



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**“IMPLANTACIÓN DE UNA ESTACIÓN PERMANENTE
GNSS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA
PARTICULAR DE LOJA”**

*Tesis de Grado previa
a la obtención del
Título de Ingeniero Civil*

AUTOR:

Carlos Antonio Fárez Buenaño

DIRECTOR:

Ing. Richard Germán Serrano Agila

LOJA – ECUADOR

2010



CERTIFICACIÓN

Ing. Richard Germán Serrano Agila

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICO:

Que he dirigido la presente tesis desde su inicio hasta su culminación, la misma que se encuentra científica y reglamentariamente en condiciones de presentarse para la graduación del postulante.

Por lo expuesto, autorizo su presentación, disertación y defensa.

Loja, Noviembre de 2010.

Ing. Richard Germán Serrano Agila

DIRECTOR DE TESIS



CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Carlos Antonio Fárez Buenaño, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que su parte penitente textualmente dice:
“Forman parte del patrimonio de la Universidad, la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

F.....

El Autor



AUTORÍA

El proceso de investigación realizado en la presente tesis como: análisis, tablas, gráficos, conclusiones y recomendaciones, así como también observaciones son de absoluta responsabilidad del autor.

Además, cabe indicar que la información recopilada para el presente trabajo, se encuentra debidamente especificada en el apartado de las referencias.

Carlos Antonio Fárez Buenaño



DEDICATORIA

A mis padres María y Jaime, por todo el apoyo que he recibido de ellos, a mis hermanos Javier, Byron, Mario y María Cristina, a toda mi familia y amigos que de una u otra manera me dieron confianza y me apoyaron siempre.

Carlos Antonio Fárez Buenaño



AGRADECIMIENTOS

Luego de haber culminado con éxito mi investigación, agradezco al Ing. Richard Germán Serrano Agila, por su invaluable disposición, tiempo, consejo, y constante apoyo durante el desarrollo de este estudio.

Carlos Antonio Fárez Buenaño

Resumen.

GNSS (Global Navigation Satellite System), es el acrónimo que se refiere al conjunto de tecnologías de sistemas de navegación por satélite que proveen de posicionamiento geoespacial con cobertura global de manera autónoma. Los orígenes del GNSS se sitúan en los años 70 con el desarrollo del sistema militar estadounidense GPS (Global Positioning System), destinado al guiado de misiles, localización de objetivos y tropas etc. A través de una red de satélites, un receptor de GNSS es capaz de determinar su posición en cuatro dimensiones (longitud, latitud, altitud, y tiempo), lo que ha dado lugar a multitud de aplicaciones civiles y militares. En este trabajo se estudia el estado del arte de los sistemas GNSS: abordando distintos aspectos de dicha tecnología, así como su composición y funcionamiento, posibles fuentes de error o aplicaciones. Se presentaran también los distintos sistemas existentes en la actualidad y futuros proyectos. Por último, se analizan las organizaciones implicadas en el desarrollo y despliegue de estos sistemas de Redes permanentes GPS como es el SIRGAS y el REGME.



ÍNDICE

	<u>Página</u>
CAPÍTULO 1: PROPÓSITO DEL ESTUDIO	
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Introducción	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4 Antecedentes	3
1.5 Justificación	5
1.6 Metodología	7
CAPÍTULO 2: NOCIONES BÁSICAS DEL SISTEMA GNSS.	
2.1. Introducción	9
2.2. Historia	9
2.3. Principio de funcionamiento	11
2.3.1. Tipos de medidas de distancias	12
a. Desplazamiento doppler	12
b. Pseudodistancias	13
c. Diferencia de fase	14
2.4. Organización de un sistema GNSS	15
2.4.1. El segmento espacial	15
2.4.1.1. Constelación de satélites NAVSTAR GPS	16
2.4.1.2. Constelación de satélites GLONASS	17
2.4.2. El segmento de control	17
2.4.3. El segmento de usuarios	18
2.4.4. La Señal	20
2.4.4.1. La señal GLONASS	20
2.4.4.2. La señal NAVSTAR GPS	20



2.4.5. Mensaje de navegación	21
2.5. Tiempo GPS	22
2.6. Uso del NAVSTAR GPS y el GLONASS conjuntamente	22
2.7. Errores del sistema.	23
2.7.1. Error ionosférico	23
2.7.2. Error atmosférico	23
2.7.3. Disponibilidad Selectiva	24
2.7.4. Error del receptor	25
2.7.5. Error de efemérides del satélite	25
2.7.6. Error de multitrayectoria (multipath)	26
2.8. Aplicaciones	26
 CAPÍTULO 3: ESTACIONES PERMANENTE	
3.1. Introducción	29
3.2. Componentes de una Estación Permanente	30
3.2.1. Ubicación	30
3.2.2. Monumentación	32
3.2.2.1. Características óptimas de una monumentación	32
3.2.2.2. Los parámetros a la monumentación	32
3.2.3. Receptor	35
3.2.4. Antena	36
3.2.5. Software	37
3.3. Formato de Datos	38
3.3.1. Formato Rinex	39
3.3.1.1. El fichero de observaciones	40
3.3.1.2. Los ficheros de navegación	41
3.3.1.3. El fichero de datos meteorológicos	41
3.3.1.4. Nomenclatura de un fichero rinex	42
3.4. Site Log	43
3.5. RED DE ESTACIONES GPS PERMANENTES	43



3.5.1. SIRGAS	44
3.5.1.1. Objetivo	44
3.5.2. REGME	45
3.5.2.1. Objetivo	45
3.5.2.2. Ubicación	46
CAPÍTULO 4: ESTACIÓN GNSS PERMANENTE LJEC	
4.1. Introducción	48
4.2. Ubicación	49
4.3. Monumentación	50
4.4. Equipos	53
4.4.1. Receptor	53
4.4.2. Antena	55
4.5. Sitio Web	57
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1. Introducción	61
5.2. Conclusiones	61
5.3. Recomendaciones	62
BIBLIOGRAFÍA	64
ANEXOS	
ANEXO 1: Calendario GPS 2009	67
ANEXO 2: Calendario GPS 2010	70
ANEXO 3: Calendario GPS 2011	73
ANEXO 4: Como elaborar un calendario de las semanas GPS.	76
ANEXO 5: LJEC Site Information Form site log	77
ANEXO 6: Información de la estación GNSS permanente LJEC	84



CAPÍTULO 1

PROPÓSITO DEL ESTUDIO

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los problemas que normalmente se tiene en el campo de la Ingeniería Civil es el tiempo que tarda la obtención y la poca precisión de medidas de campo. Por ejemplo: de levantamientos topográficos, de puntos de apoyo, de redes de referencia en grandes obras civiles, de las actualizaciones catastrales, de los ejes de las vías de comunicación, de los cursos de agua, etc. Además la poca precisión genera contratiempos que obligan a la repetición de la actividad, lo que viene a afectar directamente al precio final de la obra.



1.2 INTRODUCCIÓN

Actualmente el concepto de Sistemas de Posicionamiento Global se refiere no solo al sistema GPS, sino también al conjunto de todos los sistemas de posicionamiento global como son **GLONASS** (GLObal NAVigation Satellite System), **EGNOS** (European Geostationary Navigation Overlay System), **WASS** (Wide Area Surveillance Satellite), **MSAS** (MTSAT Satellite based Augmentation System) y el futuro **GALILEO** (proyecto europeo para el desarrollo de un sistema de navegación global por satélite), denominándose todo este conjunto sistema **GNSS** (Global Navigation Satellite Systems).

Las aplicaciones de una red geodésica de estaciones permanentes GNSS es muy diversa en cuanto a las precisiones de los resultados perseguidos, variando desde precisiones milimétricas (estudios geodinámicos) a precisiones mayores que el metro (navegación). Sin embargo la calidad en las prestaciones que ofrece la red ha de ser la máxima posible.

En la actualidad, tanto la calidad de las coordenadas geodésicas obtenidas para una estación como la de las correcciones diferenciales que se suministran de la misma, dependen de la ubicación de la estación y de la recepción de la señal emitida por los satélites. Por esta razón el control de calidad de una red geodésica permanente GNSS se realiza a partir del análisis de los factores que dependen de la ubicación de la estación y del análisis de la señal recibida.



1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Implantación de una estación permanente GNSS en el campus de la Universidad Técnica Particular de Loja.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Crear un link de ingreso por internet a la estación.
- Cargar información académica relacionada a GPS y GNSS en el portal web creado para la estación permanente GNSS LJEC.
- Redirigir a través del portal web de la estación permanente GNSS LJEC al sitio de descargas de datos semanales de la estación LJEC.

1.4 ANTECEDENTES

El Instituto Geográfico Militar (**I.G.M**), como organismo rector de la cartografía en el Ecuador, se ha propuesto el objetivo de establecer y mantener un Marco Geodésico de Referencia (Datum Geodésico) moderno y compatible con las técnicas de medición disponibles en la actualidad, como lo son: NAVSTAR-GPS, GLONASS y en un futuro cercano GALILEO.

Con este objetivo propuesto, el I.G.M. con el apoyo de instituciones públicas y privadas del país, ha establecido la **REGME** (Red GNSS de monitoreo continuo del Ecuador), que es un conjunto de estaciones **GNSS** (GPS+GLONASS) de monitoreo continuo, enlazadas a la



Red Geodésica Nacional y la Red Continental **SIRGAS-CON** (www.sirgas.org), que captan datos GPS las 24 horas de los 365 días del año, proporcionando información necesaria para realizar el procesamiento diferencial de información GPS, sin necesidad de salir al campo para la colocación de bases GPS, que muchas veces generan problemas de logística y accesibilidad a los puntos; así como, aumento del presupuesto.

Actualmente, la **REGME** está conformada por 8 estaciones: Quito (QUI1), Riobamba (RIOP), Galápagos (GLPS), Portoviejo (PTEC), Guayaquil (GYEC), Cuenca (CUEC), Loja (LJEC) y Esmeraldas (ESMR), distribuidas a lo largo del territorio nacional.

Las Instituciones que han apoyado al IGM en la ejecución de este proyecto son las siguientes:

- Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas SIRGAS. www.sirgas.org
- Ilustre Municipalidad de Cuenca. (Estación CUEC).
www.municipalidadcuenca.gov.ec
- ETAPA. (Estación CUEC). www.etapa.net.ec
- Universidad Técnica Particular de Loja. (Estación LJEC). www.utpl.edu.ec
- CLIRSEN. (Estación GYEC). www.clirsen.com
- COMIL No. 7. (Estación PTEC). www.comil.edu.ec



- Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. (Estaciones RIOP y ESMR).

www.igepn.edu.ec

- National Geospatial - Intelligence Agency (Estación QUI1). *www.nga.mil*

Actualmente la estación (QUI1) se encuentra inactiva.

Actualmente, los objetivos del proyecto SIRGAS apuntan a una total integración regional, al establecimiento, mantenimiento y procesamiento de “redes de estaciones GNSS de monitoreo continuo” instaladas en el continente y a la definición y adopción de un datum vertical único para América del Sur.

1.5 JUSTIFICACIÓN

Disponer de una red de estaciones **GNSS** (Global Navigation Satellite Systems) permanentes se ha convertido en un pilar básico para el desarrollo de aplicaciones **GNSS** en un territorio.

La contribución de una red **GNSS** al territorio es mucho más amplia, representa la materialización de un sistema de referencia de orden cero con la consecuente mejora en la precisión de las coordenadas absolutas de toda la red geodésica establecida anteriormente; posibilita la determinación de geoides locales; permite la determinación de correcciones ionosféricas con precisión centimétrica; sirve de apoyo a estudios climáticos y meteorológicos mediante la determinación de modelos troposféricos, etc.



Una de las comunidades beneficiadas con este proyecto es la científica nacional que podrá contar con datos de precisión y control sobre la deformación de la corteza terrestre, la comunidad de topógrafos en el país, incluyendo el Instituto Geográfico Nacional se verán beneficiados al contar con puntos fijos de control para sus mediciones de catastro, curvas de nivel, cartas geográficas y topografía en general.

Indirectamente se beneficiará la población de las zonas altamente sísmicas en el país al contar los científicos con mejores mediciones de las tasas de deformación de la corteza, grados de acoplamiento y tasas de acumulación de energía elástica en las fallas activas.

Por lo tanto una estación **GNSS**, permite tener fácil acceso a la información, necesaria para analizar el comportamiento de una determinada zona con respecto a su posición en el tiempo, su comportamiento atmosférico, entre otros; además proporciona importante información empleada en cartografía, y otros trabajos de ingeniería que involucren datos geo referenciados. Además podrá ser parte de las redes locales y futuras investigaciones.

Los Beneficios para la Universidad Técnica Particular en lo que se refiere a la educación podrá enseñar a las futuras generaciones el manejo de esta tecnología y sus diferentes aplicaciones.

Con la estación permanente la Universidad podrá emprender proyectos de investigación como por ejemplo: el comportamiento de la corteza terrestre en la ciudad de Loja, monitorear las diferentes fallas geológicas existentes en la ciudad, etc.



La Universidad estará en capacidad de brindar un servicio topográfico de calidad y precisión, además de brindar la información a los usuarios que se interesen por los datos recopilados por la estación permanente LJEC.

1.6 METODOLOGÍA

La metodología empleada consiste en:

Recolectar información sobre los criterios para la Implantación de una estación permanente GNSS de fuentes bibliográficas, bases de datos, internet, organismos gubernamentales de carácter nacional e internacional, organismos internacionales, instituciones de investigación, universidades, asesoría de los docentes de las áreas involucradas, etc.

Para la transferencia y almacenamiento de los datos se utiliza un servidor FTP.

Un servidor FTP es un programa que se ejecuta en un servidor conectado normalmente en Internet (aunque puede estar conectado en otros tipos de redes, LAN, MAN, etc.). La función del mismo es permitir el traslado de datos entre diferentes servidores u ordenadores.

Para la colación de la antena de la estación permanente se construyó un monumento anclado a la terraza del tercer piso del edificio de CITTES, para ellos se utilizó una estructura mixta de Acero y concreto de 2 m de altura y un dispositivo de centrado forzoso. La estructura de Acero se la pinto con una pintura anticorrosiva para protegerla, también se colocó una placa de identificación en un costado y se identificaron los 4 puntos cardinales en las caras de la estructura metálica. Ver la **Figura. 1.1.**



Figura. 1.1. Monumentación



CAPÍTULO 2

NOCIONES BÁSICAS DEL SISTEMA GNSS.

2.1 Introducción.

Los sistemas GNSS (Global Navigation Satellite Systems) como el NAVSTAR GPS, GLONASS y el reciente GALILEO (aún en desarrollo) son un conjunto de satélites artificiales que proporciona a los usuarios información de gran precisión utilizada para el posicionamiento y localización (coordenadas geográficas), las 24 horas y en todas las condiciones climatológicas, de un punto en cualquier parte del mundo.

2.2 Historia

El concepto de sistema GPS nace en los años 70 con el desarrollo del sistema estadounidense NAVSTAR-GPS, que se usó exclusivamente para fines militares y cuyo



control estaba a cargo del Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

Luego de unos años el Gobierno de los Estados Unidos encarga realizar una serie de estudios con el fin de analizar la conveniencia de utilizar la tecnología con fines civiles.

El gobierno de los Estados Unidos alcanza numerosos acuerdos con distintos países de todo el mundo cuando esta tecnología empieza a utilizarse con fines civiles. Siendo el sistema NAVSTAR GPS hasta ese entonces el único sistema de navegación por satélite plenamente operativo, y debido a que el gobierno Ruso decide no seguir adelante con el sistema GLONASS, los estadounidenses tienen en este período el control de los sistemas de posicionamiento con sus satélites.

Es por esta razón que la preocupación de que la señal emitida por el sistema estadounidense pueda ser distorsionada o deje de emitir en caso de un conflicto o guerra entre países, generó la necesidad para los demás países de tener su propio sistema de navegación por satélite, que les permita de manera autónoma disponer de esta tecnología sin dependencia de los EEUU.

En la actualidad podemos hablar de cuatro sistemas:

- El Sistema Global de Posicionamiento con ayuda de Satélites de la constelación americana **NAVSTAR** (*NAVigation System by Timing And Ranging*) recibe el nombre de Sistema de Posicionamiento Global o **GPS**.
- El Sistema de Navegación Global con Satélites rusos se le llama **GLONASS**.
- El próximo sistema de navegación Europeo, **GALILEO**, parecido al GPS, pero



con tecnología más fiable, y de uso más abierto.

- El sistema de navegación **Beidou** es un proyecto desarrollado por la República Popular de China para obtener un sistema de navegación por satélite.

China está también asociada con el proyecto **GALILEO**. Estos sistemas en la actualidad emplean **Sistemas de Aumentación de la Precisión (SBAS)** para mejorar sus precisiones. Existen en la actualidad tres iniciativas localizadas en tres continentes que emplean satélites geoestacionarios para este fin:

- **EGNOS** (*European Geostationary Navigation Overlay Service*) en Europa.
- **WAAS** (*Wide Area Augmentation System*) en EEUU.
- **MSAS** (*Multi-functional Satellite Augmentation System*) en JAPÓN.

Estos sistemas ofrecen datos de uno o más sistemas GNSS. Por ejemplo EGNOS utiliza las señales del GPS y del GLONASS y otros satélites geoestacionarios para mejorar la precisión, integridad y disponibilidad de datos para navegación.

2.3 Principio de funcionamiento

El funcionamiento de los sistemas de navegación por satélite se basa en la medida de las distancias existentes entre el receptor cuya posición se quiere determinar y un conjunto de satélites cuya posición se conoce con gran precisión. Este proceso es muy conocido en el entorno topográfico pues se conoce como Trilateración inversa 3D. Para medir estas distancias existen tres métodos: medida del desplazamiento Doppler, medida



basada en retardos temporales o medida por pseudodistancias, y medidas basadas en diferencia de fase.

2.3.1 Tipos de medidas de distancias

a) Desplazamiento doppler

El desplazamiento Doppler es la variación aparente entre el valor de la frecuencia en función de la velocidad de acercamiento/alejamiento de la fuente emisora. Y se calcula con la ecuación 1.

Para entender mejor el concepto del desplazamiento Doppler pongamos por ejemplo, que una fuente emisora de un tren de ondas (un carro, una moto, etc.) se acerca a un observador, entonces la frecuencia recibida es aparentemente mayor que la real. Y si se aleja del observador, entonces la frecuencia es menor.

$$\Delta F = \frac{V_r}{V_o}; \quad [1]$$

Siendo:

ΔF = Variación de Frecuencia

V_r = Velocidad radial de alejamiento/ acercamiento

V_o = Velocidad propagación onda

Debido a la altitud (20.000 Km) y período (12 horas) de los satélites, la variación de la distancia en función del tiempo es lenta, ya que los satélites son aparentemente lentos.



A pesar de que este sistema permite un posicionamiento rápido ya que siempre hay varios satélites a la vista, pero se trata de un posicionamiento impreciso, aunque es una buena base de partida para empezar con un posicionamiento por pseudodistancias.

b) Pseudodistancias.

Este método de las Pseudodistancias es exclusivo de la técnica GPS, este tipo de medida permite un posicionamiento continuo en tiempo real.

A continuación se explica cómo se calcula esta medida:

La pseudodistancia se obtiene calculando el tiempo que tarda una señal electromagnética emitida por el satélite en llegar hasta el dispositivo receptor, multiplicándolo por la velocidad de la luz.

Para calcular el tiempo que tarda la señal del satélite hasta el receptor, el satélite emite un código mientras que el receptor genera una réplica exacta, dado que tiene en su memoria la estructura de este código. Entonces compara el código transmitido por ambos, y comprueba si están sincronizados como se muestra en la **Figura. 2.1**.



Figura. 2.1. Comparación del código

Tomado de: Juan Córdoba., Implantación de una Estación GPS Permanente, pág. 09., el 14-04-2010.



El módulo receptor empieza a retardar la emisión de la señal del GPS hasta lograr la perfecta sincronización con la señal que viene del satélite, y el tiempo de retardo necesario para sincronizar ambas señales es igual al tiempo de viaje de la señal proveniente del satélite.

Esta pseudodistancia no será la existente realmente, ya que, no se conoce el estado del reloj del receptor (el estado del reloj del satélite es conocido por el mensaje de navegación). Es por eso que el valor encontrado no es una distancia sino una pseudodistancia.

c) Diferencia de fase.

La base del método es que se controla en base a una emisión radioeléctrica realizada desde el satélite con frecuencia y posición conocida. Este método permite una precisión máxima.

Este método consiste en observar continuamente la evolución del desfase entre la señal recibida y la generada en el receptor; el observable es el desfase, y éste cambia según lo hace la distancia entre el satélite y el receptor.

Al llegar la onda portadora a la antena habrá recorrido una distancia (D), correspondiente a un cierto número entero N de sus longitudes de onda, más una cierta parte de longitud de onda ($\Delta\phi$).

$$D = \lambda(N + \Delta\phi) \quad [2]$$



Como el $\Delta\phi$ de la ecuación 2, se puede medir con una precisión del 1% y la longitud de onda de la portadora L1 es de 20 centímetros, la resolución en las mediciones puede llegar al orden de milímetros.

Hay que destacar una limitación muy importante del sistema y es que si por alguna causa se pierde la conexión con el satélite, la cuenta de ciclos se rompe y es necesario volver a comenzar.

2.4 Organización de un sistema GNSS.

Todos los sistemas de navegación por satélite constan de tres segmentos:

- a) El segmento Espacial.
- b) El segmento de Control.
- c) El segmento de Usuarios.

No se puede considerar sistema de navegación sino cuenta con todos estos segmentos.

2.4.1 El segmento espacial.

El segmento espacial está compuesto por los diferentes satélites que forman el sistema GNSS, tanto de navegación como de comunicación, así como las distintas señales que envían y reciben cada uno de los receptores.

Como se puede observar en la Tabla 2.1 los segmentos espaciales de los sistemas GLONASS y el NAVSTAR-GPS.



Tabla. 2.1 Comparación del Segmento Espacial GLONASS - NAVSTAR GPS

	GLONASS	NAVSTAR GPS
Número de satélites	21+3 (9 operativos)	21+3 (28 operativos)
Vehículo de lanzamiento	Protón k/DM -2	Delta 2-7925
Satélites por lanzamiento	3	1
Planos orbitales	3	6
Inclinación de Órbita	64.8	55
Altitud de Órbita	25.540 km	20.180 km
Periodo de Órbita	11:15:44	11:58:00

2.4.1.1 Constelación de satélites NAVSTAR GPS

El sistema GPS está compuesto por una red, en principio de 24 satélites (21 + 3 de repuesto), como se muestra en la **Figura. 2.3**, aunque en la actualidad existen 27 satélites operativos, puesto que la vida de alguno ellos ha sido mayor que la prevista inicialmente. Los satélites del sistema NAVSTAR-GPS están situados en una órbita a unos 20.180 km de altitud media sobre el nivel del mar.

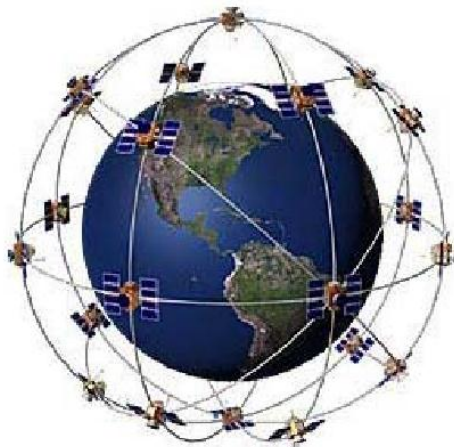


Figura. 2.3. Constelación NAVSTAR GPS

Tomado de: <http://www.varmac.cl/index.php/web/page/satelital/segmentos>, el 16-04-2010.



2.4.1.2 Constelación de satélites GLONASS

La constelación está formada por 21 satélites activos y 3 de reserva situados en tres planos orbitales separados por 120° con lo que se pueden divisar 4 satélites de forma continua. Los satélites del Sistema GLONASS tienen un periodo orbital de 11 horas y 15 minutos. La configuración del sistema proporciona datos de navegación a usuarios por encima de los 2000 Km. sobre la superficie terrestre.

Cada satélite transmite una señal de navegación de radiofrecuencia, conteniendo un mensaje de navegación para los usuarios.

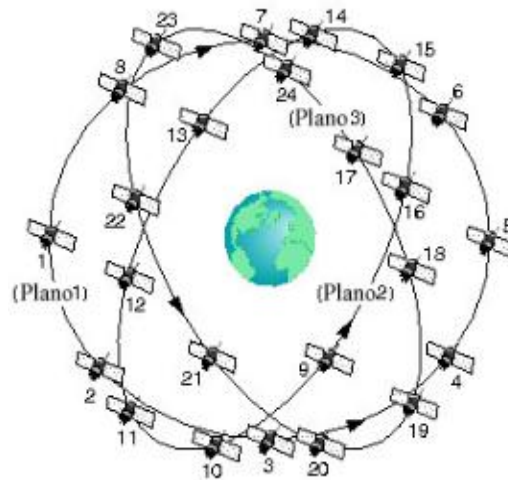


Figura. 2.4. Constelación GLONASS

Tomado de: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Glonass-plan.jpg>, el 20-04-2010.

2.4.2 El segmento de control.

El segmento de control está formado por un conjunto de estaciones en tierra que reciben los datos de los satélites. La función del segmento de control es la de



garantizar las prestaciones del sistema de navegación, mediante el monitoreo del segmento espacial y la aplicación de correcciones de posición orbital y temporal a los satélites, enviando información de sincronización de relojes atómicos y correcciones de posicionamiento de órbitas a los diferentes satélites.

Este segmento es propio de cada país o coalición de países, estructurándolo en función de distintos criterios como más convenga.

2.4.3 El segmento de usuarios.

Formado por todos los receptores de sistemas GNSS que reciben las señales del segmento espacial y sus programas de procesado de datos.

Las funciones principales de los receptores son las siguientes:

- Sintonizar las señales emitidas por los satélites
- Decodificar el mensaje de navegación
- Medir el retardo de la señal (desde el transmisor hasta el receptor) a partir de los cuales calculan la posición.
- Presentar la información de la posición en la que se encuentra (en 3D o en 2D)

Otras funciones complementarias son:

- Ayuda a la navegación.
- Almacenamiento de datos.
- Presentación más sofisticada (mapa de fondo)



Las prestaciones de los receptores civiles (C/A) son:

- Posición 2D en menos de 2 minutos (siempre que no partamos de la posición perdido).
- Posición 3D en menos de 2.5 minutos (siempre que no partamos de la posición perdido).
- Actualizaciones de la posición de 0.5 a 1 segundos.
- Precisión en torno a 15m.
- Medida de la velocidad del usuario, precisión de 0.1m/s aproximadamente.
- Referencia temporal, precisión de 100ns aproximadamente.

Estos dispositivos están formados por un conjunto de elementos básicos que son:

- Antena
Con Amplificador de Bajo Ruido (LNA), para no degradar la sensibilidad.
- Receptor
Traslada la señal a frecuencia intermedia, de-modula y decodifica el mensaje de navegación.
- Microprocesador
Calcula la posición y controla todos los procesos que debe realizar el receptor.
- Unidad de Control
Permite la comunicación entre el usuario y el microprocesador.
- Almacenamiento de datos.



2.4.4 La Señal

2.4.4.1 La señal GLONASS.

El GLONASS transmite dos señales en la cobertura del espectro en la banda L. Esta es la principal diferencia con los GPS ya que ellos funcionan solamente en una sola frecuencia. Los satélites del GLONASS están distinguidos por canales de radiofrecuencias a los cuales se les denomina (Acceso de Frecuencia de División Múltiple). Así tenemos las siguientes frecuencias en la banda L.

Frecuencia banda **L1**: $f_1(k) = 1602 \text{ MHz} + k * 9/16 \text{ MHz}$

Frecuencia banda **L2**: $f_2(k) = 1246 \text{ MHz} + k * 7/16 \text{ MHz}$

A partir del año 2005 el sistema GLONASS utiliza las siguientes frecuencias **1598.1 - 1604.25 MHz** para la banda **L1** y las frecuencias **1242.9 - 1247.75 MHz** para la banda **L2**.

El sistema GLONASS transmite su señal utilizando un código denominado **C/A** (**Clear/Access**) para uso civil y un código denominado **P** (**Code Precision**) para uso militar.

2.4.4.2 La señal NAVSTAR GPS.

Los satélites utilizan una frecuencia fundamental proporcionada por el reloj atómico del satélite, cuyo valor es de 10.23 MHz. Transmiten una señal compuesta por dos portadoras centradas en las frecuencias de radio 1575.42 MHz (llamada **L1**) y 1227.60 MHz (llamada **L2**), sobre las que se modulan los distintos códigos. Ambas frecuencias



derivan de la fundamental originada por los relojes atómicos. La señal tiene una anchura de banda de 20 MHz, utilizada para enviar toda la información.

El sistema NAVSTAR GPS al igual que el GLONASS utiliza códigos para la transmisión de su señal:

- El código **C/A (Clear/Access)** Este código está declarado de uso civil para todos los usuarios.
- El código **P** a diferencia del código **C/A**, se modula sobre las dos portadoras pero con una frecuencia diez veces más rápida. El código **P** es extremadamente largo, y su secuencia se repite en 266 días.
- El código **Y** este código forma parte de un procedimiento conocido por Anti-Spoofing (AS), mediante el cual el Departamento de Defensa encripta el código **P** limitándolo a usuarios militares.

Es decir en este código se encripta el código **P** para las dos portadoras **L1** y **L2**.

2.4.5 Mensaje de navegación.

Cada satélite retransmite los datos requeridos para llevar a cabo el proceso de posicionamiento a través del mensaje de navegación. El mensaje de navegación está constituido por los siguientes elementos:

- Efemérides (son los parámetros orbitales del satélite).
- Información del tiempo (horario) y estado del reloj del satélite.
- Modelo para corregir los errores del reloj del satélite.



- Modelo para corregir los errores producidos por la propagación en la ionosfera y la troposfera.
- Información sobre el estado de salud del satélite.
- Almanaque, que consiste en información de los parámetros orbitales (constelación de satélites).

2.5 Tiempo GPS

También llamado GPST, el tiempo GPS es el utilizado como referencia para las aplicaciones relacionadas con el sistema de posicionamiento global por satélite del Departamento de Defensa de los EE.UU.

El GPST es un tiempo que toma como época de origen las 00:00 UTC de la noche del 5 al 6 de enero de 1980.

Un concepto adicional importante es la llamada semana GPS (Ver *Anexo 4*). Ésta empieza la noche del sábado al domingo, de modo tal que el 7 de marzo del 2009 correspondió a la semana GPS 1521. (Ver *Anexo 1*. Calendario GPS 2009)

2.6 Uso del NAVSTAR GPS y el GLONASS conjuntamente.

Los receptores duales GPS-GLONASS ofrecen mejor rendimiento que los receptores individuales de cada sistema. Porque se tiene una mayor rapidez de recepción de señales debido al mayor número de satélites en un tiempo dado y en cualquier parte. Así mismo se tiene una mayor cobertura en ambientes de muchas obstrucciones.



El GLONASS con tres planos orbitales, el NAVSTAR GPS con seis, y la diferente inclinación de sus planos orbitales, ofrecen una disponibilidad complementaria en función de latitud.¹

Con el GLONASS se favorecen las latitudes extremas debido al alto grado de inclinación de sus planos orbitales, mientras que con el GPS se favorecen las latitudes medias. Un receptor con capacidad de operar con los dos sistemas ofrecerá lo mejor de ambos.

2.7 Errores del sistema.

Los sistemas GPS y GLONASS están sujetos a varios errores que afectan la precisión de la posición calculada. Estos errores en conjunto pueden estar en el rango de 10 a 25 metros, dependiendo del tipo de receptor, la posición relativa del satélite y la magnitud de otros errores.

2.7.1 Error ionosférico.

Es el error más significativo y se ocasiona durante el paso de la señal del satélite a través de la ionosfera de la Tierra. Debido que al desplazarse las señales de radiofrecuencia a través de la ionosfera, se hacen más lentas en una magnitud que varía dependiendo de la hora del día, la actividad solar y otros factores.

2.7.2 Error atmosférico.

Se produce este error cuando la señal pasa a través de la atmósfera. El vapor de agua de

¹ *Sistemas de Posicionamiento Global: Sistema GLONASS*, Serie Didáctica N°4, 2004, pág. 19



la atmósfera hace más lentas a las señales de radiofrecuencia y reduce adicionalmente la exactitud del sistema.

2.7.3 Disponibilidad selectiva.

Este error llamado Disponibilidad Selectiva (**SA**), es introducido intencionalmente por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, con la finalidad de restringir los beneficios de la precisión del sistema GPS en situaciones de conflictos Bélicos.

Con la **SA** activada la precisión del sistema GLONASS es superior a la del sistema GPS como lo muestra en la **Figura. 2.5** y **Figura. 2.6** a continuación.

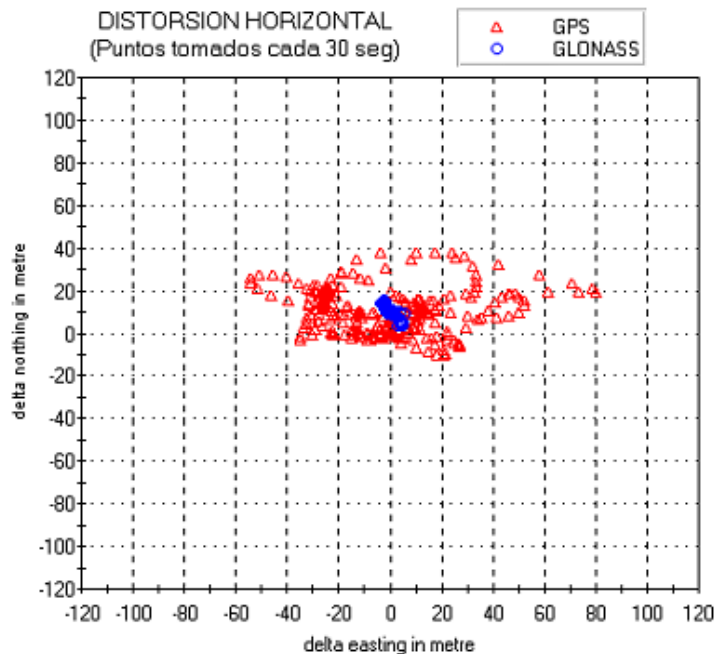


Figura. 2.5. Distorsión horizontal, en la medición de una posición.

Tomado de: *Sistemas de Posicionamiento Global: Sistema GLONASS*, Serie Didáctica

N°4, 2004, pág. 13, el 22-05-2010.

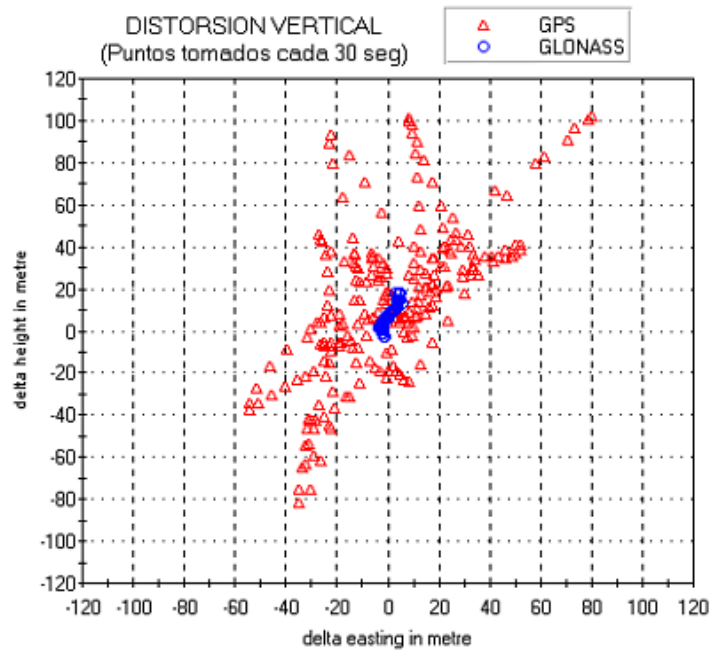


Figura. 2.6. Distorsión vertical, en la medición de una posición.

Tomado de: *Sistemas de Posicionamiento Global: Sistema GLONASS*, Serie Didáctica N°4, 2004, pág. 14, el 22-05-2010.

2.7.4 Error del receptor.

El receptor puede introducir una cierta cantidad de error durante las diversas etapas del procesamiento de las señales recibidas de los satélites. Este tipo de error puede ser causado por el ruido térmico, la precisión del software, y el error de vías entre canales de recepción.

2.7.5 Error de efemérides del satélite.

Este error se refiere a que un satélite puede estar realmente en una posición un poco distinta a la que viene transmitiendo hacia los receptores.



2.7.6 Error de multi-trayectoria. (multipath).

Los efectos de la multi-trayectoria de la señal GPS ocurren cuando la señal no solo es recibida directamente desde el satélite sino desde las superficies cercanas a la antena del receptor debido a la reflexión de la señal. La señal de multi-trayectoria se superpone con la señal directa y produce errores de fase, los cuales traen como consecuencia medidas erradas de las distancias a los satélites en varios metros, Con receptores estos errores se pueden reducir a unos cuantos centímetros.

Utilizando diseños de antenas apropiadas se puede evitar el efecto de multi-trayectoria.

2.8 Aplicaciones

Los sistemas de posicionamiento global asistidos por satélites (GNSS) son una de las aplicaciones de la tecnología espacial más prometedoras.

Las capacidades para la determinación de la posición y de temporización basadas en las tecnologías de GNSS han ido abriendo grandes mercados para nuevos servicios y aplicaciones avanzadas.

En los últimos años, la utilización de satélites para la navegación, la determinación de la posición y la temporización se ha convertido en una actividad cada vez más importante.

Las aplicaciones de estos sistemas pueden variar dependiendo del tipo de ciencia

Por ejemplo:



Geodesia y Topografía

- Determinación de las Redes fundamentales para la Cartografía, Topografía, Ingeniería y control de un país, región o localidad.
- Obtención de la ondulación del Geoide de forma regional o global.
- Densificación de Redes Geodésicas.
- Levantamientos taquimétricos.

Geofísica

- Estudio de deformaciones de la superficie terrestre.
- Determinación de la estructura de las distintas capas de la Atmósfera y comportamiento de las mismas.

Ingeniería.

- Redes fundamentales para cartografías donde se apoyen los proyectos de infraestructuras de todo tipo.
- Establecimiento de Redes básicas para el replanteo de una obra de ingeniería.
- Replanteo de puntos de un proyecto de ingeniería



- Control de calidad en obra.
- Control de deformaciones de estructuras.

Hidrografía.

- Levantamientos batimétricos.
- Estudios y análisis de la evolución de las cuencas hidrográficas.
- Determinación de itinerarios fluviales y marítimos.

Sistemas de información geográfica (SIG).

- Obtención de los datos geográficos para la **elaboración** la cartografía de un Sistema de Información Geográfica y la actualización de bases de datos georeferenciadas.

Navegación.

- Actualización de cartas de navegación.
- Determinación de itinerarios competentes.
- Deducción de la evolución e itinerario de un vehículo en movimiento.
- Inventarios de redes viales, fluviales, aéreas, navales y espaciales.



CAPÍTULO 3

ESTACIONES PERMANENTES

3.1 Introducción.

Una estación permanente es un sitio ocupado por un receptor satelital GPS de tipo geodésico de forma permanente y posee coordenadas exactas con respecto a sistema de referencia global.

La principal función de una estación permanente es de la recopilación constante de las observaciones, verificación de la calidad de los datos, conversión de las observaciones a un formato convencional, almacenamiento de la información y distribución mediante el uso de un servidor de Internet.



Este proceso se lo realiza mediante un software de control instalado en un computador y que funciona de forma permanente.

3.2 Componentes de una estación permanente.

Los elementos básicos necesarios para instalar una estación permanente son los siguientes:

- Un receptor y una antena
- Una Computador para almacenar y administrar la información
- Programas de automatización
- Conexión a Internet
- Fuente permanente de energía (UPS).

Las estaciones permanentes pueden tener un alto grado de automatización pero eso no significa que se deba prescindir de personal técnico capacitado que realice controles de calidad y mantenimiento.

3.2.1 Ubicación.

Al momento de elegir un sitio adecuado para instalar una Estación Permanente se debe observar que el sitio elegido para su implantación cumpla con algunos requisitos.

Las características que debe cumplir el sitio donde se va a ubicar según El Sistema de Referencia Geocéntrico Para Las Américas (*SIRGAS*) son las siguientes:



- a) “La estación debe ubicarse en un bloque regional estable, debe evitarse la cercanía de fallas activas u otras fuentes de deformación, subsidencia, etc.
- b) La estación debe ubicarse sobre material estable, preferiblemente basamento rocoso. Deben evitarse los suelos vulnerables a deslizamientos, hundimientos, variaciones verticales por agua subterránea, rondas de afectación fluvial, etc.
- c) El horizonte en torno a la estación debe estar libre de obstáculos sobre un ángulo de elevación mayor que 5 grados. Entre 0 y 5 grados, la presencia de obstáculos debe ser mínima.
- d) El lugar seleccionado para la estación no debe verse afectado por cambios futuros en su entorno, por ejemplo por crecimiento de árboles, construcción de edificios, adiciones en tejados, mástiles para antenas, etc.
- e) El lugar seleccionado para la estación debe estar libre, de la mejor manera posible, de radio interferencias y de superficies reflectivas u otras fuentes de señal reflejada (multipath).
- f) La ubicación de la estación no debe verse afectada por vibraciones excesivas, ya sean naturales o causadas por el hombre, como por ejemplo mareas oceánicas o tráfico vehicular pesado.
- g) En el caso de localización sobre terrazas de construcciones, deberá verificarse que el edificio haya superado el período de asentamiento (normalmente mayor que 5 años de construcción), no presentar daños estructurales ni procesos notables de fracturamiento o hundimiento. Se prefiere que el monumento coincida con una viga/columna



estructural del edificio.”²

3.2.2 Monumentación

La monumentación debe cumplir los requisitos estándar de una instalación de carácter geodésico de primer orden en lo concerniente a su estabilidad, durabilidad, mantenimiento, acceso y documentación.

3.2.2.1 Características óptimas de la una monumentación.

- Estabilidad con el tiempo.
- Estable a un cierto grado de exactitud.
- Cero interacción con la señal.
- De bajo coste.
- Diseño simple.
- Facilidad de instalación
- Resistencia a la corrosión.
- Supervivencia a largo plazo.

3.2.2.2 Los parámetros que afectan a la monumentación

Dentro de los parámetros que afectan al Monumento tenemos:

² Guía para la instalación de estaciones SIRGAS-CON, SIRGAS, *Versión 1.3*, 2008



- La exposición al:
 - Clima.
 - Impacto.
 - Acción de las heladas.
 - Reducción e hinchazón de la roca del suelo debido a cambios en el contenido de humedad.
 - El suelo de expansión y contracción.
 - Inestabilidad de Laderas.
 - La compresión de los suelos.
 - La presencia de cavidades.
 - Erosión.
 - Las variaciones diurnas y Estacionales de Temperatura.
 - La manipulación Humanos.
- Interferencia de radio frecuencia.
- La presencia de fallas.
- Las articulaciones, fracturas y zonas de cizalla.



- Nivel de la capa freática.

- Obstrucciones.
 - La presencia de roca madre, tipo y condición.

 - Vandalismo.

Dentro de los requisitos que se debe tener en cuenta para la monumentación tenemos:

- a) La descripción de la estación debe estar completamente documentada en un log file.
- b) Debe garantizarse la calidad de la señal capturada por los receptores GNSS, es decir, debe evitarse al máximo la recepción de señales electromagnéticas provenientes de otras fuentes como multipath, radares, televisión, telefonía móvil, etc.
- c) Se prefiere que el punto de referencia de la antena se encuentre verticalmente sobre la estación, es decir que las excentricidades horizontales de la antena con respecto al monumento que materializa la estación deben ser iguales a cero.
- d) Se recomienda con especial énfasis el establecimiento de dos o tres puntos testigo (ex-centros) en los alrededores de la estación principal (~ 200 m), de modo que mediante levantamientos periódicos puedan observarse desplazamientos o deformaciones locales.
- e) Los materiales empleados en la monumentación, tales como: concreto, mástiles metálicos, tensores, soportes, pinturas, etc. deberán ser resistentes a los efectos



ambientales en el largo plazo y no ser propensos a la oxidación, erosión, etc.

- f) Se recomienda complementar la monumentación con elementos protectores contra descargas eléctricas de la atmósfera. Esto es pararrayos (preferiblemente de tipo ionizante), pararrayos (arrestors) en el cableado entre la antena y el receptor y una ubicación de la antena que garantice la seguridad dentro del cono de protección del pararrayos.

3.2.3 Receptor

Los receptores de las estaciones permanentes deben cumplir con ciertas normas o características, para ser integradas a una red de estaciones permanentes, en nuestro caso según el SIRGAS los receptores deben cumplir con lo siguiente:

- a) El receptor GNSS debe estar incluido en el inventario del IGS (International GNSS Service).
- b) El receptor debe rastrear los códigos y fases en L1 y L2, bajo condiciones con AS (Anti Spoofing) y sin AS. Los observables mínimos requeridos con L1, L2, P2 y por lo menos uno de los dos C1 o P1.
- c) El receptor debe tener capacidad para rastrear simultáneamente por lo menos 10 satélites.
- d) El receptor debe rastrear a un intervalo mínimo de 30 segundos. Se acepta también 1, 10 o 15 segundos.
- e) El receptor debe configurarse de manera tal que rastree señales sobre un ángulo mínimo de elevación de 5 grados.

Se prefiere que dicho rastreo sea a partir de cero grados.



- f) El receptor debe sincronizar el instante real de medición con el tiempo GPS verdadero dentro de ± 1 milisegundo con respecto al segundo entero de la época de observación.
- g) El receptor debe estar en capacidad de rastrear todos los satélites independientemente del estado de los mismos (health status) declarado en el mensaje de navegación. Igualmente, debe ser programado de manera tal que no suavice (no smoothing) o modifique las observaciones.

3.2.4 Antena.

Al igual que los receptores la antena de una estación permanente también debe cumplir con ciertas especificaciones, las cuales pueden variar según el tipo de red a la cual se desea incorporar.

Las especificaciones dadas por la red SIRGAS con respecto a las antenas son las siguientes:

- a) La antena GNSS debe estar incluida en el inventario del IGS.
- b) La descripción de la antena debe estar incluida en el archivo IGS <http://igsb.jpl.nasa.gov/igsb/station/general/antenna.gra> y los valores absolutos IGS de las correcciones a las variaciones del centro de fase deben estar disponibles en <http://igsb.jpl.nasa.gov/igsb/station/general/igs05.atx>.
- c) La antena debe estar completamente horizontal (nivelada) y orientada al norte verdadero, utilizando para el efecto la marca de referencia correspondiente.
- d) La antena debe estar instalada de manera tal que garantice estabilidad total, es



decir, la antena no debe tener movimientos mayores que 0,1 mm con respecto a la marca que materializa la estación.

- e) Las excentricidades (este, norte y vertical) del punto de referencia de la antena (definido en <http://igsbc.jpl.nasa.gov/igsbc/station/general/antenna.gra>) con respecto a la marca que materializa la estación, deben ser medidas con 1 mm de precisión y reportadas tanto en el log file como en el encabezamiento de los archivos RINEX de observación.
- f) Se prefieren las antenas tipo choke ring.
- g) Si no se utiliza una cubierta protectora (radome) para la antena, se recomienda que ésta sea limpiada por lo menos una vez al año. La antena NO debe ser removida para el efecto.

3.2.5 Software.

Para el manejo y control de calidad de la información que recibe y almacena las estaciones permanentes es necesario el uso de un software de carácter científico con alto grado de confiabilidad en el procesamiento y ajuste de los datos GPS.

El software de control de las estaciones de referencia permanentes deberá asimismo cumplir con unas particularidades técnicas como:

- Gestionar el servidor a donde llegan los datos, las antenas, los receptores y los ficheros de observaciones, cálculo de correcciones.
- Visualización del estado de las conexiones, funcionamiento de los receptores, seguimiento de los satélites y configuración de las estaciones.



- Posibilidad de configuración remota, transmisión de correcciones diferenciales, actualización del firmware de los receptores.

Actualmente existe un software conocido a nivel mundial, debido a la utilización de modelos de corrección para la mayoría de los errores en las mediciones GPS, arrojando resultados de alta exactitud y precisiones milimétricas.

“El Bernese es un paquete de programas usado para el procesamiento de mediciones GPS desarrollado por el Instituto Astronómico de la Universidad de Berna – Suiza. Durante varios años el Bernese ha estado modernizándose, contando actualmente con la versión 4.2” (Beutler, E., 2000).

La utilización de efemérides precisas, empleo de modelos de corrección troposférica e ionosférica, parámetros de rotación terrestre, el uso de la frecuencia combinada (L_3), la posibilidad de diferentes estrategias para la eliminación de ambigüedades, el posible procesamiento y ajuste simultáneo de las mediciones provenientes de receptores de una y dos frecuencias, la estimación simultánea de un gran número de parámetros, etc., entre muchos otros aspectos, garantizan que este software sea el más idóneo para procesar la información receptada por las estaciones permanentes.

3.3 Formato de datos.

Los datos adquiridos por los receptores son almacenados creando una serie de ficheros. Los receptores de la estaciones permanentes efectúan las mediciones durante 24h (desde las 0:00:00 a las 23:59:59 de tiempo GPS).



El intervalo de medida normalmente utilizado es de 30s.

“Cada tipo de receptor GPS crea los ficheros de observación con un formato binario propio de la marca en cuestión, incluye de un modo diverso la información adquirida. Las etiquetas de tiempo pueden ser definidas en tiempo de transmisión o en tiempo de recepción, las medidas de fase pueden expresarse en ciclos o fracciones de ciclo, el código y la fase pueden tener la misma o distinta etiqueta de tiempo y los satélites pueden ser observados simultáneamente o en diferentes épocas. Como consecuencia se puede presentar un problema de compatibilidad al tratar los ficheros, de manera que haya algún software que no esté capacitado para interpretarlos. Para no crear inconvenientes a ningún usuario que desee utilizar los datos de la estación, se debería encontrar un formato aceptado por la comunidad geodésica como estándar.”³

3.3.1 Formato Rinex

El RINEX (Receiver Independent Exchange Format), son las siglas de un formato de intercambio de información GPS. Fue presentado en el 5° Simposio Geodésico Internacional en Posicionamiento por Satélites² que tuvo lugar en Las Cruces (México) en marzo de 1989.

“En Agosto de ese mismo año es recomendado por la Asociación Internacional de Geodesia (IAG) como formato estándar de intercambio de ficheros GPS.

En este Simposio el formato RINEX compitió con otros tres formatos de datos:

³ Juan Córdoba., Implantación de una Estación GPS Permanente., Universidad de Jaén., 40 pp.



- **FICA** (Floating Integer Character ASCII): desarrollado por el Applied Research Laboratory de la Universidad de Texas.
- **ARGO** (Automatic Reformatting GPS Observations), programa desarrollado por la NGS (National Geodetic Survey) Estadounidense.
- **ASCII** Formato de intercambio ASCII de la Geodetic Survey de Canadá para uso interno.”⁴

El formato RINEX se compone de cuatro tipos de que son:

- El fichero de los datos de observación
- El fichero de datos meteorológicos.
- El fichero con el mensaje de navegación
- El fichero del mensaje de navegación del sistema GLONASS.

En las primeras versiones únicamente se disponía de dos ficheros, el de observación y el de navegación.

3.3.1.1 El fichero de observaciones.

El fichero de observaciones consiste en una cabecera al principio del fichero, donde incluye información auxiliar sobre la estación y el receptor necesario para el post-proceso de los datos y una sección con los observables que contiene.

“En un fichero de observación RINEX se pueden ver:

⁴ Cristina Torrecillas., El GPS RINEX y su presencia en España., 1999.



- **La época de observación**, se define como el tiempo de la señal recibida expresada en el sistema temporal del receptor.
- **Observaciones de fase**, diferencia entre la señal del satélite y la generada por el receptor.
- **Observaciones de código**, diferencia entre el código generado por el satélite y el generado por el receptor.

Otros observables pueden ser definidos en el fichero, como por ejemplo las observaciones Doppler y medidas meteorológicas.”⁵

3.3.1.2 Los ficheros de navegación.

Los ficheros de navegación contienen los datos de las orbitas, los parámetros del reloj y la precisión de las medidas de pseudodistancia de los satélites observados.

Su cabecera puede contener opcionalmente datos del mensaje de navegación tales como los parámetros del modelo ionosférico para aparatos de una sola frecuencia y términos de correcciones relacionados con el tiempo GPS y UTC.

3.3.1.3 El fichero de datos meteorológicos.

Este tipo de ficheros contiene datos como la presión atmosférica en milibares, la temperatura seca y húmeda en grados Celsius y la humedad relativa; opcionalmente puede

⁵ Juan Córdoba., Implantación de una Estación GPS Permanente., Universidad de Jaén., 40 pp.



contener la humedad central del retardo ionosférico obtenida por un radiómetro de vapor de agua. Cada fichero contiene los datos de una estación.

3.3.1.4 Nomenclatura de un fichero rinex.

La nomenclatura de un fichero RINEX sigue la estructura:

“ssssdddf.yyt”

Dónde:

- Los primeros cuatro caracteres (**ssss**) establecen la identificación de la base.
- Los tres siguientes (**ddd**) indican el día del año (365 días), y
- El octavo carácter (**f**) indica el número de sesión.
- Los dos primeros caracteres de la extensión (**yy**) se corresponden con el año actual y
- El último carácter (**t**) denota el tipo de fichero (n: navegación GPS, o: observación, g: navegación GLONASS).

“Cada fichero RINEX hace referencia a los datos recolectados por un receptor en una estación y en una sesión. Aunque en la versión 2 es posible dejar colgado el fichero y recoger datos en modo secuencial para medidas cinemáticas o estático- rápidas. Además, permite combinar observaciones de otros sistemas de observación como puede ser el TRANSIT” (Torrecillas, C., 1999).



3.4 Site Log.

El site log es un fichero en formato ASCII que contiene información detallada de la Estación Permanente.

Por medio de este fichero todos los usuarios pueden conocer características de la estación permanente como: información del tipo de antena GNSS, del receptor GNSS, del lugar de localización, de la frecuencia estándar, del tipo de monumentación, información sobre los responsables de la estación permanente, etc. (Ver *Anexo 5. LJEC Site Information Form*)

3.5 Red de estaciones GPS permanentes.

“Es muy importante recalcar que una red nacional de estaciones GPS permanentes es la forma más eficiente, segura y confiable para evitar conflictos de coordenadas entre provincias o municipios. El procesamiento conjunto de los datos de toda la red garantiza la homogeneidad de las coordenadas de todas sus estaciones, evitando los numerosos problemas que padecemos en la actualidad a causa de la multiplicidad de marcos de referencia. Las Estaciones Permanentes deben estar integradas en la red porque de esa manera se garantiza que:

- Sus coordenadas sean calculadas periódicamente en centros de cálculo específicamente preparados para realizar esta tarea.
- El centro de coordinación y los centros de cálculo brinden su aporte técnico a los profesionales a cargo de la estación y asesoramiento geodésico y topográfico a los profesionales usuarios de la estación.



- Los datos de todas las estaciones estén disponibles en un servidor de Internet al que cualquier usuario pueda acceder en forma segura y sencilla.
- Los datos se almacenan de acuerdo con estándares internacionales, posibilitando un mejor aprovechamiento por parte de todos.
- Las coordenadas de la Estación Permanente tienen valor legal porque se hallan referidas al marco de referencia nacional promulgado por la autoridad competente”⁶.

3.5.1 SIRGAS

El Sistema de Referencia Geocéntrico Para Las Américas (*SIRGAS*) estableció un marco de referencia único para el continente sudamericano, en conexión con el Marco de Referencia Terrestre Internacional (*ITRF*).

El proyecto fue generado en Asunción, en 1993, bajo los auspicios de la Asociación Internacional de Geodesia (*IAG*), el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (*IPGH*) y la Agencia Nacional de Mapas e Imágenes de los Estados Unidos de América (*NIMA*).

3.5.1.1 Objetivo

Los objetivos principales del proyecto fueron establecidos en la llamada Conferencia Internacional para la Definición de un Datum Geocéntrico para la América del Sur, celebrada en Asunción:

⁶ Nicoletti Samaniego, Trabajo Final de Agrimensura, 2008, 25 pp.



- Definir un sistema de referencia para América del Sur,
- Establecer y mantener un marco de referencia, y
- Definir y establecer un datum geocéntrico.

3.5.2 REGME

Es un conjunto de estaciones *GNSS* (GPS+GLONASS) de monitoreo continuo, enlazadas a la Red Nacional GPS del Ecuador (*RENAGE*) y a la Red Continental *SIRGAS-CON* (<http://www.sirgas.org>).

3.5.2.1 Objetivo

El Instituto Geográfico Militar, como Organismo rector de la cartografía en el Ecuador, se ha propuesto el objetivo de mantener un Marco Geodésico de Referencia Nacional actualizado y compatible con las técnicas de posicionamiento disponibles en la actualidad, como lo son: **NAVSTAR-GPS**, **GLONASS** y en un futuro cercano **GALILEO**.

Con este propósito, el **IGM**, con el apoyo de instituciones públicas y privadas del país, ha establecido la **REGME**

La REGME, actualmente está conformada por 8 estaciones

- Quito -**QUI1**- (fuera de servicio)
- Portoviejo -**PTEC**-
- Riobamba -**RIOP**-
- Guayaquil -**GYEC**-
- Galápagos -**GLPS**-
- Loja -**LJEC**-
- Cuenca -**CUEC**-
- Esmeraldas -**ESMR**-



3.5.2.2 Ubicación

Estas estaciones se encuentran distribuidas a lo largo del territorio nacional, como se muestra en la **Figura. 3.1.**, las cuales captan datos GNSS las 24 horas de los 365 días del año, proporcionando información necesaria para realizar el procesamiento diferencial de información GPS, sin necesidad de salir al campo para la colocación de bases GPS, que muchas veces generan problemas de logística y accesibilidad a los puntos; así como aumento del presupuesto.

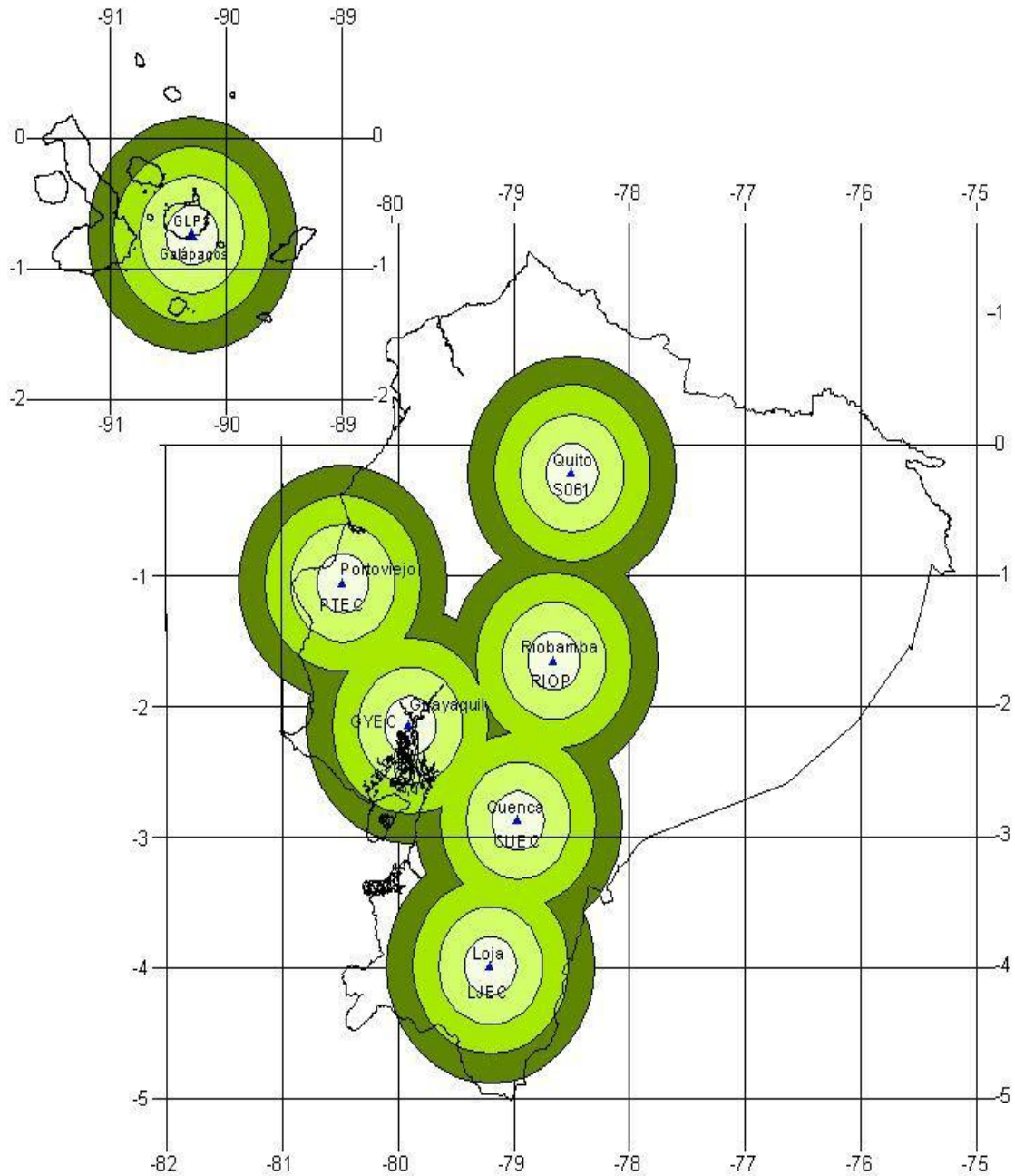


Figura. 3.1. Red GNSS de monitoreo continuo del Ecuador (REGME)

Tomado de: <http://www.geoportaligm.gov.ec:8080/portal/news/regme-red-gnss-de-monitoreo-continuo-del-ecuador>, el 29-10-2010.



CAPÍTULO 4

ESTACIÓN GNSS PERMANENTE LJEC

4.1 Introducción.

La nueva estación permanente GNSS - LJEC está formada por un sensor de Leica Geosystems *GRX1200 GG Pro* y una antena *LEIAT504GG*, capaz de realizar un seguimiento constante de las constelaciones NAVSTAR y GLONASS así como de la futura constelación GALILEO.

La estación permanente GNSS LJEC es propiedad del Instituto Geográfico Militar (**IMG**) y funciona en la ciudad de Loja dentro del Campus de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL). (Ver *Anexo 6. Información de la estación GNSS permanente LJEC*)



4.2 Ubicación

Para la elección del sitio donde se procedió a implantar la estación permanente GNSS LJEC dentro del campus de la UTPL se basó en las características mínimas que debe tener una estación GNSS para ser incluida en la red SIRGAS.

La estación LJEC se encuentra ubicada en una región estable apartada de fallas geológicas, el horizonte alrededor de la antena está libre de obstáculos.

La estación LJEC está colocada en la terraza del edificio de CITTES, como se muestra en la **Figura. 4.1**, y coincide con un columna, el edificio de CITTES ha superado el periodo de asentamiento pues es una construcción de más de 30 años y no presenta daños estructurales ni procesos notables de fracturamiento o hundimiento, por lo tanto la estación no podrá ser afectada por cambios en su entorno, ni por vibraciones excesivas, naturales o causadas por el hombre.

La estación no se verá afectada por el efecto multipath (multi-trayectoria) ya que su entorno se encuentra libre de superficies reflectivas que puedan ocasionar este efecto.

El sitio elegido para la ubicación de la estación permanente LJEC cumple con los las características propuestas por el SIRGAS.



Figura. 4.1. Edificio CITES

4.3 Monumentación

La monumentación debe cumplir los requisitos estándar de una instalación de carácter geodésico de primer orden en lo concerniente a su estabilidad, durabilidad, mantenimiento, acceso y documentación.

La información de la estación permanente LJEC se encuentra en su respectivo log file y se lo puede ver en la página del SIRGAS www.sirgas.org o en la página web de la estación www.ljec.utpl.edu.ec.

La calidad de la señal de la estación permanente LJEC no se ve afectada por señales



electromagnéticas, provenientes de otras fuentes, como el efecto multipath, radares, telefonía móvil, etc.

Para poder observar desplazamientos o deformaciones locales mediante levantamientos periódicos, se colocaron tres testigos en los alrededores de la estación.

Para la monumentación se utilizó una estructura mixta de Acero y concreto de 2 m de alto, con dispositivo de centrado forzoso.

A continuación se muestra en la Figura.4.2 la estructura de Acero, en la Figura. 4.3 el Anclaje de concreto, y en la Figura. 4.4 el dispositivo de centrado forzoso. También se colocó una placa de identificación de la estación permanente que se muestra en la Figura. 4.5.



Figura. 4.2. Estructura de Acero

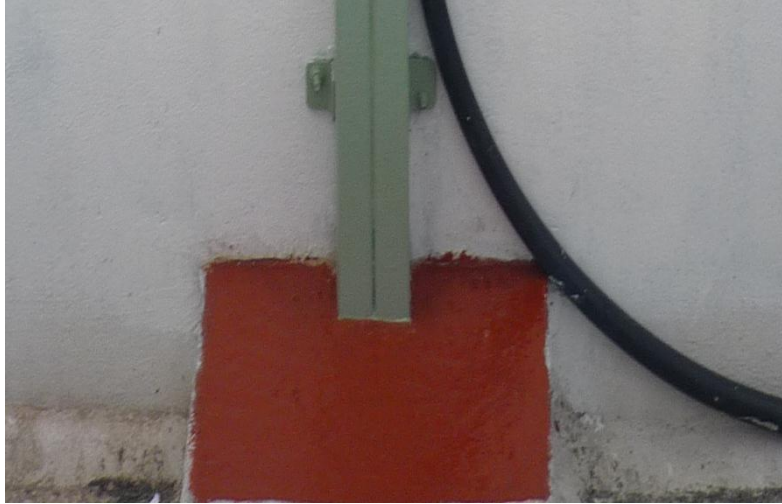


Figura. 4.2. Anclaje de Concreto



Figura. 4.3. Dispositivo de Centrado Forzoso



Figura. 4.4. Placa Informativa

4.4 Equipos

Los equipos de la estación permanente GNSS no deben ser apagados, perturbados o cambiados a no ser que sea estrictamente necesario por daño, actualización o renovación de los mismos.

El SIRGAS recomienda que los equipos deban tener protección contra interrupciones del fluido eléctrico y descargas eléctricas de la atmosfera. Los equipos GNSS pueden ser instalados en combinación con otros instrumentos de precisión, como sismómetros, mareógrafos, gravímetros, sensores meteorológicos, etc.

4.4.1 Receptor

Los receptores de las estaciones permanentes deben cumplir con ciertas normas o características, para ser integradas a una red de estaciones permanentes, en nuestro caso el



receptor utilizado en la estación permanente GNSS-LJEC es del tipo **LEICA GRX1200GG PRO**, como se muestra en la **Figura. 4.5**, cuyas características son las siguientes:



Figura. 4.5. Receptor LEICA GRX1200GG PRO

Tomado de: http://www.instop.es/gps/GRX1200/GRX1200Classic_150.jpg, el 22-05-2010

Tecnología del receptor: SmartTrack+ sigue la tecnología SmartTrack pero ampliada para señales GNSS. Incluye filtros elípticos discretos. Adquisición rápida. Señal potente. Bajo ruido. Rastreo excelente incluso de satélites a baja altura y en condiciones adversas. Resistente a interferencias. Reducción del efecto multitrayectoria.

Número de canales: 72 canales; 14L1 + 14L2 GPS; 12L1 + 12L2 GLONASS; 2 SBAS.

Mediciones en L1 (GPS): Fase portadora de onda completa. Código C/A con técnica de correlación estrecha.

Mediciones en L2 (GPS): Fase portadora de onda completa con AS desactivado o en código P2 / código P auxiliar bajo AS. Funciona igual con AS activado o desactivado.

Mediciones en L1 (GLONASS): Fase portadora de onda completa. Código C/A con técnica de correlación estrecha.



Mediciones en L2 (GLONASS): Fase portadora con longitud de onda completa Código P con técnica de correlación estrecha.

Señales futuras: GRX1200 Pro y GRX1200 GG Pro están diseñados para ser compatibles con la futura tercer señal civil GPS en proyecto (L5) y las señales de GALILEO E1 y E5 en proyecto, mediante una actualización de hardware proyectada.

Mediciones independientes: Mediciones independientes en código y fase en L1 y L2.

Oscilador interno: Ajustado a la hora GPS en 10 nanosegundos.

Tiempo para la primera medición de fase después del encendido: Típicamente 30 segundos.

Indicadores LED de estado: 3; para energía, seguimiento y registro/memoria.

4.4.2 Antena.

Al igual que los receptores la antena de una estación permanente también debe cumplir con ciertas especificaciones, las cuales pueden variar según el tipo de red a la cual se desea incorporar.

La antena está incluida en el inventario y su descripción en el archivo del **IGS**, la antena se encuentra nivelada, estable y orientada al norte verdadero.

La antena de la estación permanente LJEC es de tipo choke ring. Ver **Figura. 4.6**

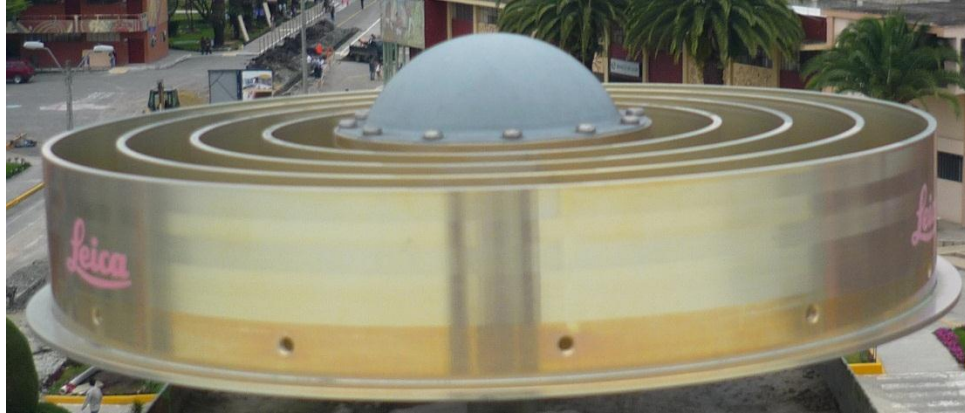


Figura. 4.6. Antena tipo Choke Ring.

La Antena de la estación GNSS permanente LJEC es del tipo **LEICAT504GG** y funciona para los dos sistemas satelitales GPS y GALILEO.

A continuación se muestran en la **Figura. 4.7.** El esquema de la Altura de la Antena y en la **Figura. 4.8.** El esquema de la Antena de la Estación Permanente GNSS – LJEC.

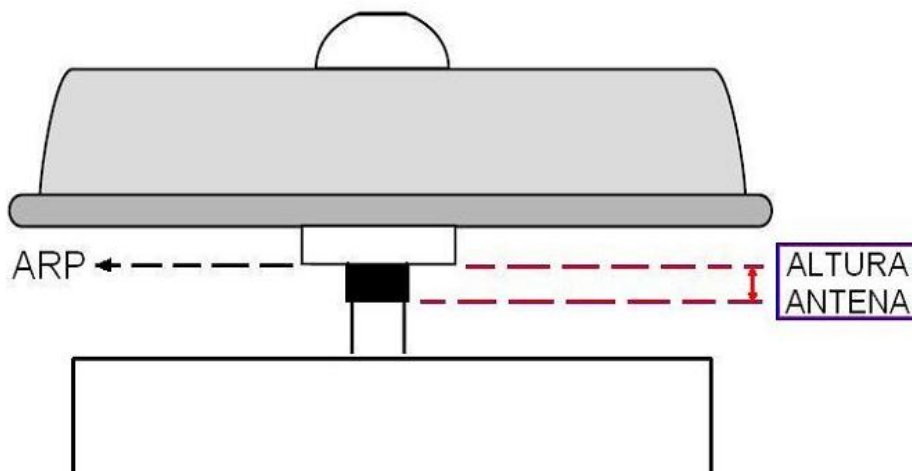


Figura. 4.7 Esquema de Altura de la Antena

Tomado de: Instituto Geográfico Militar, Formulario Informativo Estación de Monitoreo Continuo LOJA - LJEC, 2010, pág. 3, el **22-04-2010**.



LEIAT504GG

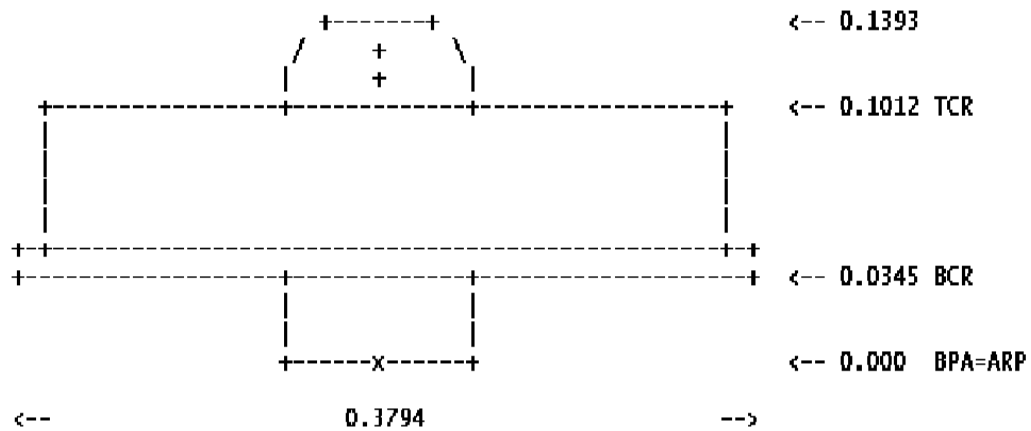


Figura. 4.8 Esquema de la Antena de la Estación Permanente GNSS – LJEC

Tomado de: Instituto Geográfico Militar, Formulario Informativo Estación de Monitoreo Continuo
LOJA - LJEC, 2010, pág. 3, el *22-04-2010*.

4.5 Sitio Web

El portal web creado para la estación permanente de sistema GNSS LJEC ofrece a los usuarios y visitantes información acerca de la estación permanente. Y tiene el siguiente interfaz de inicio que se muestra en la **Figura. 4.9**

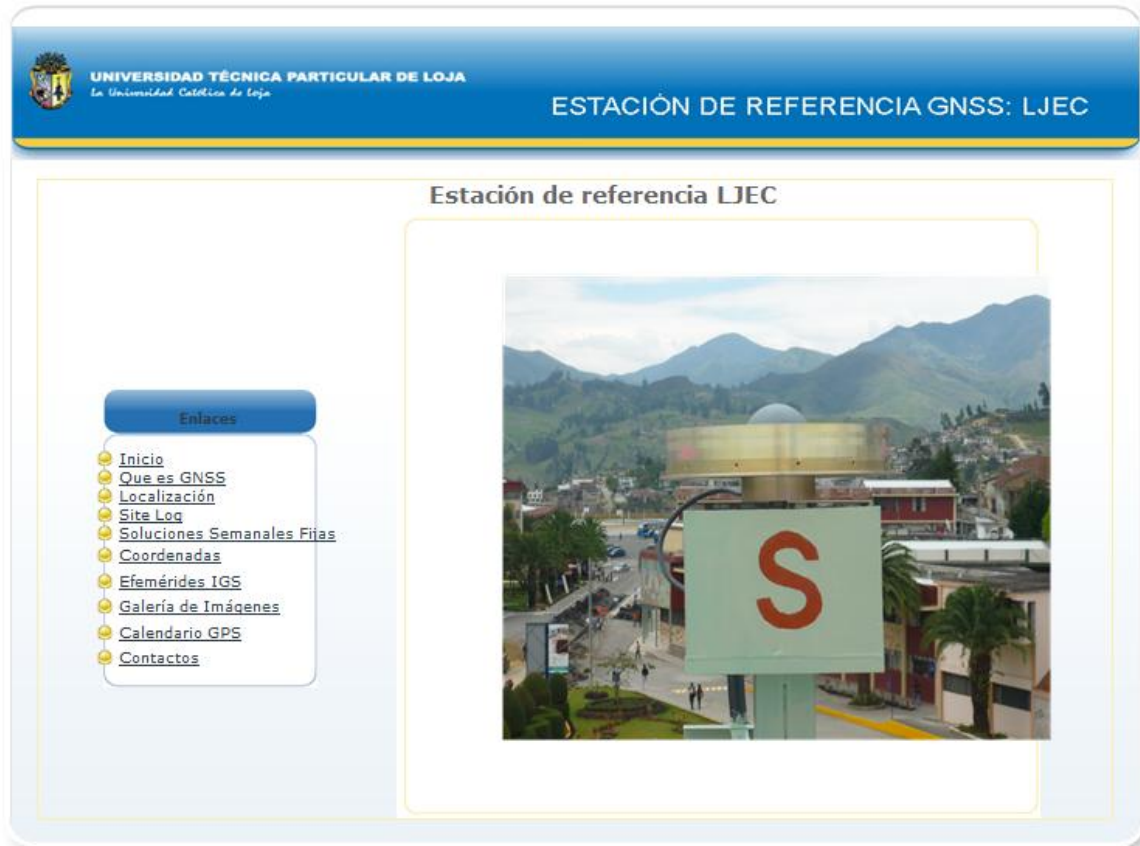


Figura. 4.9 Interfaz de Inicio.

A continuación se indica la diversa información que ofrece el portal web en cada uno de los links.

Que es GNSS.

En este link el visitante podrá obtener información acerca de los sistemas de posicionamiento global GNSS y estaciones permanentes.



Localización.

En este link el visitante podrá observar la ubicación de la estación permanente a través de un video.

Site Log

En este link el usuario podrá encontrar el *site log* de la estación permanente LJEC mediante un visualizador de texto que le permitirá compartir el documento o copiarlo.

Soluciones Semanales Fijas.

En esta pestaña el usuario será redirigido al sitio donde se encuentran los datos de la estación y podrá descargarlos según el número de semana GPS necesitada.

Coordenadas

En este link el visitante podrá ver la información que se muestra en **Figura. 4.10**

COORDENADAS DE ESTACIÓN DE REFERENCIA GNSS: LJEC

ITRF94 (epoca 1995.4)
Coordenadas Cartesianas
X = 1192829.017 m
Y = -6252161.655 m
Z = -440799.186 m
Coordenadas Geodésicas
Latitud = 3° 59' 17.7408" S
Longitud = 79° 11' 54.7350" W
Altura* = 2125.395 m
<small>* Altura Trigonométrica, referida al nivel medio del mar; con origen en el mareógrafo de la Libertad.</small>



Figura. 4.10. Coordenadas de Referencia.

Efemérides.

Por medio de este link el visitante será direccionada a página del Servicio Internacional GNSS, cuyas siglas en inglés IGS (**I**nternational **G**PS **S**ervice) donde podrá obtener las efemérides GPS requeridas.

Galeria de Imágenes.

En este link el usuario podrá observar las diversas fotografías de la estación permanente LJEC y sus equipos.

Calendario GPS

El portal web ofrece en este link los calendarios de semanas GPS de los años 2009, 2010 y 2011 en formato PDF y se podrán descargar de forma libre.

Contactos.

En este link el usuario interesado en caso de necesitar alguna información adicional encontrará los datos para contactar con la persona encargada de la estación permanente GNSS LJEC.



CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Introducción.

En este capítulo se presentan las conclusiones más destacadas que se identificaron durante todo el proceso que se llevó dentro de este estudio, además de las recomendaciones que se cree pueden ser de utilidad para los interesados en el resultado de este proyecto.

5.2 Conclusiones.

1. La Implantación de la estación permanente GNSS se realizó con éxito en el campus de la Universidad Técnica Particular de Loja y se encuentra en funcionamiento.



2. La Estación permanente LJEC entró a formar parte en la red SIRGAS.
3. El sitio web para la estación permanente LJEC está en funcionamiento y se puede ingresar por medio de la dirección <http://www.ljec.utpl.edu.ec>
4. Los usuarios interesados podrán obtener las soluciones semanales fijas de estación LJEC a través de su portal web.
5. Para la realización de trabajos topográficos no es necesario más que una sola persona para la toma de datos.
6. La variedad de métodos de posicionamiento hace que sean sistemas apropiados y aptos para cualquier tipo de trabajo.

5.3 Recomendaciones.

1. En caso de que la antena sea ubicada sobre terrazas de construcciones, es preferible que el monumento coincida con una viga y/o columna estructural del edificio.
2. En terrenos inestables, pantano, arenas, áreas de riesgo, debe considerarse una estructura que garantice la estabilidad del pilar, generalmente suele hacerse un diseño estructural tipo cruz, con el pilar integrado.
3. Se recomienda con especial énfasis el establecimiento de dos o tres puntos testigo en los alrededores de la estación principal, de modo que mediante levantamientos periódicos puedan observarse desplazamientos o deformaciones locales.



4. Los equipos GNSS no deben ser apagados o cambiados a no ser que sea estrictamente necesario por daño, actualización o renovación de los mismos.
5. Se recomienda de manera especial su protección contra interrupciones del fluido eléctrico y descargas eléctricas de la atmósfera.
6. Los operadores de las estaciones continuas deben mantener actualizado el *firmware* de los equipos.
7. Se recomienda de manera especial la actualización y/o renovación de los equipos a medida que haya innovaciones tecnológicas, como por ejemplo nuevas señales GPS. Sin embargo, el cambio de los equipos debe minimizarse para evitar variaciones considerables en la posición de la estación.
8. Si no se utiliza una cubierta protectora (radome) para la antena, se recomienda que ésta sea limpiada por lo menos una vez al año. La antena NO debe ser removida para el efecto.
9. Siempre que se suceda cualquier tipo de cambio en la estación, el *log file* debe ser actualizado debida y oportunamente.
10. Se recomienda el uso de receptores GPS que permitan la obtención de datos de posición válidos en el menor tiempo posible
11. Se recomienda la instalación de nuevas estaciones permanente para de esa forma llegar al establecimiento de una red GNSS más fiable y de mayor calidad.



BIBLIOGRAFÍA

- Cristina Torrecillas., El GPS RINEX y su presencia en España., 1999., disponible en: http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=414 (Accedido en Enero 2010)
- Günter Seeber., Satellite Geodesy., 2 Ed., Walter de Gruyter., 2003 (Accedido en Febrero 2010)
- Hofmann-Wellenhof Bernhard, Lichtenegger, Herbert and Wasle Elmar., GNSS - global navigation satellite systems: GPS, GLONASS, Galileo and more., Springer., 2007 (Accedido en Febrero 2010)
- InsideGNSS., GPS, GALILEO, GLONASS, COMPASS., Enero - Febrero 2009, tomado de: www.insidegnss.com, el 20-01-2010.
- Instituto Geográfico Militar., Formulario Informativo Estación de Monitoreo Continuo LOJA - LJEC, 2010, disponible en <http://www.geoportalmg.gov.ec:8080/portal/articulos-tecnicos/regme-cepge-1/fichas-tecnicas/FICHA%2520LJEC-REGME%2520v2-00.PDF> (Accedido en Marzo 2010)
- Juan Córdoba., Implantación de una Estación GPS Permanente., Universidad de Jaén. (Accedido en Enero 2010)
- Len Jacobson., GNSS Markets and Applications., Artech House., 2007 (Accedido en Marzo 2010)



- Nicoletti Samaniego., Trabajo Final de Agrimensura., 2008, disponible en:
http://www.agrimensoft.com.ar/descargas/Nicoletti_Samaniego_Sager.Trabajo_final_2008.pdf (Accedido en Abril 2010)
- Scott Gleason and Demoz Gebre-Egziabher., GNSS Applications and Methods., Artech House. 2009 (Accedido en Octubre 2010)
- Sistemas de Posicionamiento Global: Sistema GLONASS., Serie Didáctica N°4, 2004, de: <http://fcf.unse.edu.ar/publicaciones.html>
- Instituto Geográfico Militar, GNSS,
http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/INSTITUTO_GEOGRAFICO/Geodesia/gnss/ (Accedido en Febrero 2010)
- Estación de Referencia Permanente GPS,
<http://www.ujaen.es/serv/sertec/servicios/gps.html> (Accedido en Enero 2010)



ANEXOS



ANEXO 1: Calendario GPS 2009

ENERO

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
				1 001	2 002	3 003	1512
4 004	5 005	6 006	7 007	8 008	9 009	10 010	1513
11 011	12 012	13 013	14 014	15 015	16 016	17 017	1514
18 018	19 019	20 020	21 021	22 022	23 023	24 024	1515
25 025	26 026	27 027	28 028	29 029	30 030	31 031	1516

FEBRERO

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
1 032	2 033	3 034	4 035	5 036	6 037	7 038	1517
8 039	9 040	10 041	11 042	12 043	13 044	14 045	1518
15 046	16 047	17 048	18 049	19 050	20 051	21 052	1519
22 053	23 054	24 055	25 056	26 057	27 058	28 059	1520

MARZO

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
1 060	2 061	3 062	4 063	5 064	6 065	7 066	1521
8 067	9 068	10 069	11 070	12 071	13 072	14 073	1522
15 074	16 075	17 076	18 077	19 078	20 079	21 080	1523
22 081	23 082	24 083	25 084	26 085	27 086	28 087	1524
29 088	30 089	31 090					1525

ABRIL

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
			1 091	2 092	3 093	4 094	1525
5 095	6 096	7 097	8 098	9 099	10 100	11 101	1526
12 102	13 103	14 104	15 105	16 106	17 107	18 108	1527
19 109	20 110	21 111	22 112	23 113	24 114	25 115	1528
26 116	27 117	28 118	29 119	30 120			1529



MAYO

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS							
					1	121	2	122	1529					
3	123	4	124	5	125	6	126	7	127	8	128	9	129	1530
10	130	11	131	12	132	13	133	14	134	15	135	16	136	1531
17	137	18	138	19	139	20	140	21	141	22	142	23	143	1532
24	144	25	145	26	146	27	147	28	148	29	149	30	150	1533
31	151													1534

JUNIO

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS							
	1	152	2	153	3	154	4	155	5	156	6	157	1534	
7	158	8	159	9	160	10	161	11	162	12	163	13	164	1535
14	165	15	166	16	167	17	168	18	169	19	170	20	171	1536
21	172	22	173	23	174	24	175	25	176	26	177	27	178	1537
28	179	29	180	30	181									1538

JULIO

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS							
			1	182	2	183	3	184	4	185	1538			
5	186	6	187	7	188	8	189	9	190	10	191	11	192	1539
12	193	13	194	14	195	15	196	16	197	17	198	18	199	1540
19	200	20	201	21	202	22	203	23	204	24	205	25	206	1541
26	207	27	208	28	209	29	210	30	211	31	212			1542

AGOSTO

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS							
						1	213	1542						
2	214	3	215	4	216	5	217	6	218	7	219	8	220	1543
9	221	10	222	11	223	12	224	13	225	14	226	15	227	1544
16	228	17	229	18	230	19	231	20	232	21	233	22	234	1545
23	235	24	236	25	237	26	238	27	239	28	240	29	241	1546
30	242	31	243											1547



SEPTIEMBRE

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
		1 244	2 245	3 246	4 247	5 248	1547
6	249	7 250	8 251	9 252	10 253	11 254	1548
13	256	14 257	15 258	16 259	17 260	18 261	1549
20	263	21 264	22 265	23 266	24 267	25 268	1550
27	270	28 271	29 272	30 273			1551

OCTUBRE

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
				1 274	2 275	3 276	1551
4	277	5 278	6 279	7 280	8 281	9 282	1552
11	284	12 285	13 286	14 287	15 288	16 289	1553
18	291	19 292	20 293	21 294	22 295	23 296	1554
25	298	26 299	27 300	28 301	29 302	30 303	1555

NOVIEMBRE

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
1	305	2 306	3 307	4 308	5 309	6 310	1556
8	312	9 313	10 314	11 315	12 316	13 317	1557
15	319	16 320	17 321	18 322	19 323	20 324	1558
22	326	23 327	24 328	25 329	26 330	27 331	1559
29	333	30 334					1560

DICIEMBRE

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
		1 335	2 336	3 337	4 338	5 339	1560
6	340	7 342	8 342	9 343	10 344	11 345	1561
13	347	14 349	15 349	16 350	17 351	18 352	1562
20	354	21 356	22 356	23 357	24 358	25 359	1563
27	361	28 363	29 363	30 364	31 365		1564



ANEXO 2: Calendario GPS 2010

ENERO

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
					1 001	2 002	1564
3 003	4 004	5 005	6 006	7 007	8 008	9 009	1565
10 010	11 011	12 012	13 013	14 014	15 015	16 016	1566
17 017	18 018	19 019	20 020	21 021	22 022	23 023	1567
24 024	25 025	26 026	27 027	28 028	29 029	30 030	1568
31 031							1569

FEBRERO

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
	1 032	2 033	3 034	4 035	5 036	6 037	1569
7 038	8 039	9 040	10 041	11 042	12 043	13 044	1570
14 045	15 046	16 047	17 048	18 049	19 050	20 051	1571
21 052	22 053	23 054	24 055	25 056	26 057	27 058	1572
28 059							1573

MARZO

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
	1 060	2 061	3 062	4 063	5 064	6 065	1573
7 066	8 067	9 068	10 069	11 070	12 071	13 072	1574
14 073	15 074	16 075	17 076	18 077	19 078	20 079	1575
21 080	22 081	23 082	24 083	25 084	26 085	27 086	1576
28 084	29 085	30 089	31 090				1577

ABRIL

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
				1 91	2 92	3 93	1577
4 94	5 95	6 96	7 97	8 98	9 99	10 100	1578
11 101	12 102	13 103	14 104	15 105	16 106	17 107	1579
18 108	19 109	20 110	21 111	22 112	23 113	24 114	1580
25 115	26 116	27 117	28 118	29 119	30 120		1581



MAYO

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
						1 121	1581
2 122	3 123	4 124	5 125	6 126	7 127	8 128	1582
9 129	10 130	11 131	12 132	13 133	14 134	15 135	1583
16 136	17 137	18 138	19 139	20 140	21 141	22 142	1584
23 143	24 144	25 145	26 146	27 147	28 148	29 149	1585
30 150	31 151						1586

JUNIO

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
		1 152	2 153	3 154	4 155	5 156	1586
6 157	7 158	8 159	9 160	10 161	11 162	12 163	1587
13 164	14 165	15 166	16 167	17 168	18 169	19 170	1588
20 171	21 172	22 173	23 174	24 175	25 176	26 177	1589
27 178	28 179	29 180	30 181				1590

JULIO

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
				1 182	2 183	3 184	1590
4 185	5 186	6 187	7 188	8 189	9 190	10 191	1591
11 192	12 193	13 194	14 195	15 196	16 197	17 198	1592
18 199	19 200	20 201	21 202	22 203	23 204	24 205	1593
25 206	26 207	27 208	28 209	29 210	30 211	31 212	1594

AGOSTO

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
1 213	2 214	3 215	4 216	5 217	6 218	7 219	1595
8 220	9 221	10 222	11 223	12 224	13 225	14 226	1596
15 227	16 228	17 229	18 230	19 231	20 232	21 233	1597
22 234	23 235	24 236	25 237	26 238	27 239	28 240	1598
29 241	30 242	31 243					1599



SEPTIEMBRE

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
			1 244	2 245	3 246	4 247	1599
5 248	6 249	7 250	8 251	9 252	10 253	11 254	1600
12 255	13 256	14 257	15 258	16 259	17 260	18 261	1601
19 262	20 263	21 264	22 265	23 266	24 267	25 268	1602
26 269	27 270	28 271	29 272	30 273			1603

OCTUBRE

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
					1 274	2 275	1603
3 276	4 277	5 278	6 279	7 280	8 281	9 282	1604
10 283	11 284	12 285	13 286	14 287	15 288	16 289	1605
17 290	18 291	19 292	20 293	21 294	22 295	23 296	1606
24 297	25 298	26 299	27 300	28 301	29 302	30 303	1607
31 304							1608

NOVIEMBRE

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
	1 305	2 306	3 307	4 308	5 309	6 310	1608
7 311	8 312	9 313	10 314	11 315	12 316	13 317	1609
14 318	15 319	16 320	17 321	18 322	19 323	20 324	1610
21 325	22 326	23 327	24 328	25 329	26 330	27 331	1611
28 332	29 333	30 334					1612

DICIEMBRE

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
			1 335	2 336	3 337	4 338	1612
5 339	6 340	7 341	8 342	9 343	10 344	11 345	1613
12 346	13 347	14 348	15 349	16 350	17 351	18 352	1614
19 353	20 354	21 355	22 356	23 357	24 358	25 359	1615
26 360	27 361	28 362	29 363	30 364	31 365		1616



ANEXO 3. Calendario GPS 2011

ENERO

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
						1 001	1616
2 002	3 003	4 004	5 005	6 006	7 007	8 008	1617
9 009	10 010	11 011	12 012	13 013	14 014	15 015	1618
16 016	17 017	18 018	19 019	20 020	21 021	22 022	1619
23 023	24 024	25 025	26 026	27 027	28 028	29 029	1620
30 030	31 031						1621

FEBRERO

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
		1 032	2 033	3 034	4 035	5 036	1621
6 037	7 038	8 039	9 040	10 041	11 042	12 043	1622
13 044	14 045	15 046	16 047	17 048	18 049	19 050	1623
20 051	21 052	22 053	23 054	24 055	25 056	26 057	1624
27 058	28 059						1625

MARZO

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
		1 060	2 061	3 062	4 063	5 064	1625
6 065	7 066	8 067	9 068	10 069	11 070	12 071	1626
13 072	14 073	15 074	16 075	17 076	18 077	19 078	1627
20 079	21 080	22 081	23 082	24 083	25 084	26 085	1628
27 086	28 087	29 088	30 089	31 090			1629

ABRIL

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
					1 091	2 092	1629
3 093	4 094	5 095	6 096	7 097	8 098	9 099	1630
10 100	11 101	12 102	13 103	14 104	15 105	16 106	1631
17 107	18 108	19 109	20 110	21 111	22 112	23 113	1632
24 114	25 115	26 116	27 117	28 118	29 119	30 120	1633



MAYO

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS							
1	121	2	122	3	123	4	124	5	125	6	126	7	127	1634
8	128	9	129	10	130	11	131	12	132	13	133	14	134	1635
15	135	16	136	17	137	18	138	19	139	20	140	21	141	1636
22	142	23	143	24	144	25	145	26	146	27	147	28	148	1637
29	149	30	150	31	151							1638		

JUNIO

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS								
							1	152	2	153	3	154	4	155	1638
5	156	6	157	7	158	8	159	9	160	10	161	11	162	1639	
12	163	13	164	14	165	15	166	16	167	17	168	18	169	1640	
19	170	20	171	21	172	22	173	23	174	24	175	25	176	1641	
26	177	27	178	28	179	29	180	30	181					1642	

JULIO

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS								
							1	182	2	183					1642
3	184	4	185	5	186	6	187	7	188	8	189	9	190	1643	
10	191	11	192	12	193	13	194	14	195	15	196	16	197	1644	
17	198	18	199	19	200	20	201	21	202	22	203	23	204	1645	
24	205	25	206	26	207	27	208	28	209	29	210	30	211	1646	
31	212											1647			

AGOSTO

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS												
							1	213	2	214	3	215	4	216	5	217	6	218	1647
7	219	8	220	9	221	10	222	11	223	12	224	13	225	1648					
14	226	15	227	16	228	17	229	18	230	19	231	20	232	1649					
21	233	22	234	23	235	24	236	25	237	26	238	27	239	1650					
28	240	29	241	30	242	31	243								1651				



SEPTIEMBRE

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
				1 244	2 245	3 246	1651
4 247	5 248	6 249	7 250	8 251	9 252	10 253	1652
11 254	12 255	13 256	14 257	15 258	16 259	17 260	1653
18 261	19 262	20 263	21 264	22 265	23 266	24 267	1654
25 268	26 269	27 270	28 271	29 272	30 273		1655

OCTUBRE

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
						1 274	1655
2 275	3 276	4 277	5 278	6 279	7 280	8 281	1656
9 282	10 283	11 284	12 285	13 286	14 287	15 288	1657
16 289	17 290	18 291	19 292	20 293	21 294	22 295	1658
23 296	24 297	25 298	26 299	27 300	28 301	29 302	1659
30 303	31 304						1660

NOVIEMBRE

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
		1 305	2 306	3 307	4 308	5 309	1660
6 310	7 311	8 312	9 313	10 314	11 315	12 316	1661
13 317	14 318	15 319	16 320	17 321	18 322	19 323	1662
20 324	21 325	22 326	23 327	24 328	25 329	26 330	1663
27 331	28 332	29 333	30 334				1664

DICIEMBRE

DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	SEMANA GPS
				1 335	2 336	3 337	1664
4 338	5 339	6 340	7 341	8 342	9 343	10 344	1665
11 345	12 346	13 347	14 348	15 349	16 350	17 351	1666
18 352	19 353	20 354	21 355	22 356	23 357	24 358	1667
25 359	26 360	27 361	28 362	29 363	30 364	31 365	1668



Anexo 4. Como elaborar un calendario de las semanas GPS.

Para calcular las semanas GPS correspondiente a cualquier día de cualquier año que se quiera elaborar el calendario utilizaremos la siguiente ecuación:

$$\# \text{ de Semana} = \frac{(\# \text{Año} - 1980) \times 365.25 + (\# \text{dia} - 5)}{7}$$

Dónde:

#Año, corresponde al año en cual queremos calcular las semanas, ejemplo 2009

#día, corresponde al número de día del año que queremos saber a qué semana pertenece, teniendo en cuenta que el año tiene 365 días y el año bisiesto 366, por ejemplo el 25 de Enero del 2009 corresponde al día 25 del año, o el 20 de Febrero del 2009 corresponde al día 51 del año.

Ejemplo: Calcular a que semana pertenece el día 1 de Marzo del 2009 y 2011.

1 de Marzo del 2009

$$\# \text{ de Semana} = \frac{(2009 - 1980) \times 365.25 + (60 - 5)}{7}$$
$$\# \text{ de Semana} = 1521$$

1 de Marzo del 2011

$$\# \text{ de Semana} = \frac{(2011 - 1980) \times 365.25 + (60 - 5)}{7}$$
$$\# \text{ de Semana} = 1625$$



Anexo 5. LJEC Site Information Form

LJEC Site Information Form (site log)
National Geodetic Survey
See Instructions at:
ftp://igsceb.jpl.nasa.gov/pub/station/general/sitelog_instr.txt

0. Form

Prepared by (full name) : Cesar Alberto Leiva Gonzalez
Date Prepared : 2009-01-16
Report Type : NEW
If Update
Previous Site Log : (ssss_ccyyymmdd.log)
Modified/Added Sections : (n.n,n.n,...)

1. Site Identification of the GNSS Monument

Site Name : LOJA
Four Character ID : LJEC
Monument Inscription : 50004
IERS DOMES Number : 42010M001
CDP Number : (A4)
Monument Description : Iron structure built at
top of three floor building with force
centering device on top.
The station is installed in CITTES -
UTPL building, Loja city, Loja Province.

Height of the Monument : 2.10 m.
Monument Foundation : concrete roof
Foundation Depth : (m)
Marker Description : (CHISELLED CROSS/DIVOT/BRASS NAIL/etc)
Date Installed : 2009-01-13
Geologic Characteristic :
(BEDROCK/CLAY/CONGLOMERATE/GRAVEL/SAND/etc)
Bedrock Type : (IGNEOUS/METAMORPHIC/SEDIMENTARY)
Bedrock Condition : (FRESH/JOINTED/WEATHERED)
Fracture Spacing : (1-10 cm/11-50 cm/51-200 cm/over 200
cm)
Fault zones nearby : (YES/NO/Name of the zone)
Distance/activity : (multiple lines)
Additional Information : REGME (Red GNSS de Monitoreo Continuo
del Ecuador)



2. Site Location Information

City or Town : Loja
State or Province :
Country : Ecuador
Tectonic Plate : South American
Approximate Position (ITRF)
X coordinate (m) : 1192829.017
Y coordinate (m) : -6252161.655
Z coordinate (m) : -440799.186
Latitude (N is +) : -035917.74
Longitude (E is +) : -0791154.74
Elevation (m,ellips.) : 2143.51 m
Additional Information :

3. GNSS Receiver Information

3.1 Receiver Type : LEICA GRX1200GGPRO
Satellite System : GPS+GLONASS
Serial Number : 355464
Firmware Version : 6.0
Elevation Cutoff Setting : 0
Date Installed : 2009-01-15
Date Removed :
Temperature Stabiliz. :
Additional Information :

3.x Receiver Type : (A20, from rcvr_ant.tab; see instructions)
Satellite System : (GPS/GLONASS/GPS+GLONASS)
Serial Number : (A20, but note the first A5 is used in SINEX)
Firmware Version : (A11)
Elevation Cutoff Setting : (deg)
Date Installed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Temperature Stabiliz. : (none or tolerance in degrees C)
Additional Information : (multiple lines)

4. GNSS Antenna Information

4.1 Antenna Type : LEIAT504GG
Serial Number : 200568
Antenna Reference Point : BPA
Marker->ARP Up Ecc. (m) : 0.0080
Marker->ARP North Ecc(m) : 0.0000
Marker->ARP East Ecc(m) : 0.000
Alignment from True N : 0
Antenna Radome Type : NONE



```
Radome Serial Number      :
Antenna Cable Type       :
Antenna Cable Length     : 30
Date Installed           : 2009-01-15
Date Removed            :
Additional Information    :

4.x Antenna Type         : (A20, from rcvr_ant.tab; see
                           instructions)
   Serial Number         : (A*, but note the first A5 is used in
                           SINEX)
   Antenna Reference Point : (BPA/BCR/XXX from "antenna.gra"; see
                           instr.)
   Marker->ARP Up Ecc. (m) : (F8.4)
   Marker->ARP North Ecc(m) : (F8.4)
   Marker->ARP East Ecc(m) : (F8.4)
   Alignment from True N  : (deg; + is clockwise/east)
   Antenna Radome Type    : (A4 from rcvr_ant.tab; see
instructions)
   Radome Serial Number   :
   Antenna Cable Type     : (vendor & type number)
   Antenna Cable Length   : (m)
   Date Installed         : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
   Date Removed           : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
   Additional Information  : (multiple lines)

5.  Surveyed Local Ties

5.1 Tied Marker Name      :
   Tied Marker Usage      :
   Tied Marker CDP Number :
   Tied Marker DOMES Number :
   Differential Components from GNSS Marker to the tied monument
(ITRS)
   dx (m)                 :
   dy (m)                 :
   dz (m)                 :
   Accuracy (mm)         :
   Survey method          :
   Date Measured          :
   Additional Information  :

5.x Tied Marker Name      :
   Tied Marker Usage      : (SLR/VLBI/LOCAL CONTROL/FOOTPRINT/etc)
   Tied Marker CDP Number : (A4)
   Tied Marker DOMES Number : (A9)
   Differential Components from GNSS Marker to the tied monument
(ITRS)
   dx (m)                 : (m)
   dy (m)                 : (m)
```



dz (m) : (m)
Accuracy (mm) : (mm)
Survey method : (GPS
CAMPAIGN/TRILATERATION/TRIANGULATION/etc)
Date Measured : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Additional Information : (multiple lines)

5. Surveyed Local Ties

5.x Tied Marker Name :
Tied Marker Usage : (SLR/VLBI/LOCAL CONTROL/FOOTPRINT/etc)
Tied Marker CDP Number : (A4)
Tied Marker DOMES Number : (A9)
Differential Components from GNSS Marker to the tied monument
(ITRS)
dx (m) : (m)
dy (m) : (m)
dz (m) : (m)
Accuracy (mm) : (mm)
Survey method : (GPS
CAMPAIGN/TRILATERATION/TRIANGULATION/etc)
Date Measured : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Additional Information : (multiple lines)

6. Frequency Standard

6.x Standard Type : (INTERNAL or EXTERNAL H-
MASER/CESIUM/etc)
Input Frequency : (if external)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

7. Collocation Information

7.1 Instrumentation Type : GPS/GLONASS
Status : PERMANENT
Effective Dates : 2009-01-16
Notes :

7.x Instrumentation Type :
(GPS/GLONASS/DORIS/PRARE/SLR/VLBI/TIME/etc)
Status : (PERMANENT/MOBILE)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)



- 8. Meteorological Instrumentation
 - 8.1.x Humidity Sensor Model :
 - Manufacturer :
 - Serial Number :
 - Data Sampling Interval : (sec)
 - Accuracy (% rel h) : (% rel h)
 - Aspiration : (UNASPIRATED/NATURAL/FAN/etc)
 - Height Diff to Ant : (m)
 - Calibration date : (CCYY-MM-DD)
 - Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
 - Notes : (multiple lines)

 - 8.2.x Pressure Sensor Model :
 - Manufacturer :
 - Serial Number :
 - Data Sampling Interval : (sec)
 - Accuracy : (hPa)
 - Height Diff to Ant : (m)
 - Calibration date : (CCYY-MM-DD)
 - Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
 - Notes : (multiple lines)

 - 8.3.x Temp. Sensor Model :
 - Manufacturer :
 - Serial Number :
 - Data Sampling Interval : (sec)
 - Accuracy : (deg C)
 - Aspiration : (UNASPIRATED/NATURAL/FAN/etc)
 - Height Diff to Ant : (m)
 - Calibration date : (CCYY-MM-DD)
 - Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
 - Notes : (multiple lines)

 - 8.4.x Water Vapor Radiometer :
 - Manufacturer :
 - Serial Number :
 - Distance to Antenna : (m)
 - Height Diff to Ant : (m)
 - Calibration date : (CCYY-MM-DD)
 - Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
 - Notes : (multiple lines)

- 9. Local Ongoing Conditions Possibly Affecting Computed Position
 - 9.1.x Radio Interferences : (TV/CELL PHONE ANTENNA/RADAR/etc)
 - Observed Degradations : (SN RATIO/DATA GAPS/etc)
 - Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
 - Additional Information : (multiple lines)



- 9.2.x Multipath Sources : (METAL ROOF/DOME/VLBI ANTENNA/etc)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Additional Information : (multiple lines)
- 9.3.x Signal Obstructions : (TREES/BUILDLINGS/etc)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Additional Information : (multiple lines)
10. Local Episodic Effects Possibly Affecting Data Quality
- 10.x Date : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Event : (TREE CLEARING/CONSTRUCTION/etc)
11. On-Site, Point of Contact Agency Information
- Agency : Universidad Técnica Particular de Loja
Preferred Abbreviation : UTPL
Mailing Address : Calle Marcelino Champagnat s/n y Paris
San Cayetano - Loja - Ecuador -
- Apartado Postal: 11-01-608
- Primary Contact
Contact Name : Richard Serrano
Telephone (primary) : (593 7) 2570275 ext 2509
Telephone (secondary) : (593) 88660583
Fax :
E-mail : rgsserrano@utpl.edu.ec
- Secondary Contact
Contact Name :
Telephone (primary) :
Telephone (secondary) :
Fax :
E-mail :
Additional Information :
12. Responsible Agency (if different from 11.)
- Agency : Instituto Geografico Militar
Preferred Abbreviation : IGM
Mailing Address : Seniergues E4-676 y Gral. Telmo Paz y
Mino - Quito - Ecuador - Apartado
Postal: 17-01-2435
- Primary Contact
Contact Name : David Cisneros
Telephone (primary) : (593) 2 3975100 ext 2013
Telephone (secondary) : (593) 2 3975101 ext 2013
Fax : (593) 2 3975186
E-mail : dcisneros@mail.igm.gov.ec
- Secondary Contact
Contact Name : Cesar Leiva
Telephone (primary) : (593) 2 3975100 ext 2013
Telephone (secondary) : (593) 2 3975101 ext 2013
Fax : (593) 2 3975186

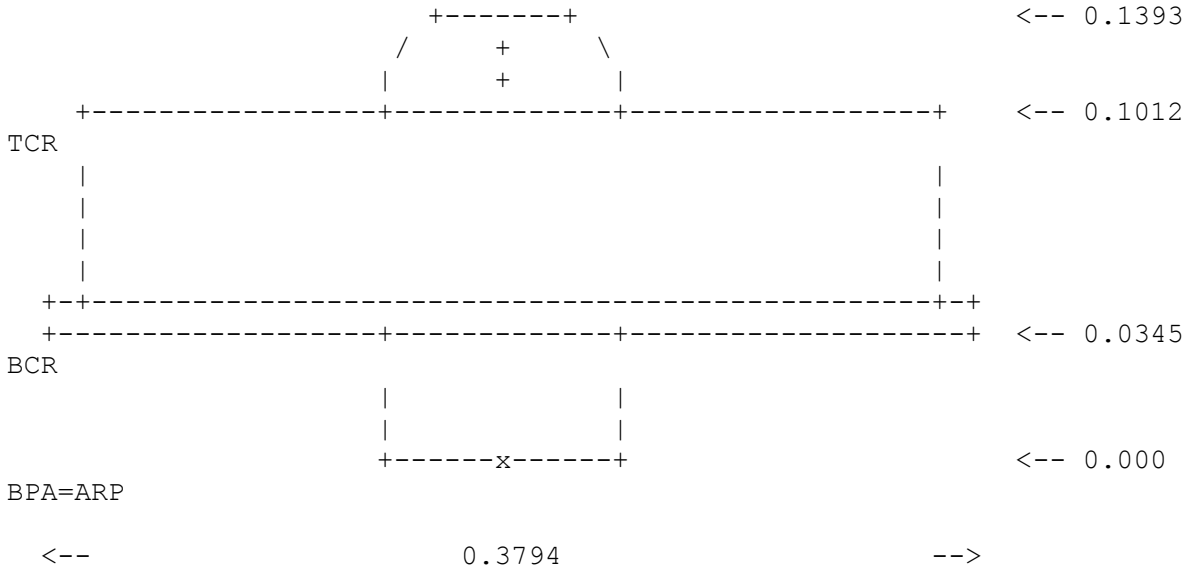


E-mail : cleiva@mail.igm.gov.ec
Additional Information :

13. More Information

Primary Data Center : IGM (Instituto Geografico Militar)
Secondary Data Center : UTPL (Universidad Técnica Particular de Loja)
URL for More Information :
Hardcopy on File
Site Map :
Site Diagram :
Horizon Mask :
Monument Description :
Site Pictures :
Additional Information :

Antenna Graphics with Dimensions
LEIAT504GG





Anexo 6. Información de la estación GNSS permanente LJEC

1. IDENTIFICACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS

Nombre de la Estación: Loja
Identificación de la Estación: LJEC
Código Internacional: 42010M001 (DOMES NUMBER)
Información Adicional: ljec_20090116.log (log file vigente)
Responsable Mantenimiento: Ing. David A. Cisneros R.
e-mail contacto: dcisneros@mail.img.gov.ec

2. INFORMACIÓN SOBRE LA LOCALIZACIÓN

Provincia: Loja
Ciudad: Loja
Tipo de Monumentación: Estructura mixta de acero y concreto de 2.00 m de alto, con dispositivo de centrado forzoso (CF-IMG-IBGE-v1).
Ubicación: La estación se encuentra ubicada sobre el tercer piso del edificio de CITTES en la UTPL, Av. San Cayetano Alto s/n, sector El Valle.



COORDENADAS OFICIALES

ITRF: 94
 DATUM: SIRGAS 95
 EPOCA DE REFERENCIA: 1995.4
 ELIPSOIDE DE REFERENCIA: GRS80

Coordenadas Geodésicas			
Latitud:	3° 59' 17.7408" S	Sigma:	0.005 m
Longitud:	79° 11' 54.7350" W	Sigma:	0.005 m
Altura Elipsoidal:	2143.571 m	Sigma:	0.006 M
Altura Nivelada *:	2125.395 m	Fuente:	IMG - CEPGE
Coordenadas Planas (UTM 17 SUR)			
Norte:	9558951.402 m	Sigma:	0.005 m
Este:	700008.325 m	Sigma:	0.005 m

* Altura Trigonométrica, referida al nivel medio del mar; con origen en el mareógrafo de la Libertad.



Nota: Las coordenadas semanales fijas de esta estación se pueden encontrar en la página web de SIRGAS, en la siguiente dirección: <http://www.sirgas.org/index.php?id=153>

INFORMACIÓN DEL EQUIPO GNSS

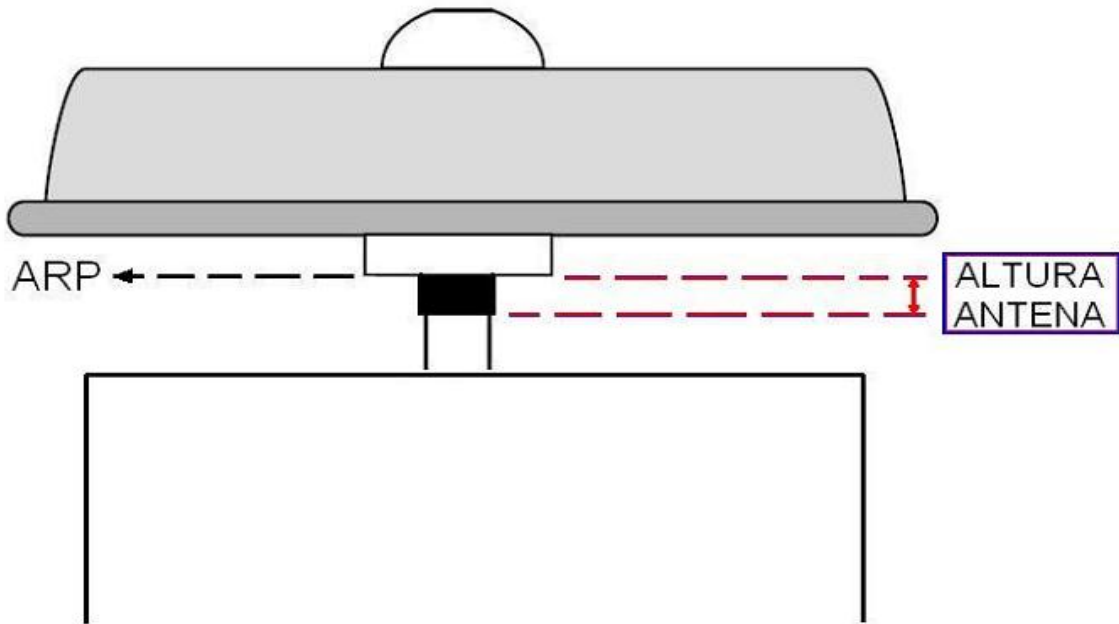
Receptor

Tipo de Receptor:	LEICA GRX1200GG PRO
Número de Serie:	355464
Versión del Firmware:	6.00 (actualización vigente ljec_20090116.log)
Sistema satelital:	GPS+GLONASS
Fecha de Instalación:	15 de enero de 2009

Antena

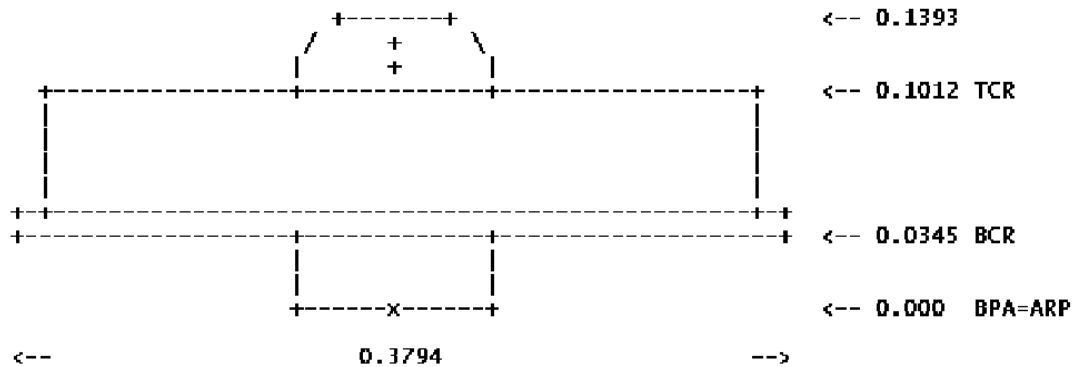
Tipo de Antena:	LEIAT504GG
Número de Serie:	200568
Sistema satelital:	GPS+GLONASS
Altura de la Antena:	0.0080 m.
Detalle de Altura:	Distancia vertical desde el tope del dispositivo de centrado forzoso hasta el ARP (Antenna Refence Point). Ver figura inferior.
Fecha de Instalación:	15 de enero de 2009

Esquema de Altura de la Antena



Esquema de la Antena

LEIAT504GG



RED LOCAL

Estaciones:

Fecha de Observación:

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA



Observables: (8) C1, L1, D1, S1, P2, L2, D2, S2

Intervalo de Registro: 1 segundo

Ángulo de Máscara: 0 grados

Archivo Diario: Si

Formato de Archivo: Rinex (versión 2.11) 30 segundos, Leica MDB 1 segundo

Servidor de Búsqueda: http://

Transmite Correcciones diferenciales por Internet en tiempo real: SI

INFORMES Y CONTACTOS

Para información técnica contactar:

Agencia: INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR, Gestión Cartográfica, CEPGE (GNSS)

Dirección: Av. Seniergues E4-676 y Gral. Telmo Paz y Miño, El Dorado. Quito

Teléfono: (593) (2) 39 75 100 al 130, extensión 2013

Fax: (593) (2) 39 75 186

Página Web: www.igm.gov.ec www.geoportaligm.gov.ec/index2.html

Contacto (1): Ing. David A. Cisneros R.

E - mail: dcisneros@mail.igm.gov.ec

Contacto (2): Ing. César A. Leiva G.

E - mail: dcleiva@mail.igm.gov.ec

Para información sobre comercialización y adquisición de datos contactar:

Agencia: INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR, Gestión Mercadotecnia

Dirección: Av. Seniergues E4-676 y Gral. Telmo Paz y Miño, El Dorado. Quito

Teléfono: (593) (2) 39 75 194 Ext.2508

Fax: (593) (2) 39 75 194



Contactos: Ing. Fabián Santamaría

E - mail: fsantamaria@mail.igm.gov.ec

Instituciones participantes

La REGME cuenta con el apoyo de las siguientes instituciones:

✓ **CLIRSEN**

Centro de levantamientos Integrados de recursos Naturales por Sensores Remotos.

✓ **ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE CUENCA**

✓ **ETAPA**

Empresa Pública Municipal de telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca.

✓ **COMIL No. 7**

Colegio Militar No. 7, Grad. Miguel Iturralde

✓ **UTPL**

Universidad Técnica Particular de Loja

✓ **IGEPN**

Instituto Geofísico de la escuela Politécnica Nacional

✓ **SIRGAS**

Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas

✓ **DGFI**

Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut

✓ **IBGE**

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

✓ **NGA**

National Geospatial Intelligence Agency