



**MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL**  
**INSTITUTO ANTARTICO ECUATORIANO**  
**GUAYAQUIL**

**INFORME DE TRABAJOS DE CAMPO EN LAS**  
**EXPEDICIONES A LA ANTARTIDA**

**Expedición: XVII**

**Nombre del proyecto:**

Determinación de un Marco Geodésico de Referencia de alta precisión enlazado al ITRS (**International Terrestrial Reference System**), con mediciones de Gravedad y Alturas; complementado con el cálculo de la Declinación Magnética y Convergencia, en el área de la estación Científica Pedro Vicente Maldonado.

Instalación de una estación de monitoreo continuo enlazada a la Red SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas) y postular como estación IGS.

Antártica, 08-febrero-2013  
MAYOO, ESP. ING. FREDDY HERMOSA ACOSTA  
ING. OSCAR CARRANCO CARRANCO  
GEOM. MARCO AMORES  
SR. DIEGO COFRE

## **Descripción del Proyecto**

### **1. Antecedentes del Proyecto / Componente:**

El Continente Antártico, cuenta con una superficie aproximada de 14 000 000 de Km<sup>2</sup>, cubierta de una capa hielo de hasta 3 000 metros de espesor, siendo en cuarto lugar en el mundo después de Asia, América y África por su área.

El Ecuador pretendió desde el año 1967 de pertenecer al Tratado Antártico (instrumento legal internacionalmente aceptado, que regula y permite las actividades de los países en la Antártida) pero no fue sino hasta 28 de enero de 1982, en que la Cámara Nacional de Representantes, por intermedio de la Comisión Especial de Asuntos Internacionales recomienda la adhesión por parte de Ecuador al Tratado Antártico, así como expresa que se reserven los derechos de soberanía de los ecuatorianos sobre el continente.

La Antártida es un territorio destinado para fines pacíficos y científicos y la importancia para nuestro país radica en:

1. Alberga el 80% del agua dulce del planeta.
2. Se está derritiendo.
3. Posee 14 millones de kilómetros cuadrados, representando el tercer continente más extenso (Después de Asia y América).
4. Es el laboratorio natural más grande del mundo.

El Ecuador tiene interés en la protección del medio ambiente antártico como una reserva de recursos para nuestro país y la humanidad, esto sumado a consideraciones y por factores de índole política, estratégica, ecológica y científica, explican la importancia del presente proyecto que permitiría mantener nuestra permanencia en este continente.

### **2. Objeto General del Proyecto / Componente:**

Determinar un Marco Geodésico de Referencia de alta precisión enlazado al ITRS (**International Terrestrial Reference System**) y calcular un Modelo Geoidal Local con GPS, altura trigonométrica, gravimetría, y establecimiento de una estación de monitoreo continuo en el área de la estación Científica "Pedro Vicente Maldonado", que permita a científicos de las diferentes áreas, en especial de Geodesia, Geofísica, Geología, Hidrografía y Glaciología, mejorar sus investigaciones, utilizando tecnología de punta como los Sistemas Satelitales de Navegación Global (GPS y GLONASS).

### **3. Objetivos Específicos del Proyecto / Componente:**

1. Realizar una investigación bibliográfica de toda la información geodésica levantada en la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado, para su aprovechamiento en el presente proyecto.
2. Instalar una estación de monitoreo continuo siguiendo las especificaciones IGS en la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado.

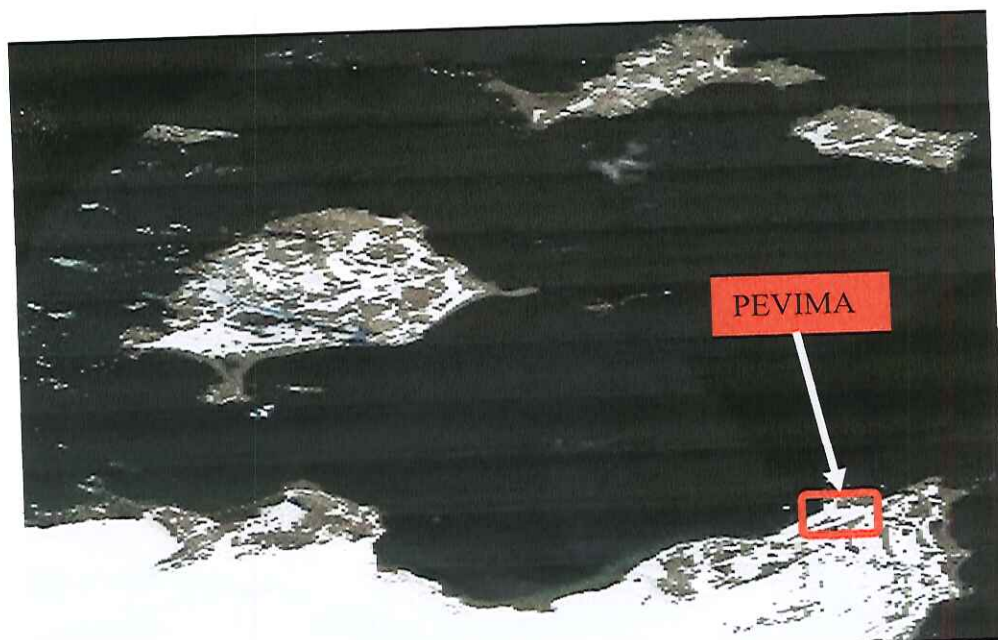
3. Enlazar la estación de monitoreo continuo al Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS).
4. a) Determinar una Red GPS de alta precisión enlazada al ITRS, a través de las estaciones IGS (International GNSS Service) OHI2 y PALM en el área de la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado.  
b) Observación GPS de los vértices de la Red Geodésica Convencional ("SAT-01", "SAT-02", "ISLA DEE" e "ISLA TORRE") determinada en la tercera expedición y comprobación según nuevas técnicas de medición.
5. Enlazar el mareógrafo de Arturo Prat a la Red GPS establecida, a través de nivelación trigonométrica, para disponer de datos de cota referidos al nivel medio del mar.
6. Realizar las mediciones relativas de gravedad partiendo de la estación Gravimétrica Base Frei que se encuentra enlazada a la estación de Gravedad Absoluta de Punta Arenas en Chile a la Red GPS que se va a determinar, con el fin de disponer de información gravimétrica (valores de aceleración de gravedad y anomalías) realizando las correcciones respectivas para mejorar las alturas determinadas. **(NO SE CUMPLIO POR MOTIVOS DE LOGISTICA, NO SE PUDO ENVIAR LOS EQUIPOS)**
7. Realizar el cálculo de la declinación magnética y su variación en el tiempo. **.(NO SE CUMPLIO POR MOTIVOS DE LOGISTICA, NO SE PUDO ENVIAR LOS EQUIPOS)**

#### 4. Hipótesis del Proyecto / Componente:

- Comprobar que las diferencias entre las alturas ortométricas y niveladas tengan una diferencia de hasta 50cm.
- Comprobar el desplazamiento en cada uno de los puntos pertenecientes a la red-gps, de la Estación Pedro Vicente Maldonado, ubicada en la Antártida.
- Comprobar la recepción satelital y calidad de los datos de la estación de monitoreo continuo a instalarse, y realizar un control de calidad evaluando así las diferencias que existen con las estaciones que funcionan en el Ecuador continental.

#### 5. Área de Estudio (determinar donde se efectuó el trabajo. Incluyendo coordenadas geográficas, planos o levantamientos):

Punta Fort Williams de la Isla Greenwich.



AREA DE ESTUDIO DE LA "ESTACION PEDRO VICENTE MALDONADO"





Estación Científica Ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado, localizada en la Punta Fort Williams de la Isla Greenwich.



## 6. Cronograma del Trabajo de Campo Efectuado:

FECHA	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES
21/02/2013	Por la mañana y tarde en dos sesiones: Medición de coordenadas GPS en los puntos PING, DEE, TORRE Y SAT 1	Bote de dotación
22/02/2013	Por la mañana y tarde en dos sesiones: Medición de coordenadas GPS en los puntos SAT 2, REQUELME, ORION.	Bote de dotación
23/02/2013	Por la mañana y tarde en dos sesiones: Medición de coordenadas GPS en los puntos ORION.,SKUA, SAT1,PETREL	Zona A,B,C.
24/02/2013	Procesamiento de Datos de las sesiones GPS.	ESPVMA
25/02/2013	Por la mañana y tarde en dos sesiones: Medición de coordenadas GPS en los puntos ORION, ANDE, SAT1, PETREL	ESPVMA ZONA A,B,C.
26/02/2013	Instalación temporal de la estación de monitoreo continuo	MALAS CONDICIONES
27/02/2013	Levantamiento Topográfico de la ESPVMA.	POR LA MAÑANA (MALAS CONDICIONES).
28/02/2013	Levantamiento Topográfico de la ESPVMA.	Desde ORIO y SAT1
01/03/2013	Levantamiento Topográfico de la ESPVMA	Desde ORIO y SAT1
02/03/2013	Posicionamiento y procesamiento	SAT1 - ORIO - PETR
03/03/2013	Procesamiento de Datos	
04/03/2013	Nivelación (Zona A, B, C)	Malas condiciones (no se ejecuta)
05/03/2013	Nivelación (Zona A, B, C)	
06/03/2013	Nivelación (Zona A, B, C)	
07/03/2013	Posicionamiento de puntos de fotocontrol.	
08/03/2013	Presentación de Informes.	
09/03/2013	Salida de la Estación.	





## SAT 1



Base inferior cuadrada de concreto de 0.36x0.36m y 0.15m de altura, sobresale un tubo PVC de 0.55m de alto y 0.17 m de diámetro, empotrada se encuentra una placa de bronce con la siguiente inscripción:  
INSTITUTO OCEANOGRÁFICO, PROHIBIDO TOCAR, ARMADA DEL ECUADOR SAT1 - 04.IGM



## SAT 2



Tubo PVC de 0.85m de alto y 0.17 m de diámetro (sin base cuadrada de concreto), empotrada se encuentra una placa de bronce con la siguiente inscripción: PROGRAMA ANTARTICO ECUATORIANO, INOCAR-IGM, SAT2.

## DEE



Tubo PVC de 0.85m de alto y 0.17 m de diámetro (sin base cuadrada de concreto), empotrada se encuentra una placa de bronce con la siguiente inscripción: PROGRAMA ANTARTICO ECUATORIANO, INOCAR-IGM.

## PING



Placa de bronce, empotrada en la roca con la siguiente inscripción: INSTITUTO OCEANOGRÁFICO, PROHIBIDO TOCAR, ARMADA DEL ECUADOR, 2004, GPS IGM

## RIQUELME (RIQU)



Placa de bronce, empotrada en la roca con la siguiente leyenda: INSTITUTO OCEANOGRAFICO, PROHIBIDO TOCAR, ARMADA DEL ECUADOR.

### **TORRE (TORR)**



Tubo PVC de 0.85m de alto y 0.17 m de diámetro (sin base cuadrada de concreto), empotrada se encuentra una placa de bronce con la siguiente inscripción: PROGRAMA ANTARTICO ECUATORIANO, INOCAR-IGM.

### **PETREL (PETR)**



Clavo de bronce centrado y nivelado, que se encuentra incrustado en la roca. Las dimensiones del clavo son: longitud 0.1080 m.; diámetro externo 0.0350 m.; y, diámetro interno 0.0190 m. Sobresale aproximadamente 0.05 m del suelo.IGM



## ANDE



Placa de aluminio empotrada en la roca con la siguiente leyenda: PROGRAMA ANTARTICO ECUATORIANO, IGM – INOCAR.

## BM – ORION (ORIO)



Hito de concreto tipo IGM-A con las siguientes dimensiones: Base inferior cuadrada de 0.60 x 0.60m, Base Superior de 0.40 x 0.40m, Altura: 1.10m, construido con una profundidad de 1.0m. Empotrada, en el centro de la Base Superior, una placa de bronce con la siguiente inscripción: INSTITUTO OCEANOGRÁFICO, PROHIBIDO TOCAR, ARMADA DEL ECUADOR, BM ORIÓN, 2012.

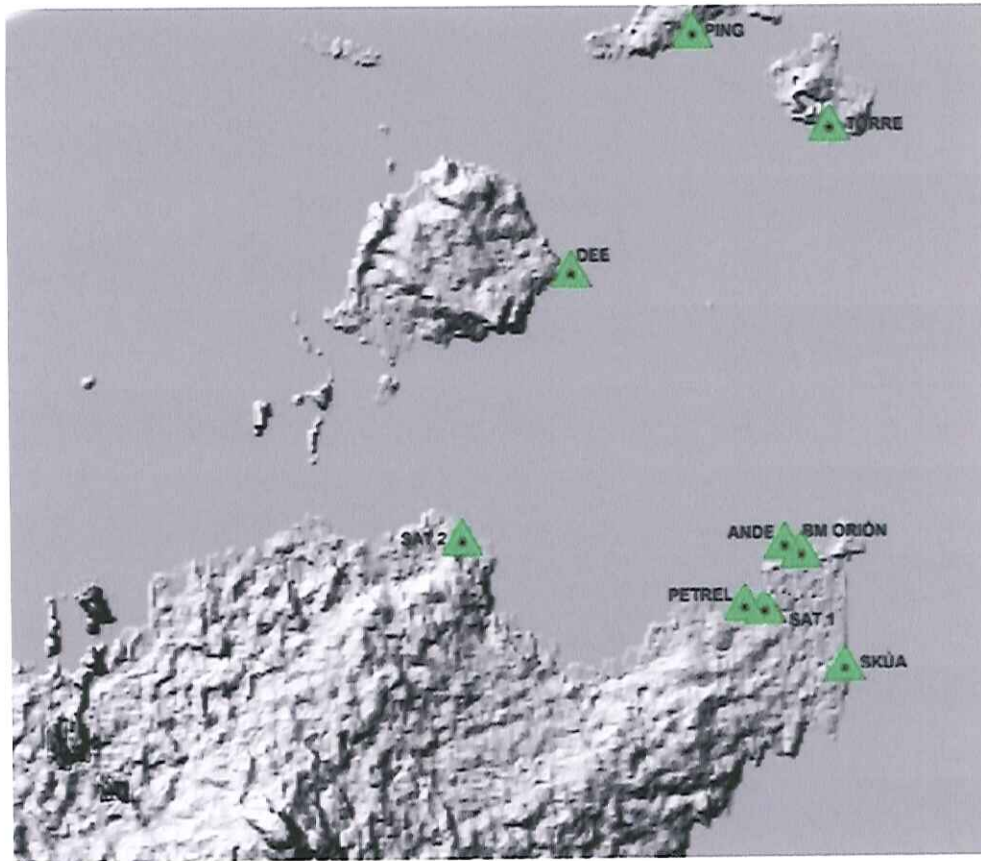


## SKUA



Clavo de bronce centrado y nivelado, que se encuentra incrustado en la roca. Las dimensiones del clavo son: longitud 0.1080 m.; diámetro externo 0.0350 m.; y, diámetro interno 0.0190 m. Sobresale aproximadamente 0.05 m del suelo.

## GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE LA RED GPS “ANTÁRTIDA ”



### 7.3 EQUIPOS GPS UTILIZADOS

Para la recolección de datos se utilizaron 4 Receptores de Doble Frecuencia TRIMBLE GNSS R8, 4 Colectoras de datos, 4 Trípodes, Baterías y Cargadores, todos de la Marca TRIMBLE.

La medición de los puntos de la Red GPS “Antártida-EC”, se realizó por el método de posicionamiento GPS estático diferencial con equipos que tienen las siguientes características técnicas:



TRIMBLE GNSS R8

## ESPECIFICACIONES DE FUNCIONAMIENTO

### Mediciones

- Tecnología Trimble R-Track
- Chip GNSS topográfico personalizado Trimble Maxwell™ avanzado
- Correlador múltiple de alta precisión para medidas de pseudodistancia de GNSS
- Sin filtrado, datos de medidas de pseudodistancia sin suavizado, para lograr un bajo ruido, pocos errores por trayectoria múltiple, una correlación de dominio de bajo tiempo y una respuesta de alta dinámica.
- Medidas de fase portadora de L1, L2 y L5 de muy bajo ruido con una precisión <1 mm en un ancho de banda de 1 Hz.
- Las razones de señal-ruido de L1, L2 y L5 se señalan en dB-Hz
- Probada tecnología de rastreo de baja elevación de Trimble
- 72 Canales:
  - Código GPS L1 C/A, Transportador de Ciclo Completo L2C, L1/L2/L5
  - Código GLONASS L1 C/A, Código L1 P, Código L2P, Transportador de Ciclo Completo L1/L2
  - Soporte SBAS WAAS/EGNOS

Levantamientos GPS estáticos y FastStatic (estáticos rápidos)

Horizontal:  $\pm 5 \text{ mm} + 0,5 \text{ ppm RMS}$

Vertical:  $\pm 5 \text{ mm} + 1 \text{ ppm RMS}$

### Temperatura

De funcionamiento:  $-40^\circ\text{C}$  a  $+65^\circ\text{C}$  ( $-40^\circ\text{F}$  a  $+149^\circ\text{F}$ )

De almacenamiento:  $-40^\circ\text{C}$  a  $+75^\circ\text{C}$  ( $-40^\circ\text{F}$  a  $+167^\circ\text{F}$ )

Humedad: 100%, con condensación

Sumergible: Cumple con el estándar IPX7 hasta una profundidad de 1 m (3,28 pies)

Golpes y vibraciones: ha sido probado y cumple con los siguientes estándares medioambientales:

Golpes. Apagado: ha sido diseñado para resistir caídas de hasta 2 m (6,6 pies) sobre hormigón.

Encendido: de diente de sierra hasta 40 G, 10 mseg

Vibraciones: Cumple con el estándar MIL-STD-810F, FIG.514.5C-1

Receptor/Antena Trimble GNSS R8

## 7.4.- OBSERVACIONES DE CAMPO

Para la recolección de datos GPS se realizaron observaciones los días GPS: 052 (21-FEB-2013), 053 (22-FEB-2013), 054 (23-FEB-2013), 056 (25-FEB-2013), 058 (27-FEB-2013), 059 (28-FEBMAR-2013), 060 (01-MAR-2013) y 061 (02-MAR-2013); correspondientes a las semanas GPS 1728 y 1729.

Para garantizar una correcta recepción de la información satelital, en cada sesión GPS, se cumplieron con los siguientes procedimientos:

- Tiempo de recepción mínima: 1 hora
- Angulo de enmascaramiento:  $10^\circ$
- N° satélites mínimo enganchados: 4
- Intervalo de grabación: 1 segundo

- Horas de recepción óptimas: PDOP menor que 5  
HDOP menor que 5
- Tipo de posicionamiento: Estático
- Correcto nivelado y centrado de la antena sobre el punto, considerando que el eje vertical de la antena sea perpendicular al centro geométrico del punto a determinarse.
- Elaboración de una ficha de registro de campo por cada observación GPS.

## 7.5.- PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el procesamiento de datos GPS se utilizó el software de procesamiento TRIMBLE BUSINESS CENTER (TBC) Versión 2.4, que es una actualización del software GPSurvey, cuyo soporte lógico puede resumirse en la utilización de los siguientes módulos:

Módulo DISPOSITIVO TOPOGRAFICO, para transferir la información de cada uno de los receptores al computador. La transferencia de los datos obtenidos mediante el receptor, se la realiza a través de un cable en paralelo RS-232, cuidando que no existan errores ni cortes en la bajada de datos. Este módulo permite transferir datos de cualquier dispositivo topográfico utilizado.

Módulo WAVE BASELINE PROCESSING, el procesador de líneas base calcula vectores a partir de mediciones GPS realizadas por dos o más receptores que han capturado datos simultáneamente. El procesamiento de las líneas base se realiza para cada sesión, obteniendo los vectores necesarios para el cálculo de las coordenadas de los puntos.

En este proyecto, en el procesamiento de cada vector GPS, se fijaron la precisión horizontal de  $< 0.050$  m.  $+1.0$  ppm, precisión vertical  $< 0.100$  m.  $+ 1.0$  ppm

Módulo NETWORK ADJUSTMENT, realiza el ajuste final de todos los datos GPS procesados en el WAVE (líneas base). El módulo de ajuste permite también:

- Detectar los errores en las mediciones.
- Corregir errores sistemáticos.
- Estimar y modelar errores aleatorios.
- Informar errores estimados en las coordenadas ajustadas, observaciones ajustadas y parámetros de transformación.

La información obtenida se almacenó en el ordenador de cálculo en la base de datos propia del TRIMBLE BUSINESS CENTER (TBC) Versión 2.4, que maneja un nombre completo para cada proyecto y con subdirectorios que se nombran a través del día del año de la observación.

Posteriormente en gabinete se realizará el procesamiento en el Software Científico BERNES 5.0



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.

El Software GPS Bernese es una herramienta sofisticada que cumple con altos estándares de calidad utilizado para trabajos geodésicos y otras aplicaciones que utilizan el Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)

Este software de carácter científico, es conocido a nivel internacional por su alto grado de confiabilidad en el procesamiento y ajuste de datos GPS, debido a la utilización de modelos de corrección para la mayoría de los errores inherentes a las mediciones GPS, con resultados de alta exactitud y precisión.

La utilización de efemérides precisas, empleo de modelos de corrección troposférica e ionosférica, parámetros de rotación terrestre, el uso de la frecuencia combinada (L3), 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.

El Software GPS Bernese se compone de más de 300 000 líneas de código fuente en aproximadamente 1200 módulos. El programa de menú actúa como interfaz de usuario para la mayor parte de los cerca de 100 programas.

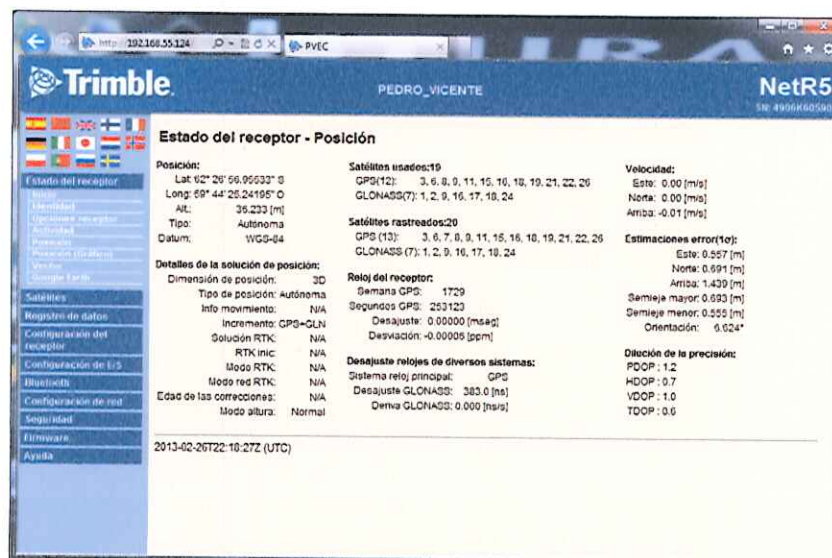
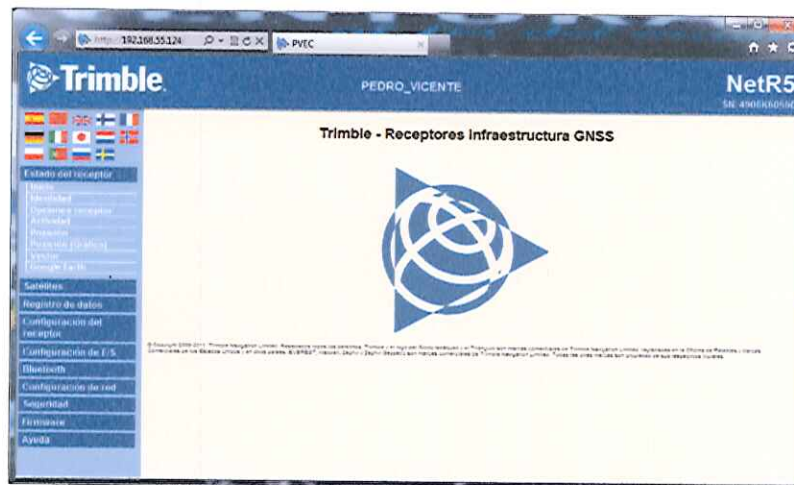
Estos programas se activan a través de menús desplegables que reflejan las partes principales del software de una manera lógica.

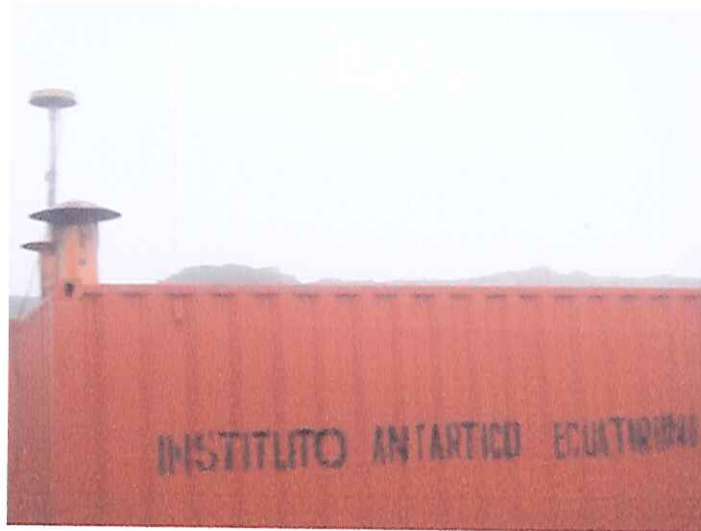
## **7.6.- INSTALACIÓN TEMPORAL DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO CONTINUO**

Se realizó la instalación de la estación de monitoreo continuo, donde se constató que:

- Interferencia de señales de frecuencias externas: No existe interferencia.
- Calidad de recepción de señal GNSS: Óptima
- Tiempo de observación (rastreo) GNSS (hh:mm): 192 horas
- Épocas: 1 segundo
- Tamaño de Archivo diario: 15 Mb
- Número de satélites GPS enganchados (tracking): 13 SVS GPS
- Número de satélites GLONASS enganchados (tracking): 7 SVS GLONASS
- Valor máximo PDOP / VHDOP: 1.2
- Marca y modelo de antena GNSS: CHOKER RING
- Marca y modelo de receptor GNSS: TRIMBLE R9
- Obstrucciones superiores a 10 grados (ángulo de corte): 100 metros al Este existe una elevación, su ángulo de obstrucción es de 6 grados.
- Energía eléctrica / estabilizada: NO, solo en tiempo de verano cuando la estación Maldonado reabre su funcionamiento durante 4 meses.
- Línea telefónica: NO
- Servicio de Internet suministrada por la entidad para la EMC: NO

- ISP: NO, solo en tiempo de verano cuando la estación Maldonado reabre su funcionamiento durante los 4 meses provee de internet satelital.





## 7.7.- DETERMINACIÓN DE ALTURAS.

### 7.7.1.- SISTEMA DE REFERENCIA VERTICAL

La superficie topográfica es la superficie real de la Tierra, pero para poder representarla es necesario referirla a algún modelo matemático, de estos modelos se generan las cartas y mapas, desarrollados por la cartografía. Las alturas usadas en la Geodesia se clasifican según su determinación, su aplicación y modelo físico matemático.

#### Alturas geométricas

Estas son obtenidas a través de nivelación geométrica o trigonométrica, las diferencias de nivel varían según el campo de gravedad del recorrido de la nivelación. Debido a la forma elipsoidal de la tierra y su distribución irregular de las masas en su interior, las superficies equipotenciales en puntos diferentes no son iguales debido a la distribución de masas en el interior de la Tierra, lo que explica densidades diferentes, generando diferentes campos de gravedad.

#### Alturas elipsoidales

Representan la separación entre la superficie topográfica terrestre y la superficie del elipsoide, y se mide por la normal al elipsoide designándose con la letra  $h$ .

Esta es calculada a partir de coordenadas geocéntricas cartesianas definidas sobre un elipsoide de referencia.

Las alturas elipsoidales están referidas al elipsoide GRS80.

## Alturas ortométricas

Esta es la altura que existe entre la superficie topográfica y el geoide siendo perpendicular a este último se designa con la letra H. Para lo que será necesario conocer la gravedad verdadera entre el punto evaluado y el geoide.

La gravedad medida en la superficie topográfica es la gravedad real y la verdadera se encuentra referida al geoide, es aquí donde surge el inconveniente de cómo medirla siguiendo la vertical en el punto observado. Existen algunos modelos de cómo poder calcularla a través de modelos geofísicos y aplicar reducciones para trasladar la gravedad al geoide.

Las alturas ortométricas se pueden calcular a partir de las elipsoidales:

$$H = h - N$$

## Ondulación Geoidal

La diferencia que existe entre el geoide y el elipsoide se conoce como ondulación del geoide N.

Gracias a esta variante se puede describir el irregular comportamiento del geoide. Conociendo la ondulación geoidal se puede calcular la altura ortométrica o altura sobre el NMM de algún punto de observación en particular todo esto a partir del valor de la altura sobre el elipsoide referida por un equipo GPS.

## 7.8.- NIVELACIÓN TRIGONOMÉTRICA DE LOS PUNTOS DE LA RED GPS “ANTÁRTIDA- EC”

Se define a la nivelación trigonométrica como el método altimétrico que permite obtener desniveles entre puntos, con observaciones de distancias cenitales de cualquier inclinación.

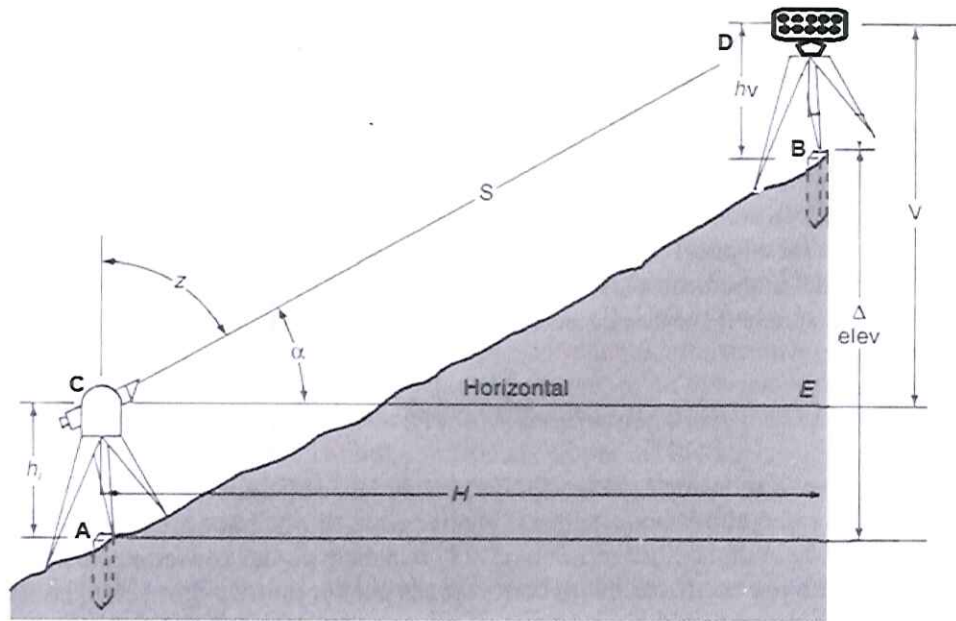
Instalamos la estación total en el punto A, y el prisma en el punto B.

La diferencia de nivel entre dos puntos se determina midiendo: a) la distancia inclinada (S) u horizontal (H) entre los puntos, y b) el ángulo cenital (Z) o el ángulo vertical  $\alpha$  entre los puntos.

Así en la siguiente figura si se miden la distancia inclinada (S) y el ángulo cenital (Z) o el ángulo vertical  $\alpha$  entre C y D, la diferencia de nivel entre C y D será:

$$Dn = S \cdot \cos Z \text{ o bien } Dn = S \cdot \sin \alpha$$





Cuando las distancias son muy grandes ( $S > 600\text{m}$ ) se debe introducir un término de corrección por curvatura y refracción, correcciones que ya son introducidas modernamente y con facilidad en la Estación Total.

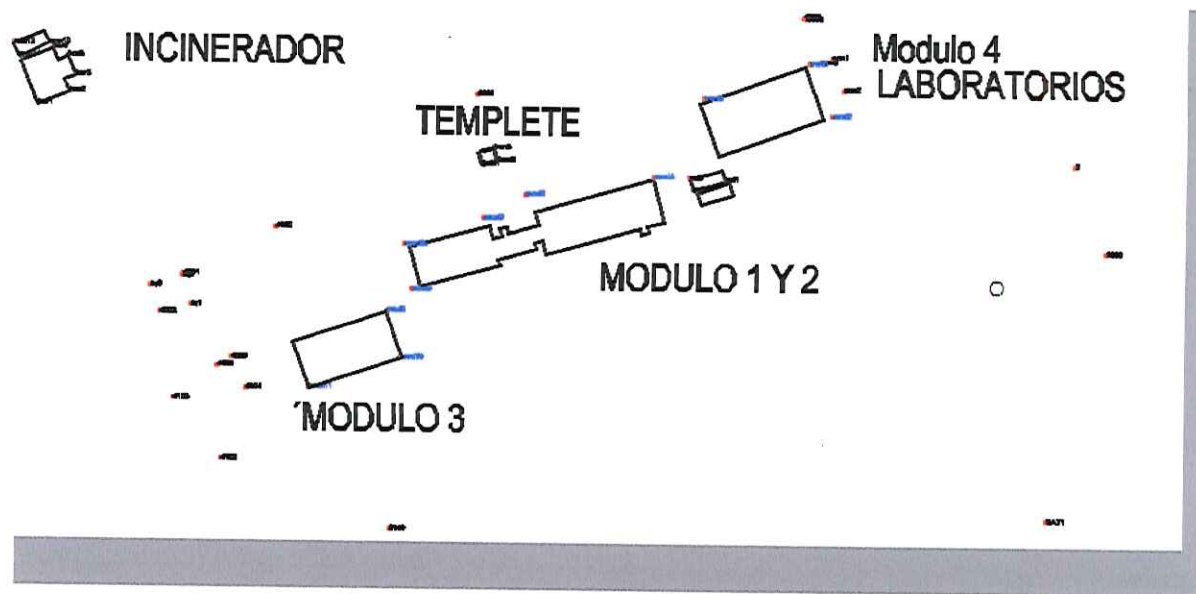
Por su naturaleza indirecta y por estar más afectado por errores sistemáticos que en el caso de nivelación directa (Geométrica), el método trigonométrico es menos preciso y produce resultados menos exactos.



## 7.9.- ELABORACION DE CARTOGRAFÍA

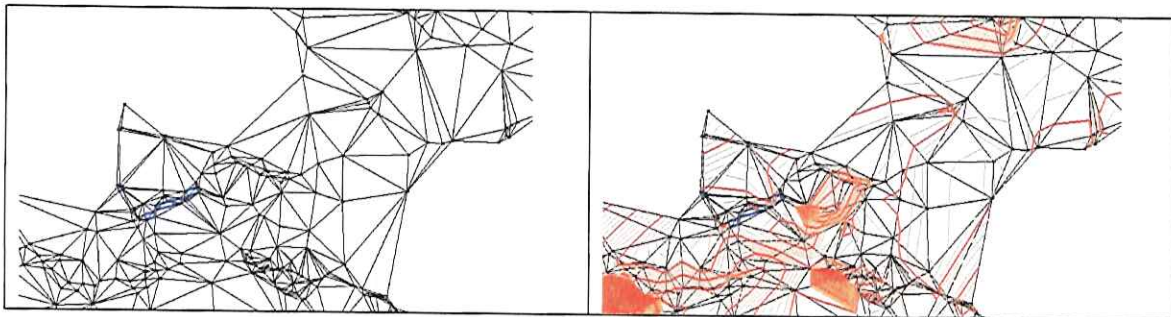
### 7.9.1.- LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El objetivo es el levantamiento de datos que permitan la Generación de cartografía 1:10000, del emplazamiento de la estación científica ecuatoriana, Pedro Vicente Maldonado, en la isla Greewich, Punta Williams en el continente Antártico.

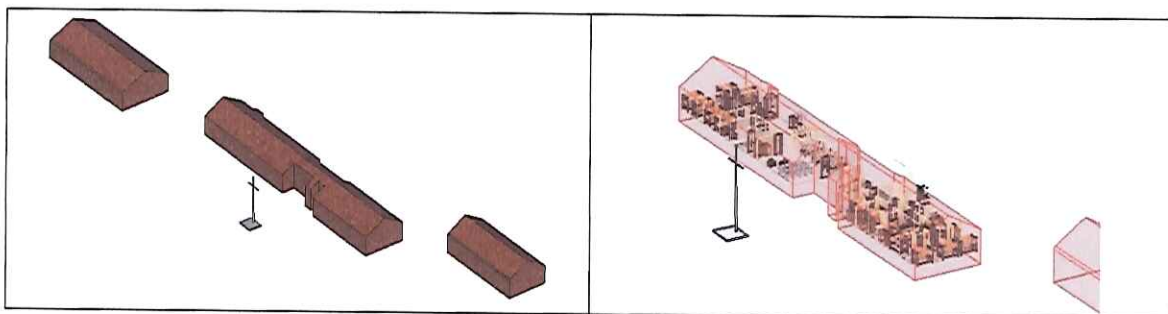


Los datos obtenidos serán usados para el control fotogramétrico, que permitirá obtener un modelo de terreno más preciso.

En base al levantamiento se pueden interpolar los datos y posteriormente generar curvas de nivel del terreno.



Como valor agregado, en base a los datos recopilados en la estación se crea un modelo digital de 3 dimensiones de la estación.



## 8. Datos Obtenidos:

Los resultados obtenidos de la nivelación y los puntos GPS, son datos preliminares para el apoyo de los proyectos luego se entregara oficialmente esta documentación.

INSTITUTO Geográfico Militar	
Anexo 1: Elenco de Coordenadas Preliminar de las Estaciones de la Red GPS "Antártida - EC"	
Sector: Isla Greenwich	
Sistema Geodésico de Referencia: WGS 84	
Elipsoide de Referencia: WGS 84	
Coordenadas Planas: UTM Zona 21 S.	

		COORDENADAS GEOGRÁFICAS									COORDENADAS UTM 21 SUR		
No.	Nombre Punto	Latitud (° ' ")				Longitud (° ' ")				Alt. Elips. h. (m)	Norte N. (m)	Este E. (m)	Alt. Nivelada (m)
		°	'	"									
1	ANDE	62	26	40.69373	S	59	44	15.36101	W	31.03	3073292.45	358736.701	10.7684
2	DEE	62	25	28.55561	S	59	46	6.54693	W	29.19	3075455.48	357048.071	-
3	ORIO	62	26	43.1217	S	59	44	6.20194	W	26.17	3073222.92	358871.107	5.7637
4	PETR	62	26	55.7735	S	59	44	39.17949	W	28.37	3072811.6	358415.263	8.0124
5	PING	62	24	28.9843	S	59	44	52.26082	W	25.54	3077343.28	358034.728	-
6	RIQU	62	28	48.94265	S	59	46	5.85122	W	23.74	3069258.72	357323.728	-
7	SAT1	62	26	59.10091	S	59	44	21.3045	W	46.22	3072719.57	358675.694	25.8621
8	SAT2	62	26	35.7576	S	59	47	15.02536	W	70.07	3073334.98	356156.018	-
9	SKUA	62	27	12.75265	S	59	43	45.13167	W	35	3072319.3	359211.713	14.6132
10	TORR	62	24	54.22008	S	59	43	38.47792	W	27.59	3076607.68	359126.09	-

NOTA: \*\*\* Altura Nivelada mediante nivelación trigonométrica

## 9. Trabajos Pendientes Relacionados con el Proyecto:

### CARTOGRAFIA

1. Puntos de apoyo fotogramétrico.

### GEODESIA

1. NIVELACIÓN GEOMÉTRICA.
2. GPS (comprobación).
3. ESTACIÓN MONITOREO CONTINUO (Instalación y funcionamiento).
4. DETERMINACIÓN DEL MARCO DE REFERENCIA "ANTARTIDA -EC".
5. MANTENIMIENTO DE LOS MOJONES Y PLACAS.





**MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL**  
**INSTITUTO ANTARTICO ECUATORIANO**  
**GUAYAQUIL**



**INFORME DE AVANCE DEL PROYECTO**

**DETERMINACIÓN DE UN MARCO GEODÉSICO DE REFERENCIA DE ALTA PRECISIÓN ENLAZADO AL ITRS (INTERNATIONAL TERRESTRIAL REFERENCE SYSTEM), CON MEDICIONES DE GRAVEDAD Y ALTURAS; COMPLEMENTADO CON EL CÁLCULO DE LA DECLINACIÓN MAGNÉTICA Y CONVERGENCIA, EN EL ÁREA DE LA ESTACIÓN CIENTÍFICA PEDRO VICENTE MALDONADO.**

**INSTALACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE MONITOREO CONTINUO ENLAZADA A LA RED SIRGAS (SISTEMA DE REFERENCIA GEOCÉNTRICO PARA LAS AMÉRICAS) Y POSTULARLA COMO ESTACIÓN IGS.**

**21 DE DICIEMBRE DEL 2012**

INFORME DE AVANCE SE ENCUENTRA EN EL Libro Repositado