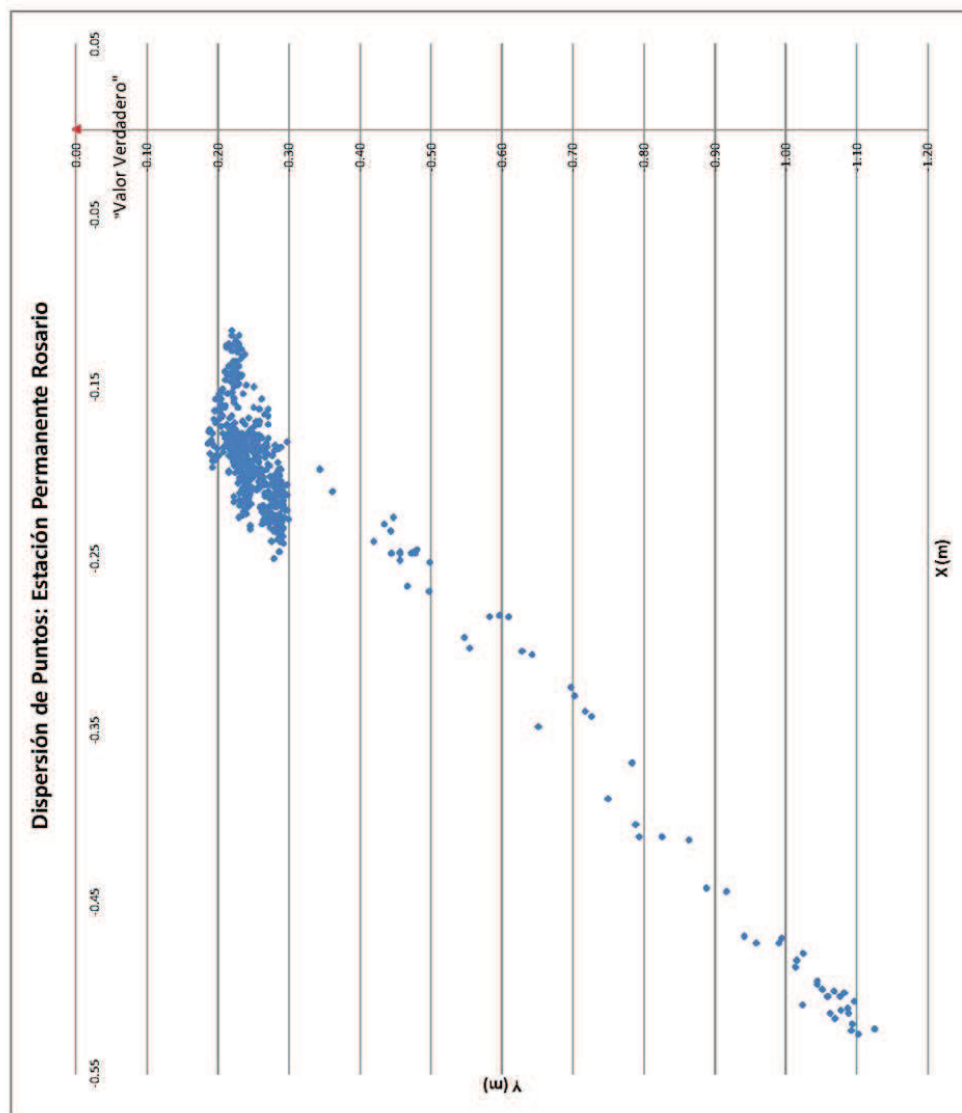


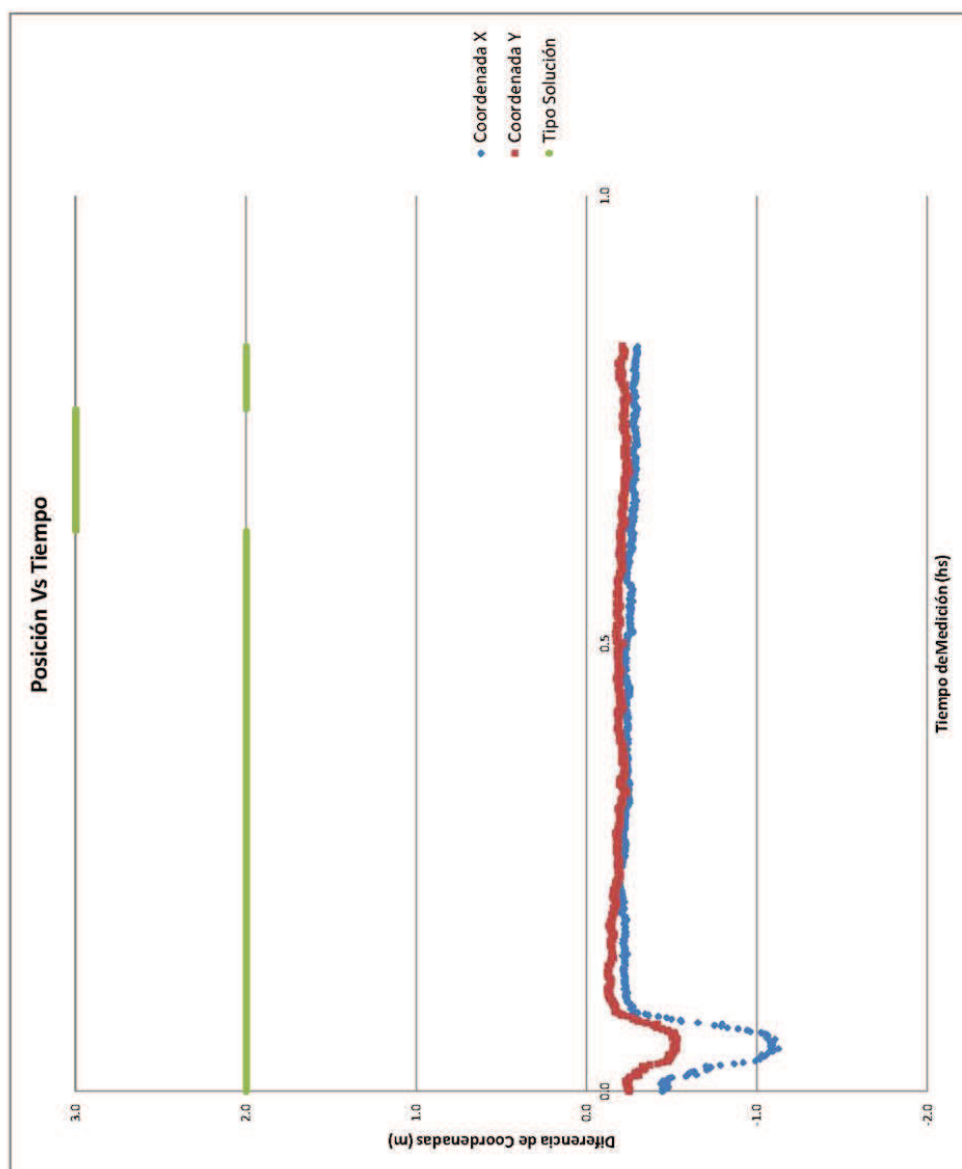
ANEXO D

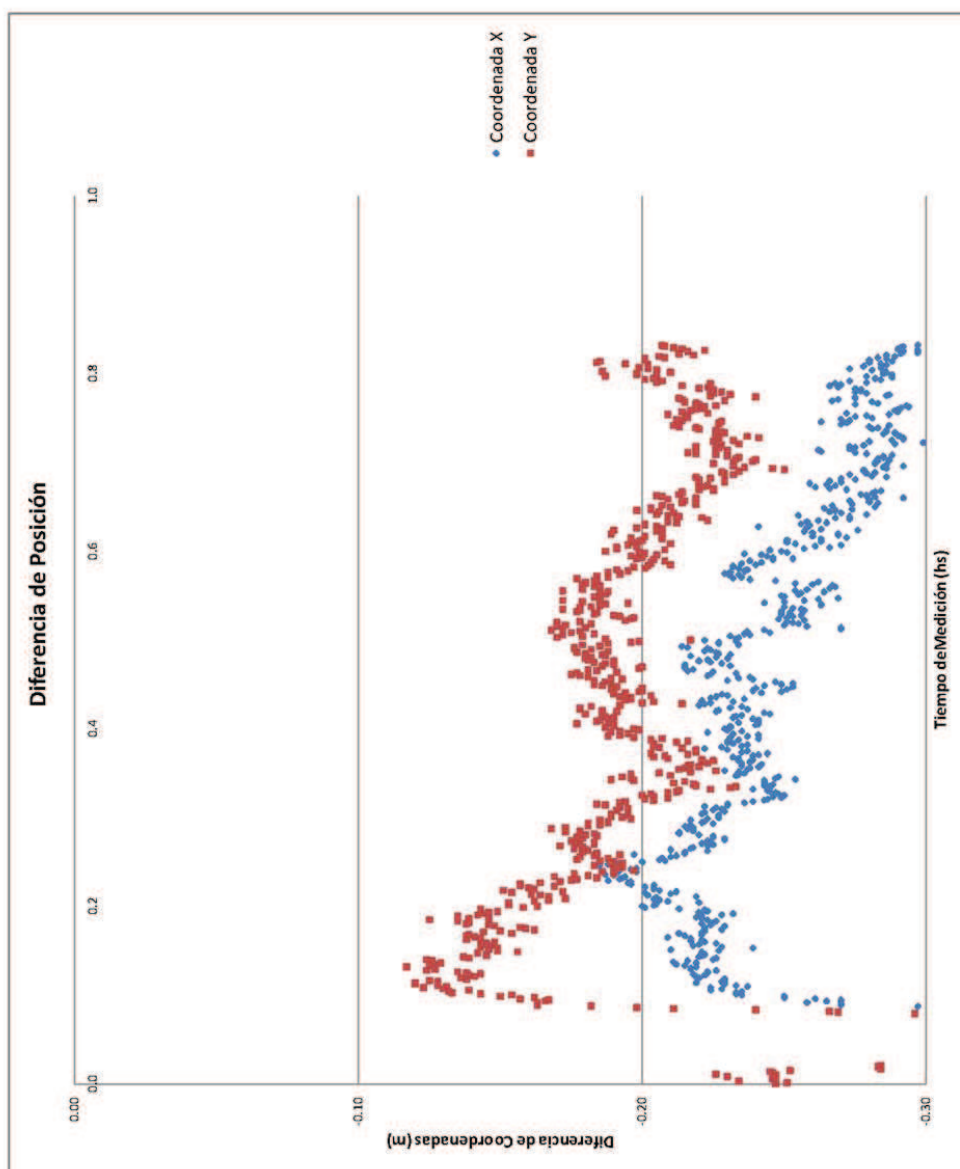
Posicionamiento Diferencial con Fase. UNRO – Melincué (Nodal N°121).

DATOS TECNICOS:

- Receptor Utilizado: Trimble R6.
- Controladora Utilizada: Trimble TSC 3.
- Distancia del Vector: $\cong 100$ km.
- Tipo de Portadora: L1 – L2.
- Tamaño de la Muestra: 600 pares de datos.
- Tipo de Conexión a Internet: Modem Inalámbrico 3G.





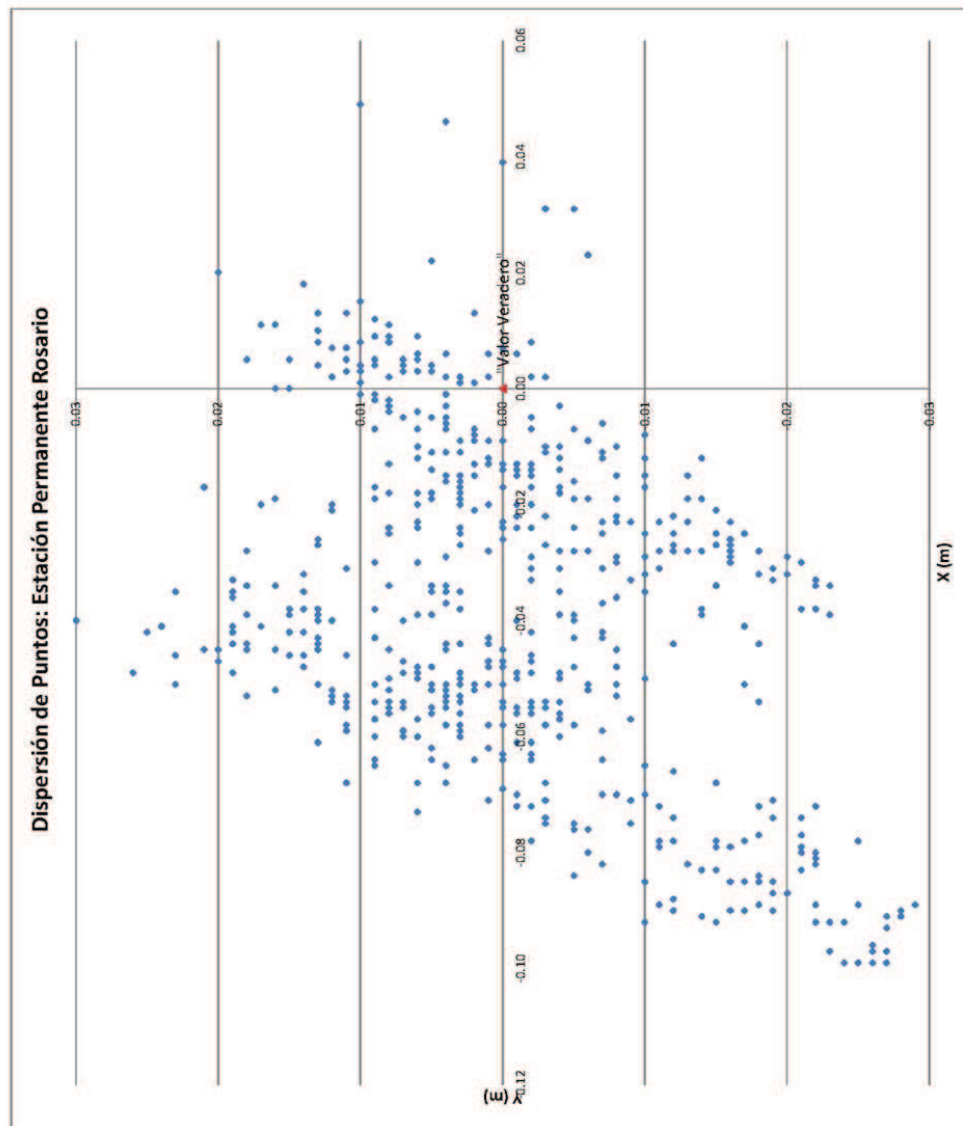


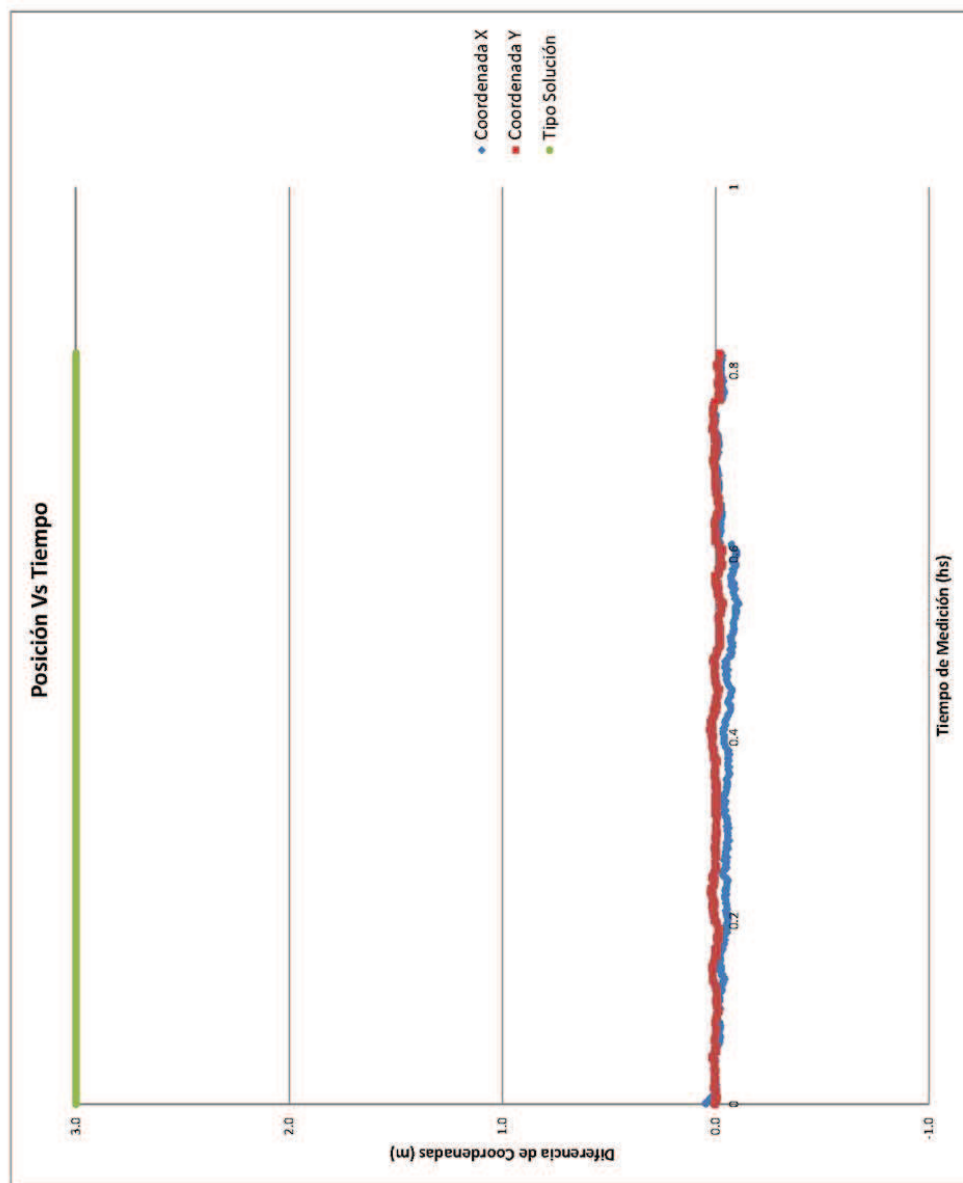
ANEXO E

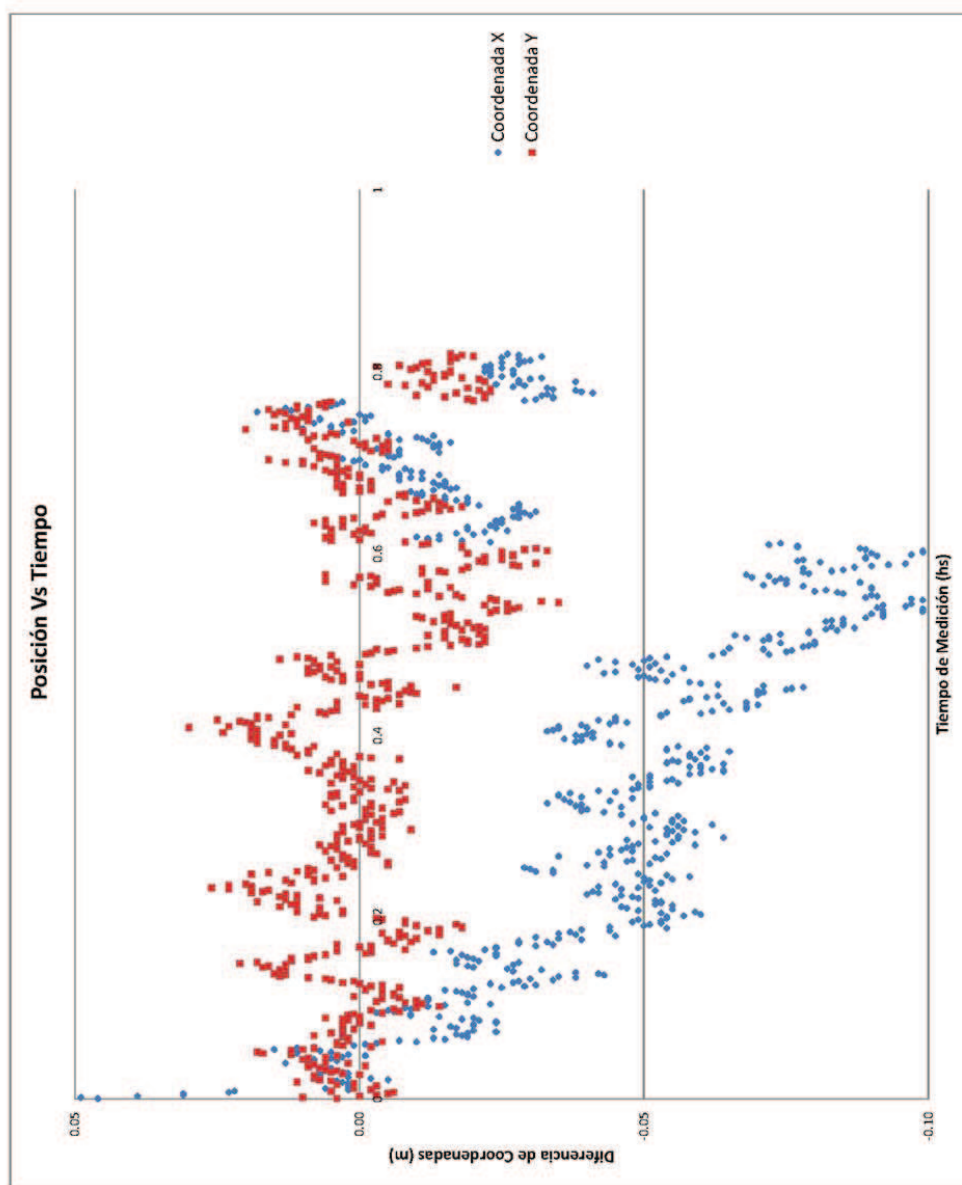
Posicionamiento Diferencial con Fase. UNRO – Casilda. GUAY – Casilda.

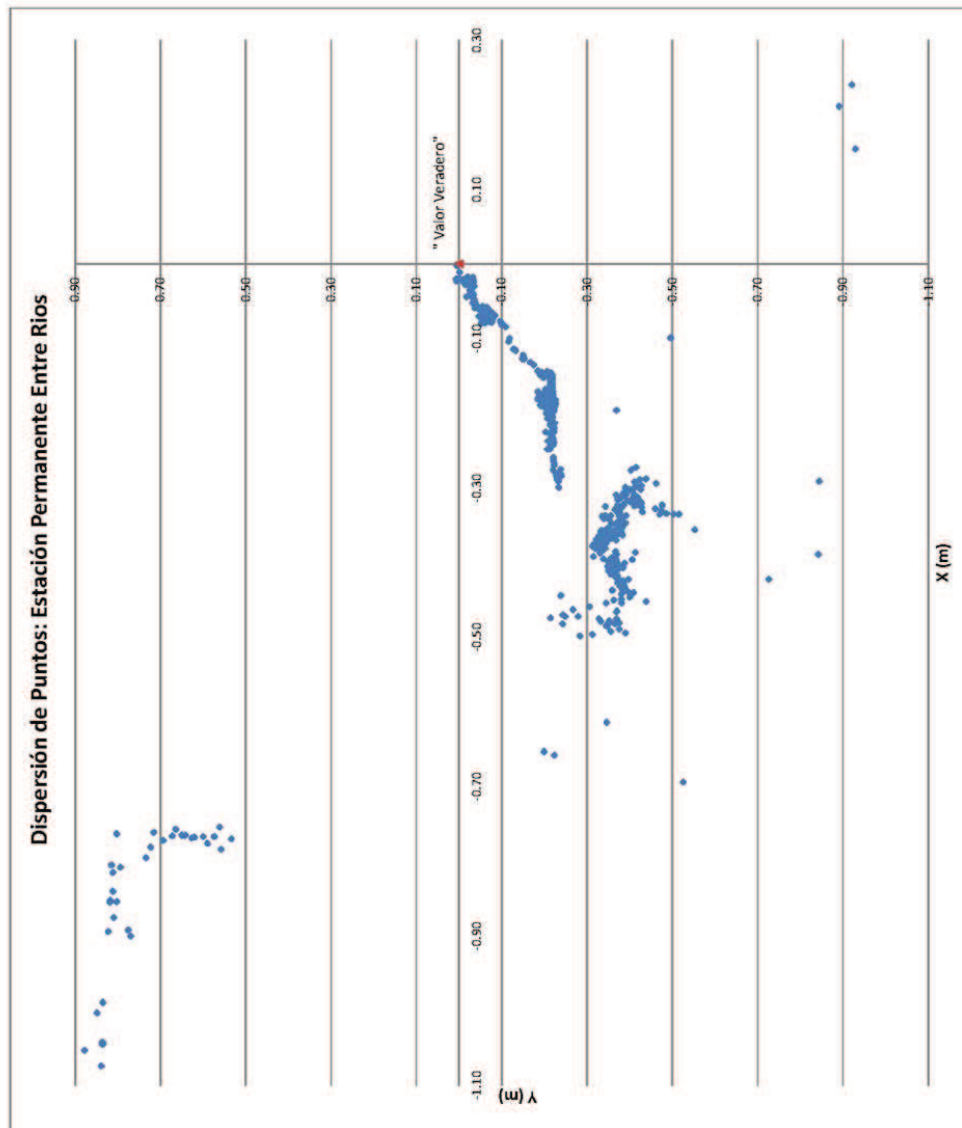
DATOS TECNICOS:

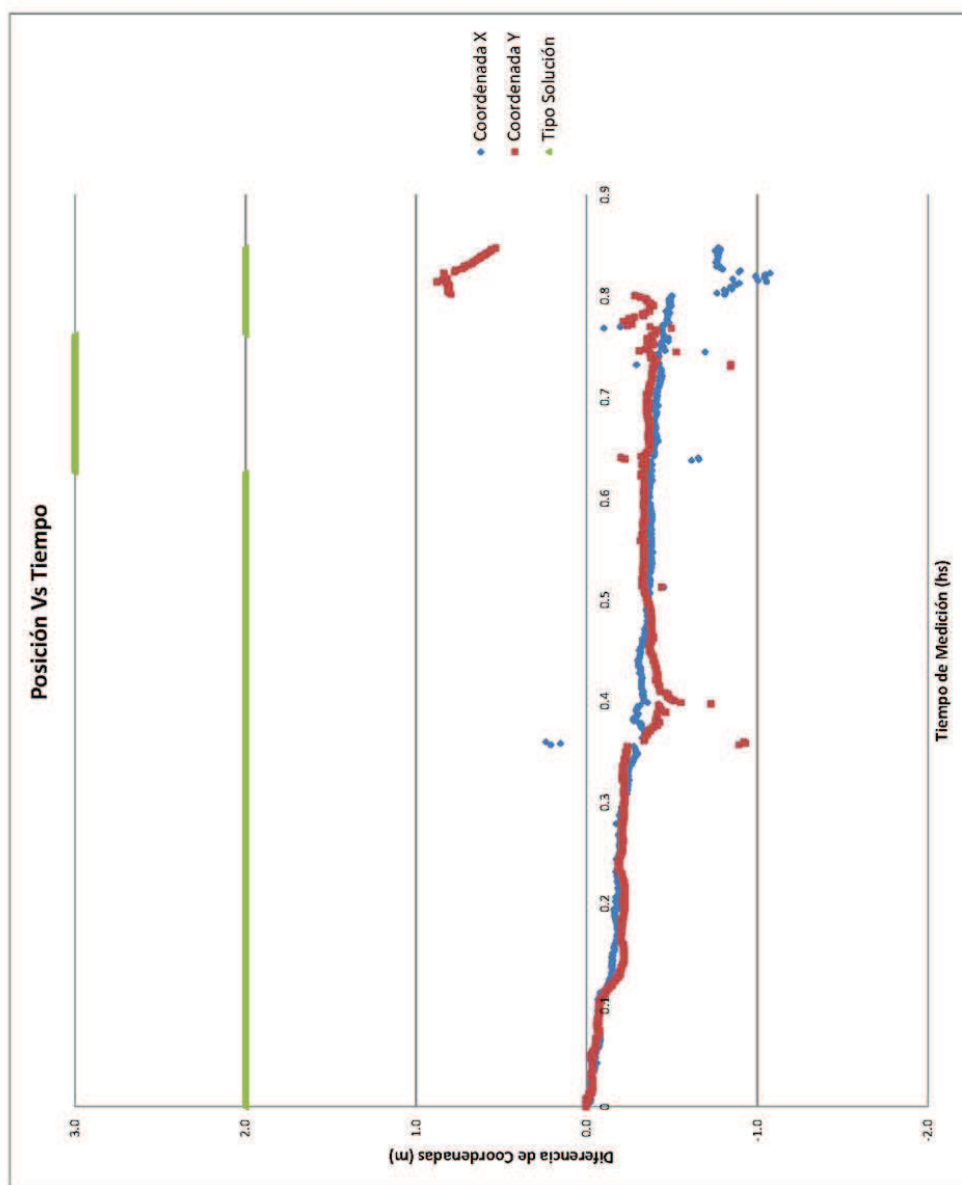
- Receptor Utilizado: Trimble R6.
- Controladora Utilizada: Trimble TSC 3.
- Distancia del Vector: UNRO $\cong$ 50 km – GUAY $\cong$ 250 km.
- Tipo de Portadora: L1 – L2.
- Tamaño de la Muestra: 611 pares de *datos*.
- Tipo de Conexión a Internet: Modem Inalámbrico 3G.

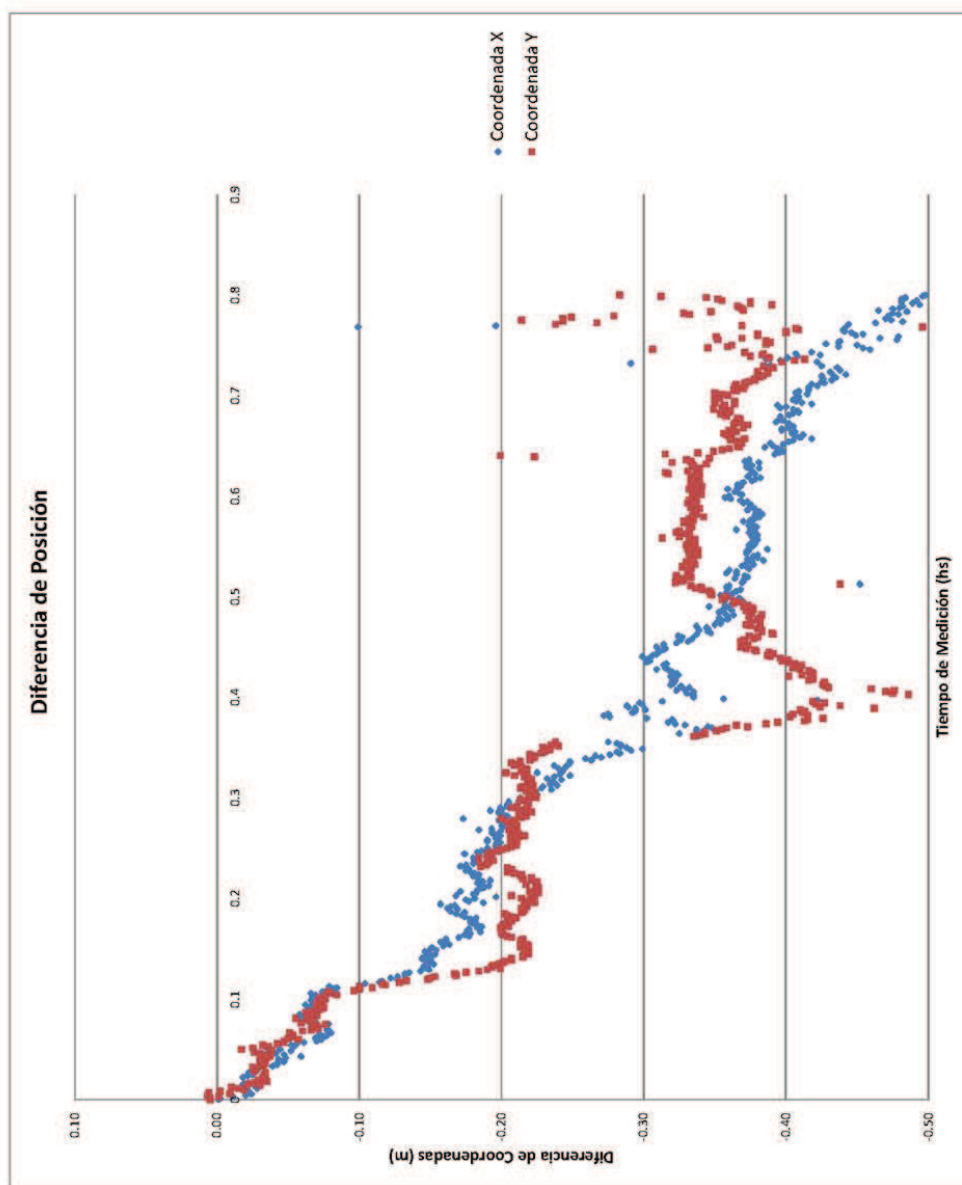










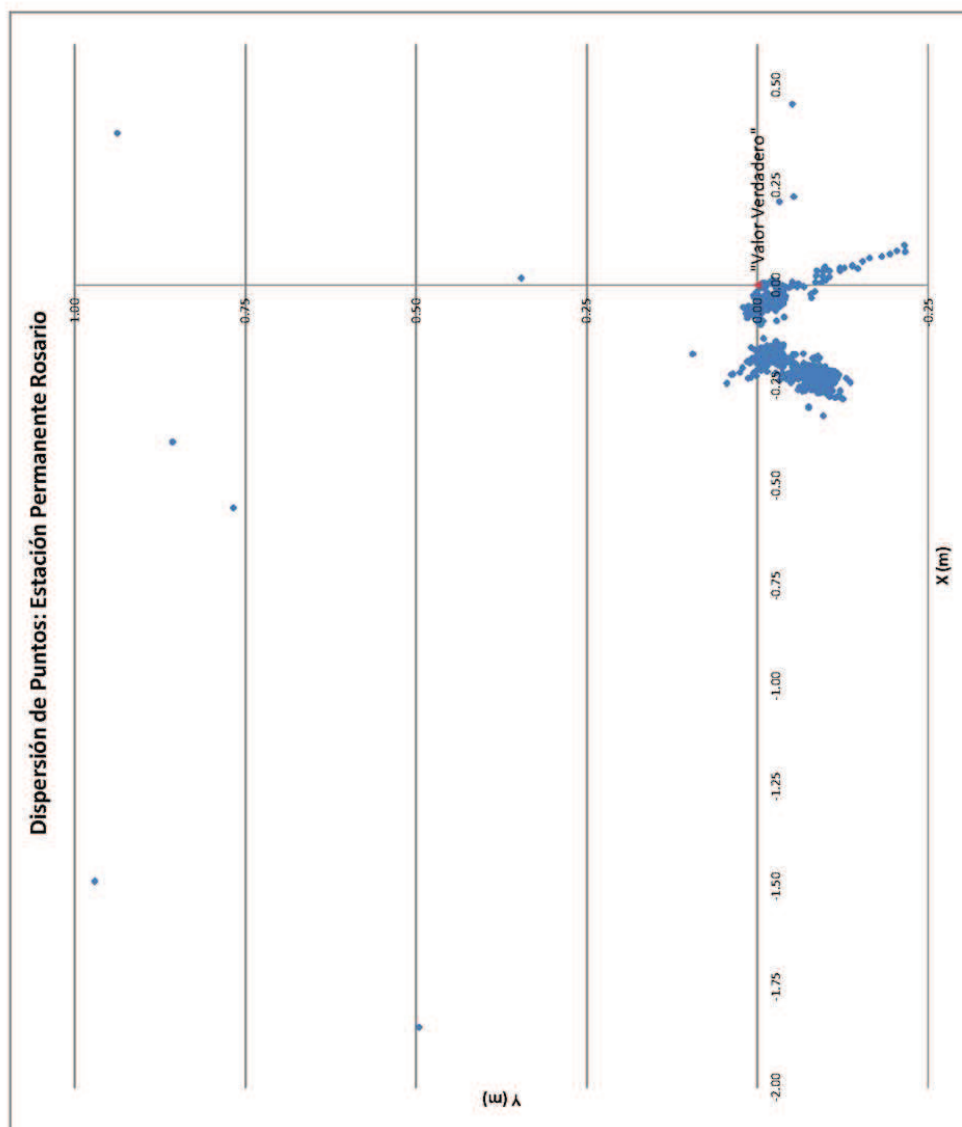


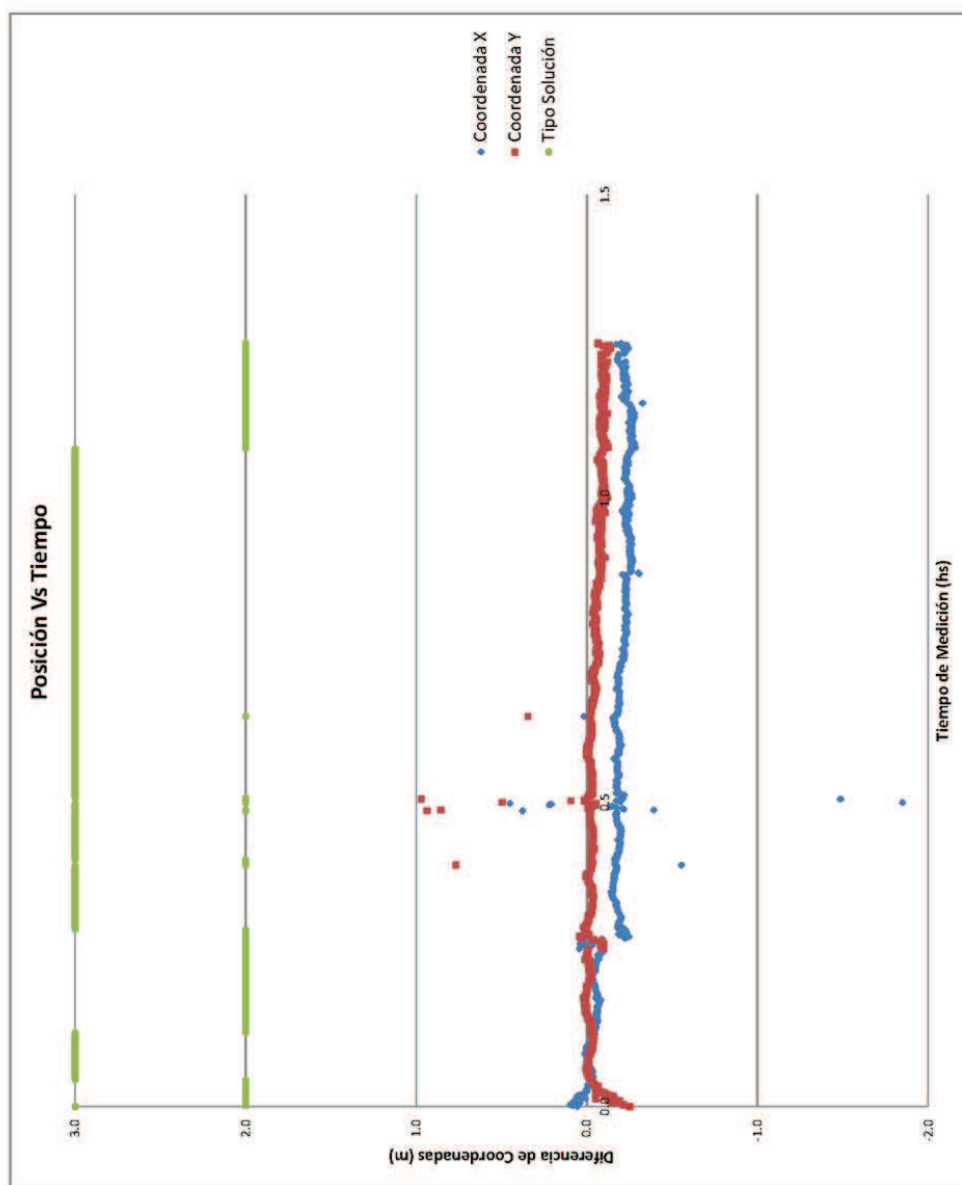
ANEXO F

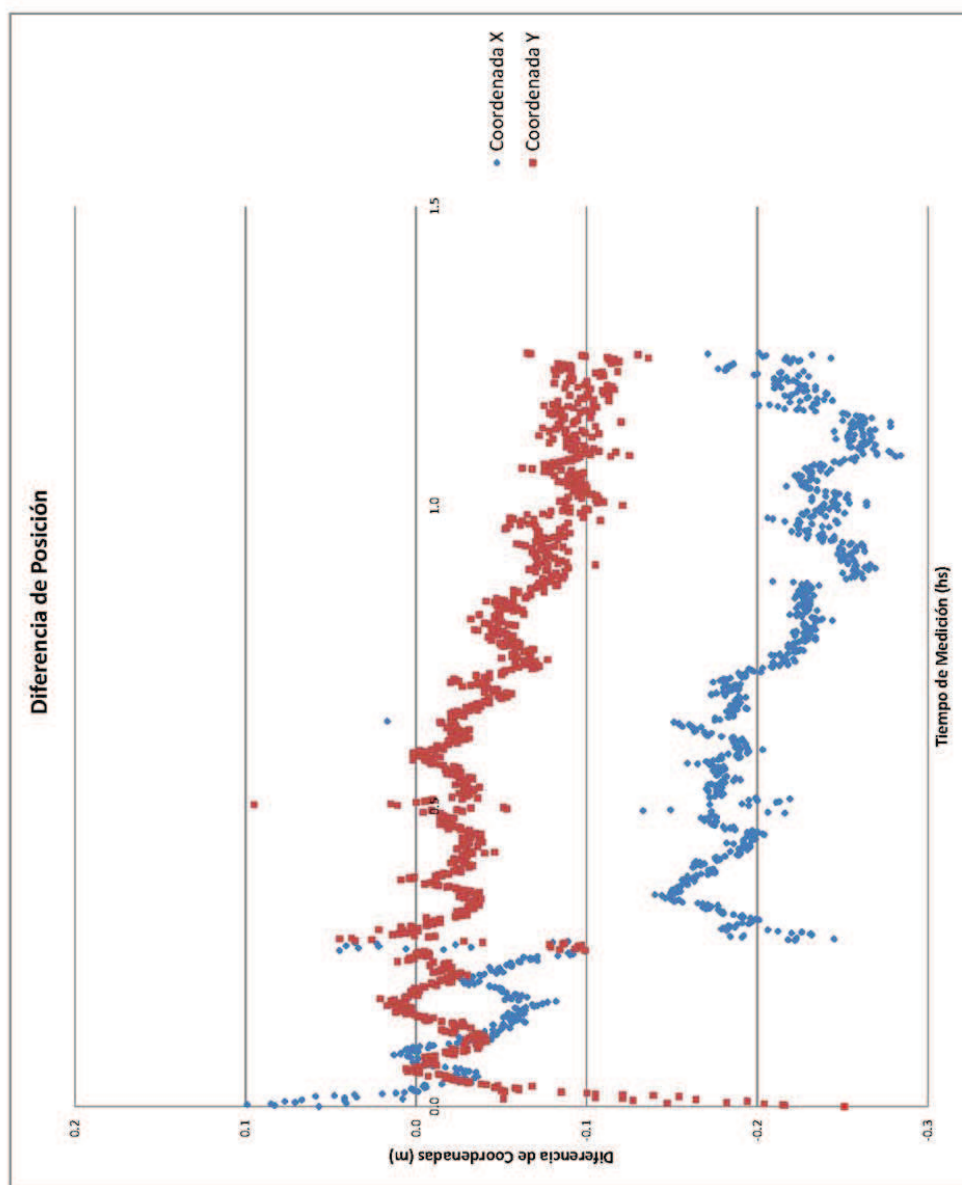
Posicionamiento Diferencial con Fase. UNRO – Cañada de Gómez.

DATOS TECNICOS:

- Receptor Utilizado: Trimble R6.
- Controladora Utilizada: Trimble TSC 3.
- Distancia del Vector: $\cong 70$ km.
- Tipo de Portadora: L1 – L2.
- Tamaño de la Muestra: 905 pares de datos.
- Tipo de Conexión a Internet: Modem Inalámbrico 3G.





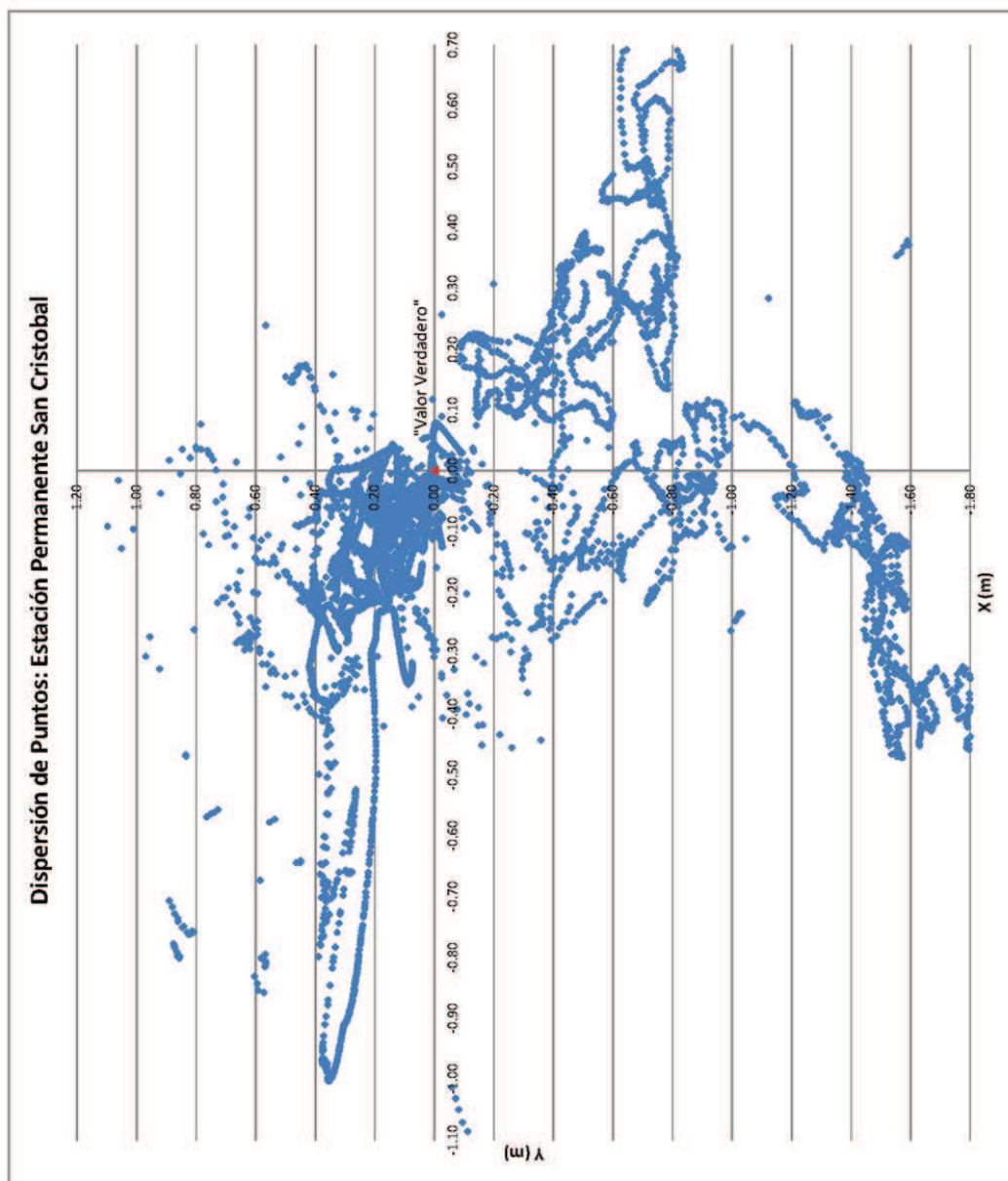


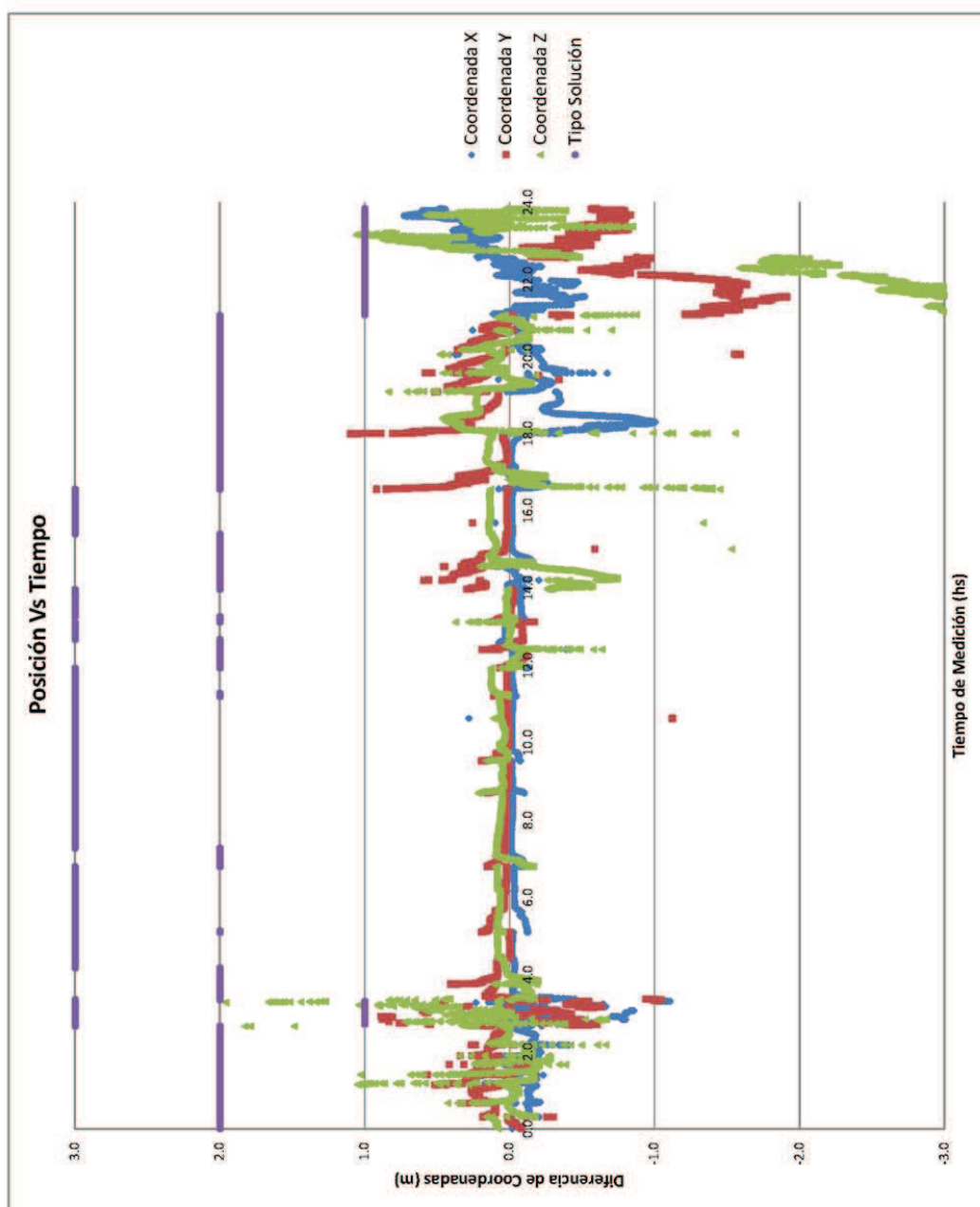
ANEXO G

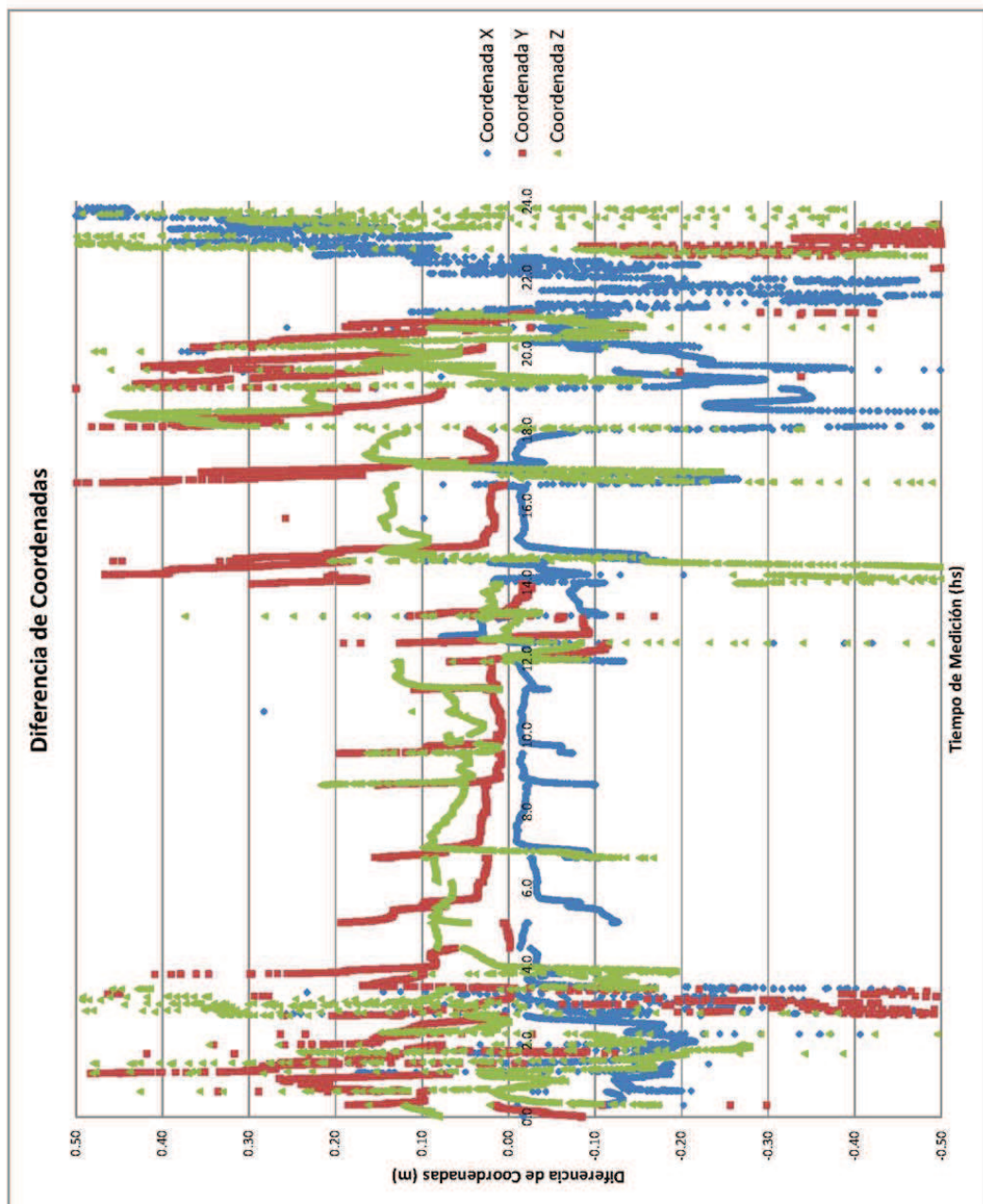
Posicionamiento Diferencial con Fase. SBAL – Rosario.

DATOS TECNICOS:

- Receptor Utilizado: Trimble 5700.
- Controladora Utilizada: GNSS Internet Radio.
- Distancia del Vector: $\cong 298$ km.
- Tipo de Portadora: L1 – L2.
- Tamaño de la Muestra: 17156 pares de datos.
- Tipo de Conexión a Internet: Cable Ethernet.







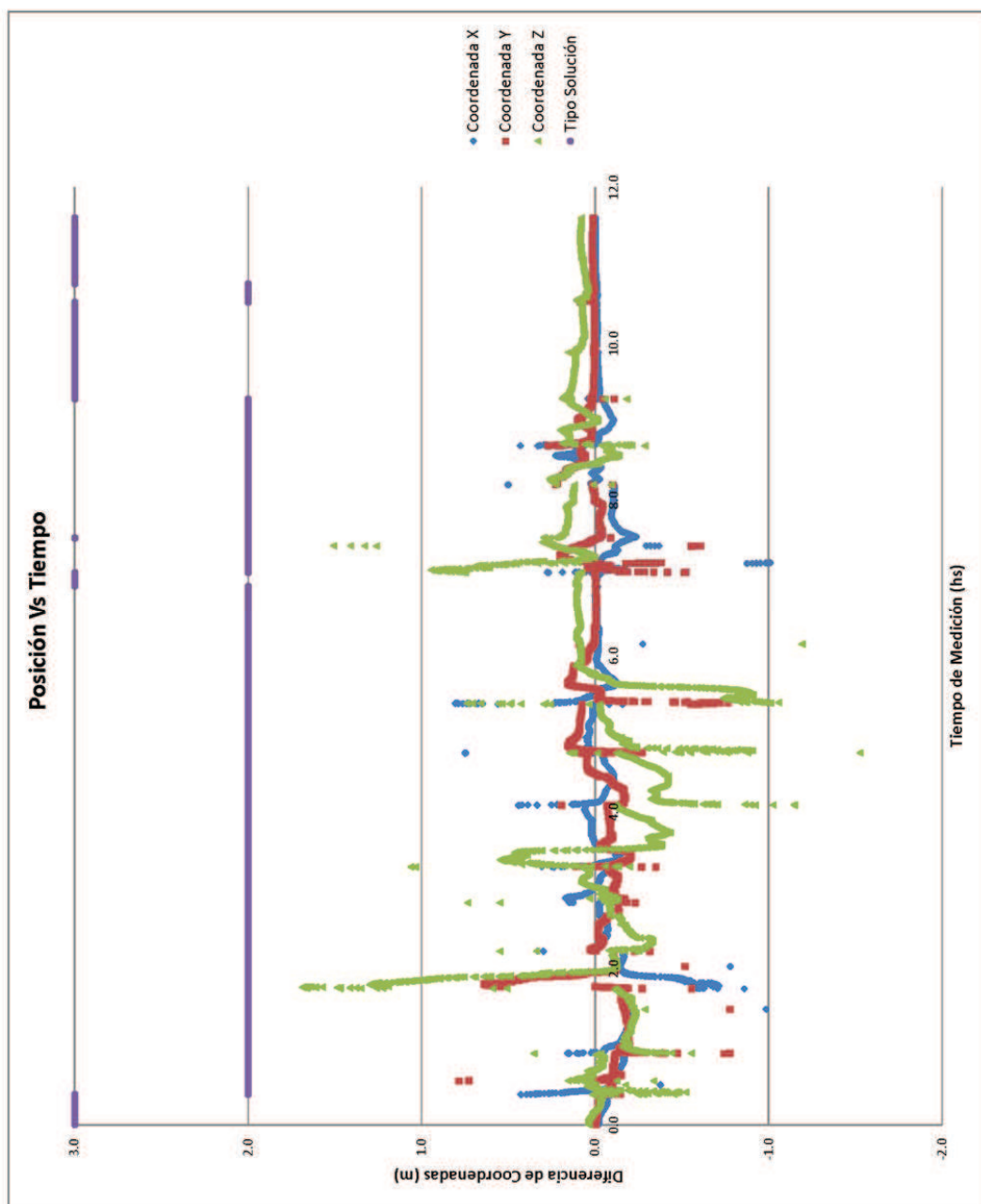
ANEXO H

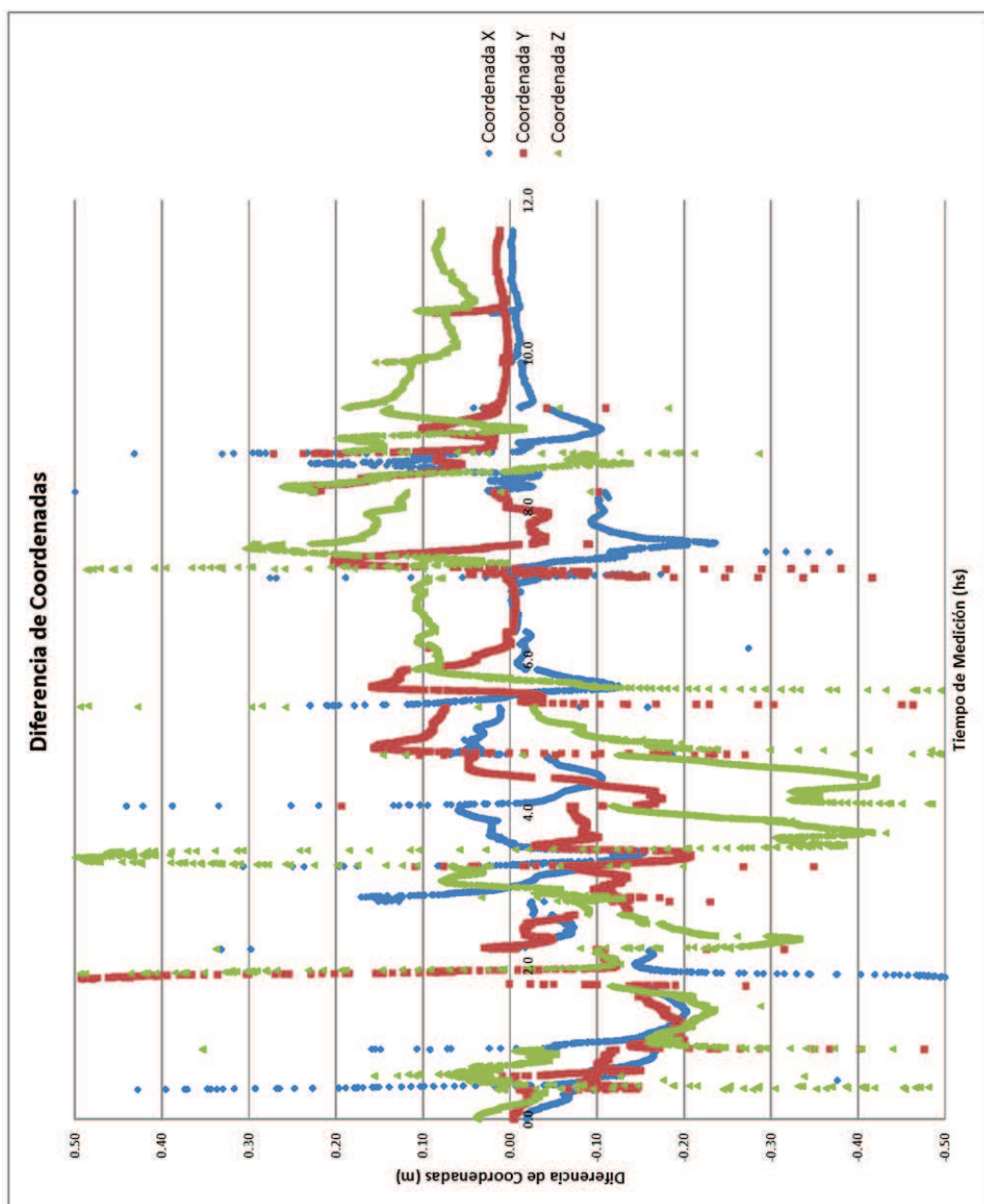
Posicionamiento Diferencial con Fase. GUAY – Rosario.

DATOS TECNICOS:

- Receptor Utilizado: Trimble 5700.
- Controladora Utilizada: GNSS Internet Radio.
- Distancia del Vector: $\cong 196\text{ km.}$
- Tipo de Portadora: L1 – L2.
- Tamaño de la Muestra: 8357 pares de *datos.*
- Tipo de Conexión a Internet: Cable Ethernet.





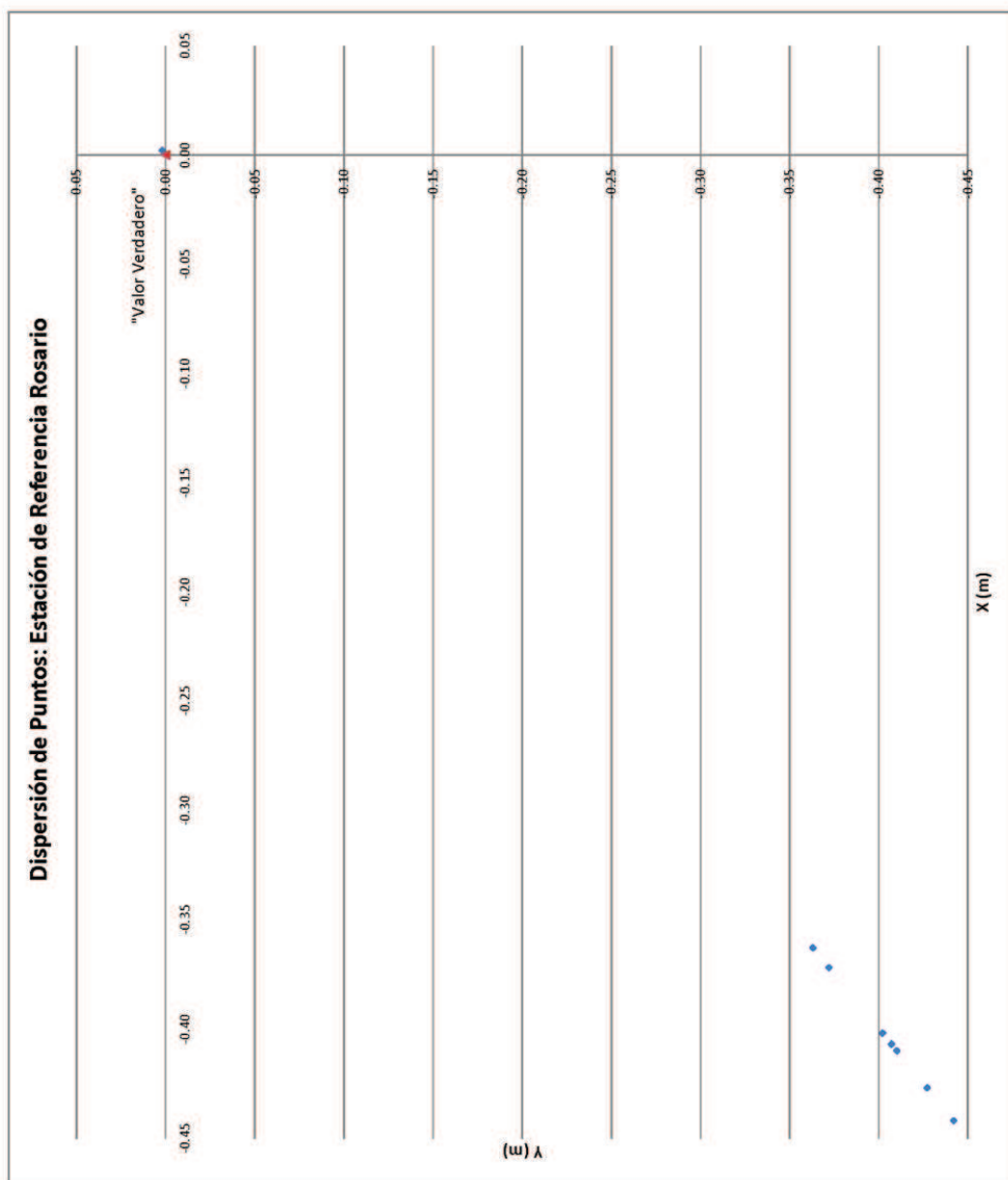


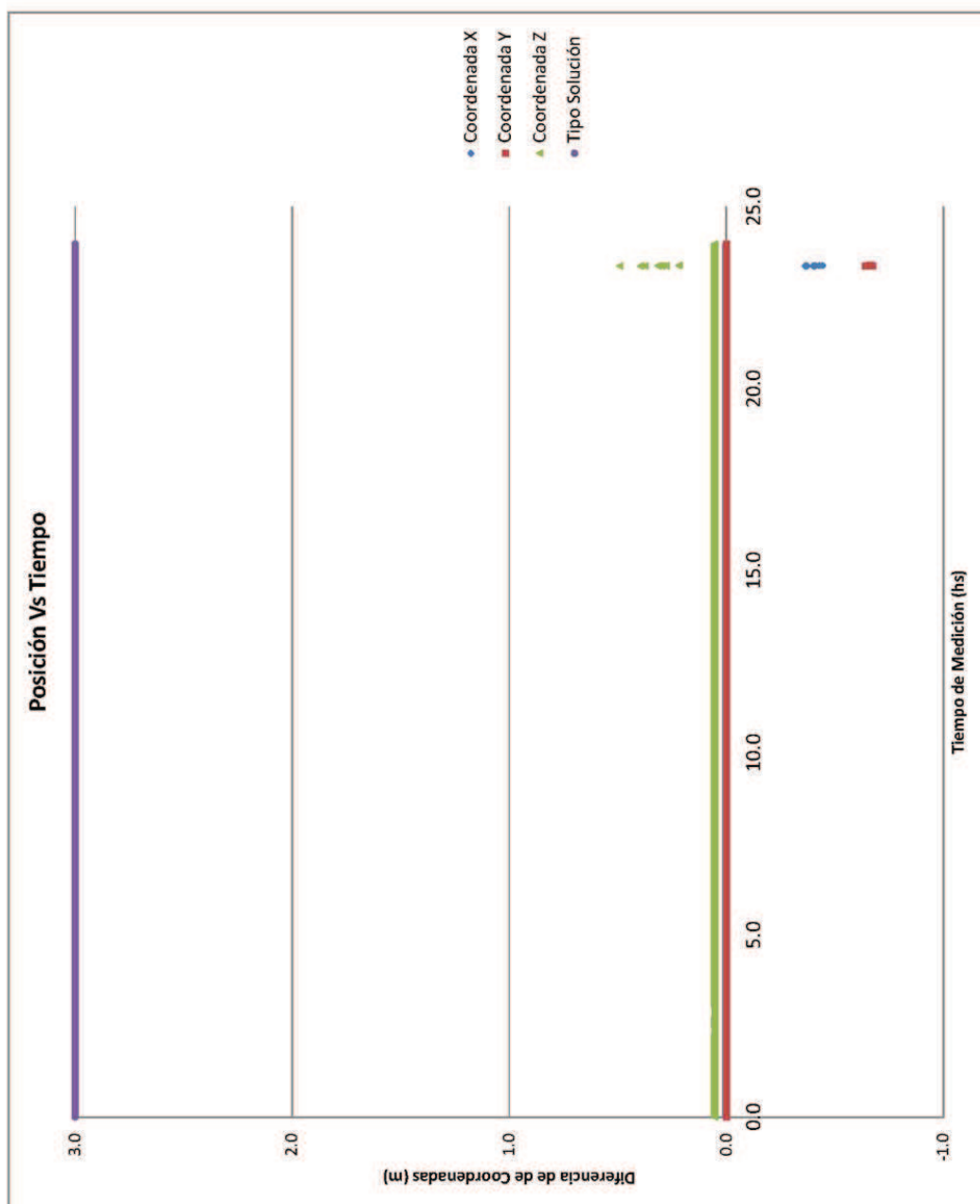
ANEXO I

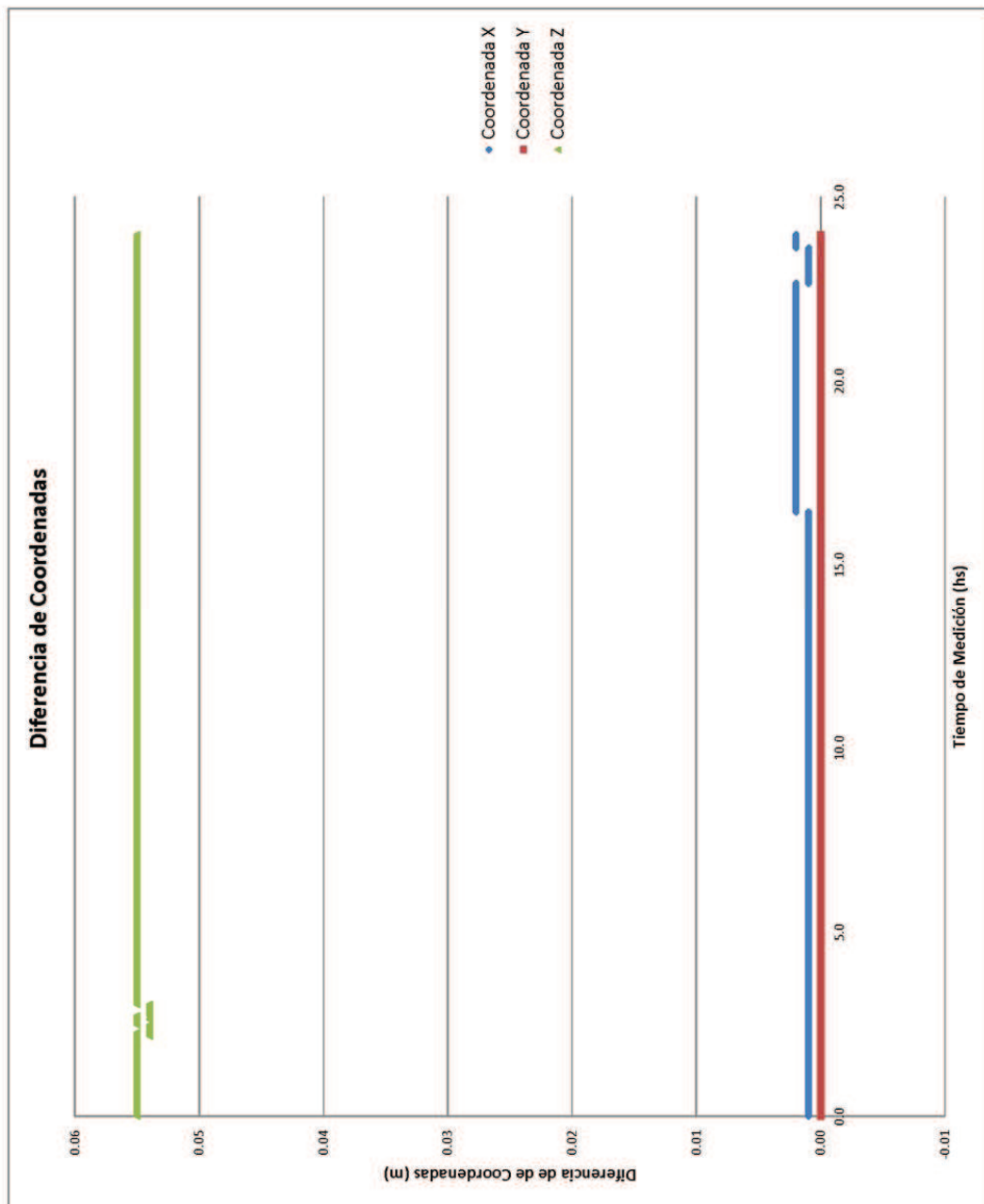
Posicionamiento Diferencial con Fase. UNRO – Rosario.

DATOS TECNICOS:

- Receptor Utilizado: Trimble 5700.
- Controladora Utilizada: GNSS Internet Radio.
- Distancia del Vector: < 50 m.
- Tipo de Portadora: L1 – L2.
- Tamaño de la Muestra: 17622 pares de datos.
- Tipo de Conexión a Internet: Cable Ethernet.







ANEXO J

Resultados Postprocesamiento de Puntos Medidos

Información del proyecto	Sistema de coordenadas
Nombre: Casilda-UNRO-Urbano	Nombre: Por defecto
Tamaño:	Datum: WGS 1984
Modificado/a:	Zona: Por defecto
Número de referencia:	Geoide:
Descripción:	Datum vertical:

Informe de procesamiento de líneas base

Detalles de la sesión

UNRO - 2961 (09:28:41 a.m.-10:30:11 a.m.) (S6)

Observación de líneas base: [UNRO --- 2961 \(B6\)](#)

Procesada: 25/10/2011 05:34:20 p.m.

Tipo de solución: Fijo

Frecuencia de uso: Múltiples frecuencias

Precisión horizontal: 0.015 m

Precisión vertical: 0.024 m

RMS: 0.014 m

Razón: 3.629

Efeméride utilizada: Transmisión

Modelo de antena: Trimble Calibration

Procesando hora de inicio: 23/10/2011 09:28:41 a.m. (Local: UTC-3hr)

Procesando hora de término: 23/10/2011 10:30:11 a.m. (Local: UTC-3hr)

Procesando duración: 01:01:30

Coordenadas del vector

De:	UNRO				
Cuadrícula	Local		Global		
Valor norte	77593.699 m	Latitud	S32°57'33.67055"	Latitud	S32°57'33.67055"
Valor este	77426.631 m	Longitud	O60°37'42.33075"	Longitud	O60°37'42.33075"
Elevación	66.872 m	Altura	66.872 m	Altura	66.872 m
A:	2961				
Cuadrícula	Local		Global		
Valor norte	67707.638 m	Latitud	S33°03'03.38017"	Latitud	S33°03'03.38017"
Valor este	25517.792 m	Longitud	O61°10'59.98743"	Longitud	O61°10'59.98743"
Elevación	94.807 m	Altura	94.807 m	Altura	94.807 m

Información del proyecto	Sistema de coordenadas
Nombre: Casilda-GUAY-Urbano	Nombre: Por defecto
Tamaño:	Datum: WGS 1984
Modificado/a:	Zona: Por defecto
Número de referencia:	Geoide:
Descripción:	Datum vertical:

Informe de procesamiento de líneas base

Detalles de la sesión

UNRO - 2962 (10:33:46 a.m.-11:28:31 a.m.) (S5)

Observación de líneas base: [UNRO --- 2962 \(B5\)](#)

Procesada: 25/10/2011 05:34:24 p.m.

Tipo de solución: Fijo

Frecuencia de uso: Múltiples frecuencias

Precisión horizontal: 0.014 m

Precisión vertical: 0.025 m

RMS: 0.016 m

Razón: 2.120

Efeméride utilizada: Transmisión

Modelo de antena: Trimble Calibration

Procesando hora de inicio: 23/10/2011 10:33:46 a.m. (Local: UTC-3hr)

Procesando hora de término: 23/10/2011 11:28:31 a.m. (Local: UTC-3hr)

Procesando duración: 00:54:45

Coordenadas del vector

De:	UNRO				
Cuadrícula	Local		Global		
Valor norte	77593.699 m	Latitud	S32°57'33.67055"	Latitud	S32°57'33.67055"
Valor este	77426.631 m	Longitud	O60°37'42.33075"	Longitud	O60°37'42.33075"
Elevación	66.872 m	Altura	66.872 m	Altura	66.872 m
A:	2962				
Cuadrícula	Local		Global		
Valor norte	67707.637 m	Latitud	S33°03'03.38022"	Latitud	S33°03'03.38022"
Valor este	25517.792 m	Longitud	O61°10'59.98741"	Longitud	O61°10'59.98741"
Elevación	94.734 m	Altura	94.734 m	Altura	94.734 m

Información del proyecto	Sistema de coordenadas
Nombre: Cañada-UNRO-Urbano	Nombre: Por defecto
Tamaño:	Datum: WGS 1984
Modificado/a:	Zona: Por defecto
Número de referencia:	Geoide:
Descripción:	Datum vertical:

Informe de procesamiento de líneas base

Detalles de la sesión

UNRO - 2972 (08:42:16 a.m.-10:14:51 a.m.) (S8)

Observación de líneas base: [UNRO --- 2972 \(B8\)](#)

Procesada: 25/10/2011 05:34:31 p.m.

Tipo de solución: Fijo

Frecuencia de uso: Múltiples frecuencias

Precisión horizontal: 0.011 m

Precisión vertical: 0.019 m

RMS: 0.026 m

Razón: 2.379

Efeméride utilizada: Transmisión

Modelo de antena: Trimble Calibration

Procesando hora de inicio: 24/10/2011 08:42:16 a.m. (Local: UTC-3hr)

Procesando hora de término: 24/10/2011 10:14:51 a.m. (Local: UTC-3hr)

Procesando duración: 01:32:35

Coordenadas del vector

De:	UNRO				
Cuadrícula	Local		Global		
Valor norte	77593.699 m	Latitud	S32°57'33.67055"	Latitud	S32°57'33.67055"
Valor este	77426.631 m	Longitud	O60°37'42.33075"	Longitud	O60°37'42.33075"
Elevación	66.872 m	Altura	66.872 m	Altura	66.872 m
A:	2972				
Cuadrícula	Local		Global		
Valor norte	93457.834 m	Latitud	S32°49'08.54098"	Latitud	S32°49'08.54098"
Valor este	5332.420 m	Longitud	O61°23'58.54884"	Longitud	O61°23'58.54884"
Elevación	105.338 m	Altura	105.338 m	Altura	105.338 m

Información del proyecto	Sistema de coordenadas
Nombre: Melincué-UNRO-Rural	Nombre: Por defecto
Tamaño:	Datum: WGS 1984
Modificado/a:	Zona: Por defecto
Número de referencia:	Geoide:
Descripción:	Datum vertical:

Informe de procesamiento de líneas base

Detalles de la sesión

UNRO - 2963 (02:10:46 p.m.-03:21:06 p.m.) (S7)

Observación de líneas base:

[UNRO --- 2963 \(B7\)](#)

Procesada: 25/10/2011 05:34:36 p.m.

Tipo de solución: Flotante

Frecuencia de uso: Múltiples frecuencias

Precisión horizontal: **0.240 m**

Precisión vertical: 0.113 m

RMS: 0.011 m

Razón: ?

Efeméride utilizada: Transmisión

Modelo de antena: Trimble Calibration

Procesando hora de inicio: 23/10/2011 02:10:46 p.m. (Local: UTC-3hr)

Procesando hora de término: 23/10/2011 03:21:06 p.m. (Local: UTC-3hr)

Procesando duración: 01:10:20

Coordenadas del vector

De:	UNRO					
Cuadrícula	Local			Global		
Valor norte	77593.699 m	Latitud	S32°57'33.67055"	Latitud	S32°57'33.67055"	
Valor este	77426.631 m	Longitud	O60°37'42.33075"	Longitud	O60°37'42.33075"	
Elevación	66.872 m	Altura	66.872 m	Altura	66.872 m	
A:	2963					
Cuadrícula	Local			Global		
Valor norte	-2403.998 m	Latitud	S33°41'00.17150"	Latitud	S33°41'00.17150"	
Valor este	-766.006 m	Longitud	O61°27'53.28600"	Longitud	O61°27'53.28600"	
Elevación	102.088 m	Altura	102.088 m	Altura	102.088 m	

Información del proyecto	Sistema de coordenadas
Nombre: Melincué-UNRO-Urbano	Nombre: Por defecto
Tamaño:	Datum: WGS 1984
Modificado/a:	Zona: Por defecto
Número de referencia:	Geoide:
Descripción:	Datum vertical:

Informe de procesamiento de líneas base

Detalles de la sesión

UNRO - 2966 (04:03:21 p.m.-05:07:36 p.m.) (S9)

Observación de líneas base: [UNRO --- 2966 \(B9\)](#)

Procesada: 25/10/2011 05:34:41 p.m.

Tipo de solución: Flotante

Frecuencia de uso: Múltiples frecuencias

Precisión horizontal: 0.117 m

Precisión vertical: 0.074 m

RMS: 0.018 m

Razón: ?

Efeméride utilizada: Transmisión

Modelo de antena: Trimble Calibration

Procesando hora de inicio: 23/10/2011 04:03:21 p.m. (Local: UTC-3hr)

Procesando hora de término: 23/10/2011 05:07:36 p.m. (Local: UTC-3hr)

Procesando duración: 01:04:15

Coordenadas del vector

De:	UNRO				
Cuadrícula		Local		Global	
Valor norte	77593.699 m	Latitud	S32°57'33.67055"	Latitud	S32°57'33.67055"
Valor este	77426.631 m	Longitud	O60°37'42.33075"	Longitud	O60°37'42.33075"
Elevación	66.872 m	Altura	66.872 m	Altura	66.872 m
A:	2966				
Cuadrícula		Local		Global	
Valor norte	0.182 m	Latitud	S33°39'42.14039"	Latitud	S33°39'42.14039"
Valor este	0.592 m	Longitud	O61°27'23.52359"	Longitud	O61°27'23.52359"
Elevación	104.867 m	Altura	104.867 m	Altura	104.867 m

6. BIBLIOGRAFIA

- ✓ HUERTA E, MAGIATERRA A, NOGUERA G. (2005). GPS-Posicionamiento Satelital. UNR Editora, Rosario.
- ✓ Ing. ANTONIO MARQUÉZ PRIETO. (2009). Ntrip Herramienta Indispensable para la Cartografía y el Catastro. Nueva York.
- ✓ BKG. Networked Transport of RTCM via Internet Protocol - (Ntrip) - Version 1.0.
- ✓ MARTIN PETERZON. (2004) Distribution of GPS-data via Internet. L A N T M Ä T E R I E T. Gävle.