

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO**  
**FACULTA DE INGENIERIA**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**USO DE SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO DE RED  
GEODESICA PARA CONTROLES TOPOGRAFICOS EN LAS  
OBRAS DE CONSTRUCCION CIVIL DEL PROYECTO  
MINERO QUELLAVECO EN LA ETAPA DE  
CONSTRUCCION.**

**TESIS:**  
**PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**  
**BACH. PEDRO LUIS, LOPEZ FLORES**

**ASESOR:**  
**ING. ENRIQUE DURAND BAZAN**

**Trujillo, 2022.**

--

## HOJA DE FIRMAS

USO DE SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO DE RED GEODESICA PARA CONTROLES  
TOPOGRAFICOS EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION CIVIL DEL PROYECTO  
MINERO QUELLAVECO EN LA ETAPA DE CONSTRUCCION.

Bach. Pedro Luis, Lopez Flores

AUTOR

Ing.

PRESIDENTE

Ing.

SECRETARIO

Ing.

VOCAL

## DEDICATORIA

*Siempre tengo a Dios presente, quien me fortalece y me guía para conseguir mis sueños.*

*Mi madre, Eva Flores Sangama, quien fue la persona que siempre estuvo a mi lado mostrándome el mejor ejemplo de sacrificio y perseverancia.*

*A mi esposa Gaby Guillermo Flores, quien es la persona que estuvo a mi lado, motivándome para esforzarme cada día más y ser un buen ejemplo para mi familia, durante todo el proceso de mis estudios y sustentación.*

*Mis hijos, Gabriel y Micaela López Guillermo, fueron mi motivación para esforzarme y seguir adelante con mis metas y objetivos, para ser un excelente profesional y un ser humano.*

***Pedro Luis, Lopez Flores.***

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, doy gracias a nuestro señor todo poderoso por haberme guiado y permitirme tener la buena experiencia vivida con todos mis profesores, compañeros de estudios, etc.

Gracias Universidad Privada de Trujillo por convertirme en el profesional que ahora soy y que tanto me apasiona.

Recuerdo mucho las enseñanzas de mis maestros por apoyarme en cada decisión que he tomado durante todo el periodo de mis estudios, algo que llevo muy dentro de mi ser, no ha sido sencillo el camino hasta ahora, gracias por todo su aporte y hago presente mi gran afecto hacia ustedes.

Muchas gracias a todos.

## INDICE DE CONTENIDO

HOJA DE FIRMAS .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT .....	viii
1 INTRODUCCION.....	1
1.1 Realidad problemática.....	1
1.2 Formulación del problema.....	2
1.3 Justificación.....	2
1.4 Hipótesis.....	3
1.5 Objetivos.....	3
1.5.1 Objetivo General.....	3
1.5.2 Objetivo Específico.....	3
1.6 Marco teórico.....	3
1.6.1 Marco Conceptual.....	3
1.6.2 Bases teóricas.....	4
1.6.2.1 Consideraciones Geodésicas.....	4
1.6.2.2 Sistemas de Red Geodésica de referencia.....	5
1.6.2.3 Sistema Datum WGS84 (World Geodetic System 1984).....	7
1.6.2.4 Sistema Provisional South American Datum 1956 (PSAD56).....	8
1.6.2.5 Sistema de Referencia Geométrico para las Américas (SIRGAS).....	9
1.6.2.6 Sistema de coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator).....	9
1.6.2.7 Procesos Topográficos.....	13
2 MATERIAL Y METODOS.....	27
2.1 Material de estudio.....	27
2.1.1 Población.....	27
2.1.2 Muestra.....	28
2.2 Técnicas, procedimientos e instrumentos.....	29
2.2.1 Desarrollo General.....	29
2.2.1.1 Alcance.....	29
2.2.1.2 Descripción.....	29

2.2.1.3	Sistema de coordenadas .....	29
2.2.2	Normativa.....	30
2.2.3	Procedimiento de Red Geodésica.....	31
2.2.3.1	Metodología.....	31
2.2.3.2	Equipos de Medición .....	31
2.2.3.3	Enlace a Red Geodésica Nacional (IGN).....	31
2.2.3.4	Cálculos.....	31
2.2.3.5	Cuadro de Coordenadas .....	32
2.2.3.6	Fichas Técnicas.....	33
2.2.4	Procedimiento de Poligonal Base.....	33
2.2.4.1	Metodología.....	33
2.2.4.2	Equipos de Medición .....	33
2.2.4.3	Enlace a Red Geodésica del Proyecto Quellaveco. ....	34
2.2.4.4	Cálculos.....	34
2.2.4.5	Cuadro de Coordenadas .....	34
2.2.4.6	Fichas Técnicas.....	35
2.2.5	Procedimiento de Trazo y Replanteo Topográfico .....	35
2.2.5.1	Metodología.....	35
2.2.5.2	Responsabilidades.....	35
2.2.5.3	Requerimientos e Instrumentos.....	37
2.2.5.4	Equipos de Medición / Herramienta Manuales.....	38
2.2.5.5	Parámetros de Control de Seguridad.....	38
2.2.5.6	Procedimiento General.....	39
2.2.5.7	Procedimiento Especifico .....	40
2.2.5.8	Puntos de Control Geodésico.....	42
2.2.5.9	Medición de Poligonal de Apoyo .....	43
2.2.5.10	Nivelación de BMs .....	45
2.2.5.11	Replanteo de Ejes con Poligonal de Apoyo.....	46
2.2.5.12	Levantamiento Topografía Inicial.....	47
2.3	Operaciones de variable .....	47
3	RESULTADOS.....	48
3.1	Análisis de la Red Geodésica.....	48



3.1.1	Metodología .....	48
3.1.2	Proceso Operativo .....	48
3.1.3	Resultados obtenidos.....	49
3.1.4	Resumen de Procesamiento.....	49
3.2	Análisis de Poligonal Base.....	50
3.2.1	Metodología .....	50
3.2.2	Proceso operativo .....	50
3.2.3	Resultados obtenidos.....	51
3.2.4	Resumen de Procesamiento.....	51
3.3	Análisis de Trazo y Replanteo .....	52
3.3.1	Metodología .....	52
3.3.2	Proceso operativo .....	52
3.3.3	Resultados obtenidos.....	52
4	CONCLUSIONES .....	52
5	CONCLUSIONES .....	52
6	RECOMENDACIONES.....	53
7	REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS.....	53
7.1	Bibliografía básica.....	53
7.2	Bibliografía Complementaria.....	53
	ANEXOS.....	53

## RESUMEN

En el presente proyecto de tesis, presenta los alcances, objetivos y metas, metodología, descripción y resultados de los trabajos para el control de construcción de movimiento de tierras y estructuras de concretos. Aplicando topografía moderna.

La topografía y geodesia desde los principios de la civilización ha tenido un papel muy importante en los controles geométricos de las obras de construcción. A través de los años su importancia ha ido en aumento al haber mayor demanda en diversas actividades de construcción, donde se establecen líneas y niveles más precisos como guía para las operaciones de construcción, esto mejorando la calidad en el proceso constructivo en sus diferentes disciplinas. En conformidad con las normas aplicables, asegurar y controlar las actividades de acuerdo a las especificaciones técnicas y tolerancias.

Este proyecto de tesis desarrolla el manejo operacional de los controles topográficos de partida basada en una red geodésica para la ejecución geométrica de los sistemas; movimiento de tierras, obras de cimiento de concreto estructural.

Se tendrá en cuenta los diferentes procedimientos operativos de los procesos constructivos de los diferentes sistemas de construcción.

## ABSTRACT

In this thesis project, it presents the scope, objectives and goals, methodology, description and results of the work for the construction control of earthworks and concrete structures. Applying modern topography.

Topography and geodesy since the beginning of civilization has played a very important role in the geometric controls of construction works. Over the years, its importance has increased as there is greater demand in various construction activities, where more precise lines and levels are established as a guide for construction operations, this improves the quality of the construction process in its different disciplines. In accordance with applicable standards, ensure and control activities according to technical specifications and tolerances.

This thesis project develops the operational management of the starting topographic controls based on a geodesic network for the geometric execution of the systems; earthworks, structural concrete foundation works.

The different operating procedures of the construction processes of the different construction systems will be taken into account.

## 1 INTRODUCCION.

### 1.1 Realidad problemática

Desde los tiempos más antiguos el ser humano ha buscado vivir en un terreno mucho más cómodo, es así que poco a poco fue utilizando su ingenio e ideando una manera de poner a un mismo nivel una pequeña área para poder construir sus viviendas, granjas, chacras, etc., así se encuentren más estables y con menos posibilidades ante un colapso o el desgaste de suelos y rocas que producen distintos procesos en la superficie de la tierra.

La topografía es una de las artes más antiguas e importantes, como se ha observado, desde los tiempos más remotos, ha sido necesario en las marcaciones de límites, dividir y posicionar estructuras de obras de construcción (movimiento de tierra, cimientos de concretos y estructuras de montaje) sobre la superficie terrestre. En la era moderna, la topografía y geodesia se ha vuelto indispensable. Los resultados de las actividades de levantamiento y monitoreo topográficos se emplean para elaborar mapas de ubicación terrestre, diseños de planos de construcción, arriba y abajo del nivel del mar, trazar cartas de navegación (aérea, terrestre y marítima), deslindar propiedades privadas y públicas; crear bancos de datos con información sobre recursos naturales y uso del suelo, para ayudar a la mejor administración y aprovechamiento de nuestro ambiente físico.

En la actualidad la importancia de medir y monitorear nuestro medio ambiente para la etapa de la construcción se ha vuelto vital a medida que crece la población, el valor de los bienes raíces aumenta, nuestros recursos naturales se empobrecen y las actividades del ser humano continúan contaminando nuestra tierra, agua y aire. La topografía y geodesia dan facilidad de poder medir y observar la tierra y sus recursos naturales literalmente desde un punto de vista global, utilizando las modernas tecnologías terrestres, aéreas y por satélite, así como las computadoras para el procesamiento de los datos. Nunca antes se había tenido tanta información para estimar las condiciones actuales, tomar decisiones de planeación firmes y formular una política para muchas aplicaciones del uso del suelo, el desarrollo de los recursos y las medidas para preservar el medio ambiente en la etapa de la construcción.

La topografía y geodesia desempeña un papel sumamente importante en muchas ramas de la ingeniería. Por ejemplo, los levantamientos topográficos son indispensables para planear, construir y mantener carreteras, vías ferroviarias, sistemas viales de tránsito rápido, edificios, puentes, rangos de proyectiles, bases de lanzamientos de cohetes, estaciones de rastreos, túneles, canales, zanjas de irrigación, presas, obras de drenaje, terrenos urbanos, sistemas de abastecimientos de agua potable y disposición de aguas residuales, tuberías y voladuras de minas.

El proyecto Quellaveco, es un proyecto de envergadura mundial del Perú, el cual, se encuentra en la etapa inicial de su construcción, con la meta de iniciar su etapa de producción en el año 2022, cumpliendo con la seguridad y respeto con las comunidades y el medio ambiente. En los trabajos de control topográficos del Proyecto Minero Quellaveco – Etapa de Construcción, solo pueden tolerarse errores extremadamente pequeños y en esto

no existe ningún factor de seguridad, Por lo tanto, tradicionalmente, en los levantamientos topográficos siempre es indispensable la precisión, tanto en operaciones manuales como en cálculos automatizados. En donde se puede experimentar diferentes tipos de retraso durante el proceso de la obra, algunos de estos factores, son: (1) el error en la geometría de las infraestructuras de las construcciones, que involucran en el control topográfico en la etapa de ejecución; (2) la mala manipulación del instrumento topográfico por el operario; (3) monumentación de los hitos topográficos (4) información de los datos de los hitos topográficos; entre otros. (ambientales, climáticos y del hombre).

A raíz de estos errores se genera impactos en la entrega del plazo por incumplimiento, generando pérdidas en tiempo y en costos, por consecuencia tiene obligaciones por las que se debe responder en el menor corto plazo. Es ahí donde se tiene que aplicar medidas para mitigar el error de la geometría de las obras, para continuar con el proceso constructivo así poder cumplir con los tiempos de entrega, respetando el alcance contractual, tiempo y costo estipulados en el contrato del proyecto.

En este presente informe detallo la metodología a implementar a través de un Sistema de Red Geodésica para controlar los errores mencionados líneas arriba, en la etapa de construcción del Proyecto en mención.

## **1.2 Formulación del problema.**

¿De qué manera influye el uso de un sistema de posicionamiento de una Red Geodésica en los controles Topográficos de las obras de proyectos de construcción del Proyecto Minero Quellaveco – Etapa de construcción?

## **1.3 Justificación.**

El desarrollo del presente proyecto, se enfocará en estudiar los controles topográficos y para ello se debe considerar, en la realización de cualquier tipo de obra, fundamentalmente en el inicio de las actividades; el estudio Geodésico y la aplicación de la Topografía en la superficie terrestre, para contar con la información de los datos de campo, así poder realizar las proyecciones de las obras de construcción en los distintos sistemas que se requiere representar y elaborar los planos topográficos en el control dimensional, presupuestar y planificar el proyecto de construcción.

Todos los ingenieros deben conocer los límites de exactitud posible en la construcción, diseño y proyecto, así como de los procesos de manufactura, aun cuando sea algún otro quien haga el trabajo real de la topografía. En particular, los ingenieros civiles y topógrafos son los principales en planear y proyectar levantamientos, deben tener una perfecta comprensión de los métodos e instrumentos a utilizar, incluso de sus alcances y limitaciones. Este conocimiento se logra midiendo con los tipos de instrumentos utilizados en la práctica para tener una idea real de la teoría de los errores, aunque reconocibles diferencias que ocurren en las cantidades observadas. Además de resaltar la necesidad de límites razonables de exactitud, la topografía enfatiza también el valor de las cifras

significativas, Los topógrafos e ingenieros deben saber trabajar hasta el centésimo de pie (metro) en vez de hacerlo hasta las décimas, o talvez hasta el entero más próximo, o de la precisión que se necesite en los datos de campo y justifique efectuar los cálculos con el número de decimales para determinar los procedimientos y resultados.

Esquemas y cálculos bien hechos y limpios son señal de una mente ordenada, la cual a su vez indique una sólida preparación y competencia en ingeniería.

#### **1.4 Hipótesis.**

El uso de un sistema de posicionamiento de una Red Geodésica influye de manera efectiva en los controles topográficos de las obras de proyectos de construcción del Proyecto Minero Quellaveco.

#### **1.5 Objetivos.**

##### **1.5.1 Objetivo General.**

Realizar un control topográfico efectivo en las obras de proyectos de construcción con el uso de un sistema de posicionamiento de una Red Geodésica en el Proyecto Minero Quellaveco – Etapa de construcción.

##### **1.5.2 Objetivo Específico.**

Elaborar procedimientos constructivos para la ejecución de las obras de construcción.

- Procedimiento de sistema de posicionamiento de la red Geodésica.
- Procedimientos de Red de puntos base.
- Procedimiento de trazo y replanteo topográfico

#### **1.6 Marco teórico.**

##### **1.6.1 Marco Conceptual**

###### **a. Antecedentes Generales.**

Los registros históricos más antiguos sobre la topografía afirman que esta ciencia se originó en Egipto. Heródoto escribió que Sesostris (alrededor del año 1400 a.C.) dividió Egipto en lotes para el pago de impuestos. Las inundaciones anuales del río Nilo arrasaban parte de estos lotes y se designaban topógrafos para redefinir los linderos. Como consecuencia de este trabajo, los primeros pensadores griegos desarrollaron la ciencia de la geometría. Sin embargo, su progreso fue más bien en dirección de la ciencia pura. Herón sobresalió por haber aplicado esta ciencia a la topografía alrededor del año 120 a.C. Fue el autor de varios tratados importantes que integró a la topografía en el mundo de la construcción. Las primeras civilizaciones creían que la Tierra era una superficie plana, pero cuando notaron la sombra circular de la Tierra sobre la Luna durante los eclipses lunares y observaron que los barcos desaparecían gradualmente al navegar hacia el horizonte, dedujeron poco a poco que el planeta en realidad era curvo en todas sus direcciones.

*(Topografía, 14ava Edición – Paul R. Wolf).*

Actualmente para el desarrollo del proyecto Quellaveco se basaron en la digitalización de antiguas cartas geográficas y levantamientos Aero fotogramétricos en diferentes fechas y condiciones. La cual, se cuenta con una red materializada en terreno de 17 puntos distribuidos en cuadriláteros referidos al punto IGN (Instituto Geográfico Nacional) Laderas, levantada por la empresa **Oriondata**.

Asimismo, para el adecuado desarrollo del proyecto Quellaveco se solicitó a la empresa **Geotopomin** realizar el trabajo de levantar esta red de puntos mediante GPS para determinar los valores en coordenadas XYZ de cada punto, tanto en sistema de coordenadas WGS84, y PSAD 56. El origen del control horizontal y vertical corresponderá al punto IGN (Instituto Geográfico Nacional) Laderas.

En consecuencia, el alcance de este informe es definir la red geodésica válida para el proyecto la cual deberá ser usada como sistema de referencia para el replanteo de todas las obras del proyecto. El cálculo de la red geodésica se respalda con el informe y cálculos realizados por **Geotopomin**.

#### **b. Sistema de coordenadas.**

El sistema de coordenadas a utilizar en el proyecto esta referido al Datum Provisional Sudamericano de 1956, conocido como PSAD-56, y por la ubicación geográfica corresponde el Huso 19. Se informa que de acuerdo a lo indicado en el “Proyecto de Normas Técnicas de Levantamientos Geodésicos” emitido por el IGN (Instituto Geográfico del Perú), el sistema de coordenadas oficial de Perú es el WGS-84, elipsoide GRS80. Las transformaciones de coordenadas de WGS84 a PSAD 56, y viceversa, se realizaron con el programa computacional “Cálculos Geodésicos” preparado por la Dirección de Geodesia del IGN (Instituto Geográfico del Perú). El que pasa a ser el programa computacional válido para la transformación de coordenadas de WGS84 a PSAD56, debiendo ser utilizado por cualquier otra compañía que participe del proyecto, a fin de evitar las diferencias que se producen al utilizar otros programas computacionales que realizan la misma operación. El sistema de coordenadas del proyecto Quellaveco en sistema de coordenadas PSAD56 tiene su origen en que en años anteriores se utilizó como referencia el punto IGN TINAJONES, el cual tenía datum en PSAD 56, según se muestra en el informe de la Red Primaria Empresa Horizons South America **Anexo 02**.

### **1.6.2 Bases teóricas.**

#### **1.6.2.1 Consideraciones Geodésicas**

La Geodesia, es la ciencia que estudia la forma y dimensiones de la Tierra. Esto incluye la determinación del campo gravitatorio externo de la tierra y la superficie del fondo oceánico. Dentro de esta definición, se incluye también la orientación y posición de la tierra en el espacio. Una parte fundamental de la geodesia es la determinación de la posición de puntos sobre la superficie terrestre mediante coordenadas (latitud, longitud, altura). La materialización de estos puntos sobre el terreno constituye la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN), como la Red Geodésica Horizontal Oficial.

Los fundamentos físicos y matemáticos necesarios para su obtención, sitúan a la geodesia como una ciencia básica para otras disciplinas, como la topografía, la fotogrametría, la

cartografía, la ingeniería civil, la navegación, los sistemas de información geográfica, entre otras. Desde el punto de vista del objetivo de estudios, se puede establecer una división de la geodesia en diferentes especialidades, aunque cualquier trabajo geodésico requiere la intervención de varias de estas subdivisiones: (1) Geodesia geométrica, (2) Geodesia física, (3) Geodesia astronómica, (4) Geodesia espacial.

*(Instituto Geográfico Nacional De Perú).*

Actualmente, la red geodésica del Proyecto Quellaveco consiste de 17 puntos distribuidos estratégicamente para generar una poligonal de segundo orden que encierra a todas las áreas del proyecto, tanto las ubicadas en el Área Mina, en la cercanía de la Quebrada Quellaveco, el Área Planta, ubicada en Quebrada Papujune, el tanque de relaves de Cortadera, y las obras de captación de agua, en río Titire y Vizcachas ubicadas en la alta cordillera del departamento de Moquegua – Perú.

La materialización de los puntos en terreno fue realizada durante enero de 2008 por otra empresa de topografía, la cual instaló, mediante perforación en rocas estables, pernos de 1 pulgada de diámetro, adheridos con Sikadur, siendo que el centro de cabeza representa la posición física del punto perteneciente a la red poligonal. Durante abril de 2008, **Geotopomin** realizó los trabajos de campo tomando los datos por medio de equipos GPS. La red geodésica se diseña de tal forma de poder formar cuadriláteros regulares, divididos imaginariamente por sus diagonales formando triángulos. En el **Anexo 01** se muestra plano de la Red Geodésica del proyecto, en esta se aprecia que cada vértice de la poligonal está identificado por la letra “A” seguida de un número correlativo.

#### **1.6.2.2 Sistemas de Red Geodésica de referencia.**

##### **a. La figura de la tierra.**

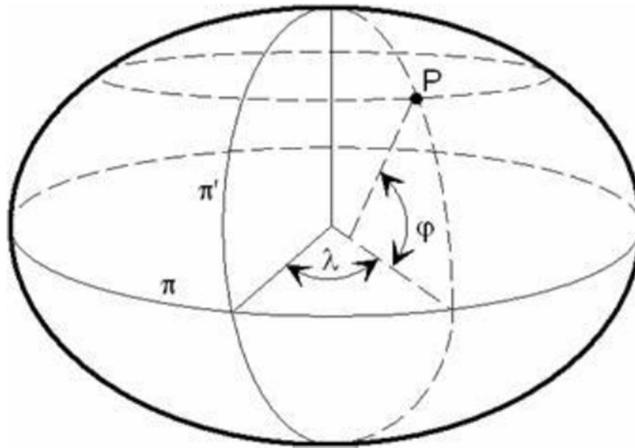
La figura de la Tierra, excluyendo la topografía o forma externa, se asemeja a la definición de geoide, definida como una superficie de nivel equipotencial del campo gravitatorio terrestre. Esta superficie equipotencial o de nivel materializado por los océanos cuando se prescinde del efecto perturbador de las mareas (casi la superficie del nivel medio de los mares) es la superficie de referencia para la altitud.

##### **b. Elipsoide de referencia.**

Como la definición matemática del geoide presenta gran complejidad, así como su definición, la superficie de la Tierra puede representarse con mucha aproximación mediante un elipsoide de revolución, definiéndose este sistema con:

- Superficie de referencia: Estableciendo sus dimensiones (semiejes a, b).
- Ejes o líneas de referencia en la superficie.
- Sentidos de medida.

Figura 1  
Coordenadas geodésicas en el elipsoide



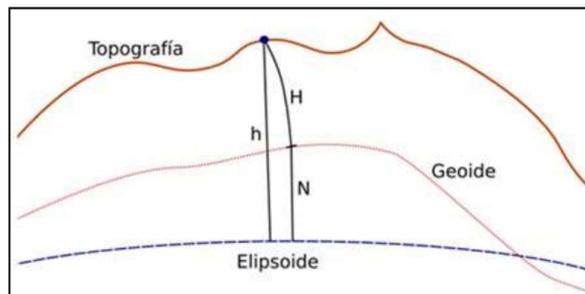
Sobre esta superficie se define las coordenadas geodésicas:

- Latitud geográfica ( $\varphi$ ): ángulo medido sobre el plano meridiano que contiene al punto entre el plano ecuatorial y la normal al elipsoide en P.
- Longitud geográfica ( $\lambda$ ): ángulo medido sobre el plano ecuatorial entre el meridiano origen y el plano meridiano que pasa por P.

El elipsoide de revolución que mejor se adapte al geoide en la zona con un punto donde ambos coinciden o bien la normal a ambos es la solución adoptada, constituyendo el concepto de Sistema Geodésico de Referencia. A lo largo de la historia diversos elipsoides se han utilizado para definir el Sistema de Referencia de cada país, de tal forma que se define aquel que mejor se ajuste al geoide.

En geodesia existirán dos Datum: el horizontal y el vertical, siendo este último la superficie de referencia respecto a la que se definen las altitudes. En este caso, lo más normal es que sea el geoide.

Figura 2  
Las tres superficies de la Tierra



De este modo, las alturas de un mismo punto referidas al elipsoide y al geoide no son iguales. La diferencia entre la altura de un punto referida al elipsoide ( $h$  = altura elipsoidal) y medida desde el geoide ( $H$  = altura optométrica) se denomina ondulación del geoide ( $N$ ).

### 1.6.2.3 Sistema Datum WGS84 (World Geodetic System 1984)

Sistema geodésico de coordenadas geográficas usado mundialmente en cartografía y navegación, que permite localizar cualquier punto en la Tierra, por medio de tres unidades dadas ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ). Consiste en un patrón matemático de tres dimensiones que representa la tierra por medio de un elipsoide.

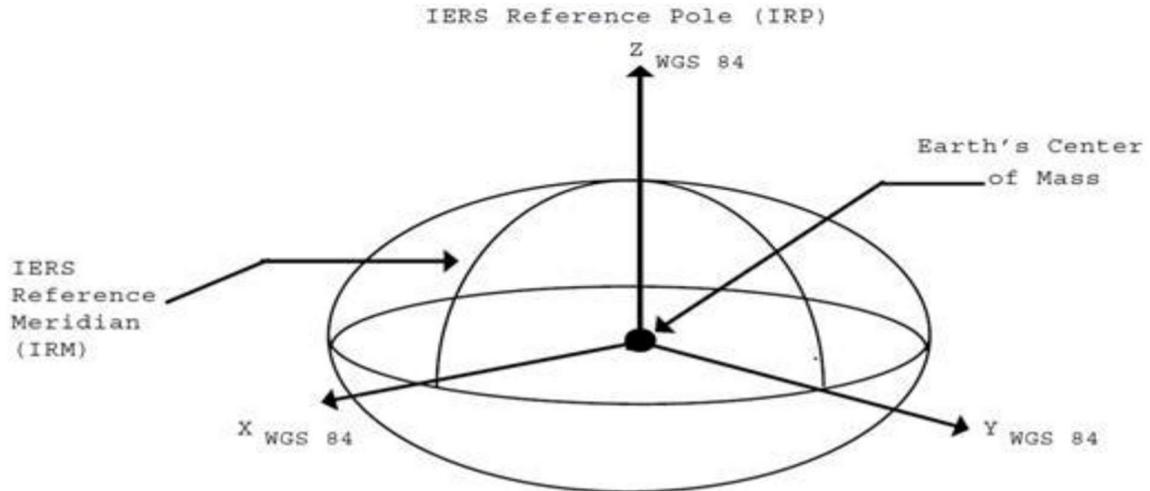
Desde 1987, el GPS utiliza el World Geodetic System WGS-84, que es un sistema de referencia terrestre único para referenciar las posiciones y vectores. Se estableció este sistema utilizando observaciones Doppler al sistema de satélites de navegación GNSS o Transt, de tal forma que se adapta lo mejor posible a toda la Tierra. Fue empleado limitadamente para fijar ubicaciones de los hitos de frontera con el Ecuador en la Cordillera del Condor, en el sector de Yaupi-Santiago, en el sector de Guepi y muy pocos en la frontera con Colombia, en la línea geodésica del trapecio amazónico, el resto de hitos de las fronteras del Perú, de mayor antigüedad, han sido ubicados por métodos astronómicos o topográficos a partir de posiciones astronómicas que solo son válidas con relación a los planos de la época en que fueron levantados y son incompatibles con la carta nacional y con las cartas actuales de los países vecinos.

*(Fuente: Instituto Geográfico Nacional De España).*

Se define como un sistema cartesiano geocéntrico del siguiente modo:

- Origen, centro de masas de la Tierra, incluyendo océanos y atmósfera.
- Eje Z paralelo a la dirección del polo CIO o polo medio definido por el BIH, época 1984.0 con una precisión de  $0,005''$ .
- El eje X como la intersección del meridiano origen, Greenwich, y el plano que pasa por el origen y es perpendicular al eje Z. El meridiano de referencia coincide con el meridiano cero del BIH en la época 1984.0 con una precisión de  $0,005''$ . Realmente el meridiano origen se define como el IERS referencia Meridian (IRM)
- El eje Y ortogonal a los anteriores, pasando por el origen.
- Terna rectangular dextrorsum.

Figura 3  
Definición de WGS84

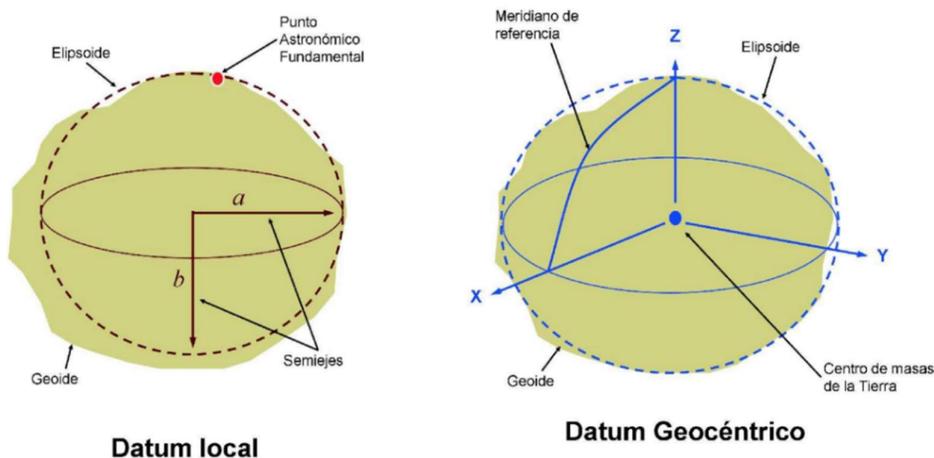


#### 1.6.2.4 Sistema Provisional South American Datum 1956 (PSAD56)

Cartografía en 1:50.000 y 250.000 este tiene una proyección cilíndrica y su punto de referencia esta dado por la ciudad de “La Canoa en Venezuela” y presenta ajuste de transformación calculados con Molodensky *Anexo 03*, para los elipsoides Int 1909 1924. Convencionalmente se ha utilizado, por décadas, referenciales geodésicos clásicos como los sistemas **PSAD56** y **SAD69**, para el continente sudamericano, quedando estos materializados por vértices geodésicos (monolitos).

(Fuente - Instituto Geográfico Nacional Del Perú).

Figura 4  
Sistemas de Referencias Geométricos



### 1.6.2.5 Sistema de Referencia Geométrico para las Américas (SIRGAS)

El proyecto SIRGAS, se origina para definir:

- Un sistema de referencia geocéntrico tridimensional.
- Determinar los cambios del marco de referencia con respecto al tiempo.
- Materializar el sistema de referencia vertical.

Siempre es recomendable mejorar los sistemas de referencia nacional mediante la instalación de más Estaciones GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite) de operación continua con el fin de mantener un control preciso y continuo de las deformaciones tectónicas.

*(Fuente - Instituto Geográfico Nacional De Perú).*

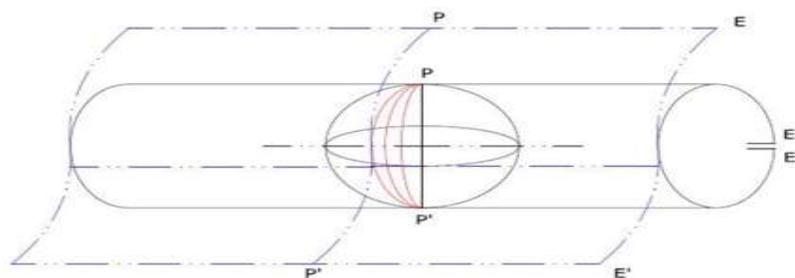
### 1.6.2.6 Sistema de coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator)

Es un sistema de proyección cartográfico basado en cuadrículas con las cuales se pueden referenciar puntos sobre la superficie terrestre.

Fue creado por el ejército de los E.E.U.U. en 1947 y está basado en un modelo elipsoidal de la Tierra (el elipsoide Internacional de referencia de Hayford); usado normalmente desde su aparición no obstante hoy día está siendo sustituido por el Elipsoide WGS84 para hacer este sistema compatible con el Sistema de Posicionamiento Global GPS. Su unidad de medida básica es el metro.

Se basa pues en una proyección de dicho elipsoide, siendo la proyección UTM un sistema cilíndrico que es tangente al elipsoide en un meridiano origen: los puntos del elipsoide se proyectan sobre un cilindro tangente a un meridiano establecido (que llamaremos meridiano central), de forma que, al desarrollar el cilindro, el Ecuador se transforma en una recta que se toma como eje de las X, y el meridiano central se transforma en otra recta perpendicular a la anterior que será el eje de las Y.

Figura 5  
Elipsoide transformado en cilindro



Para evitar que las deformaciones producidas en la proyección sean demasiado grandes se divide el elipsoide terrestre en 60 husos de 6° de amplitud, utilizando cada uno su meridiano central y el Ecuador como eje de referencia.

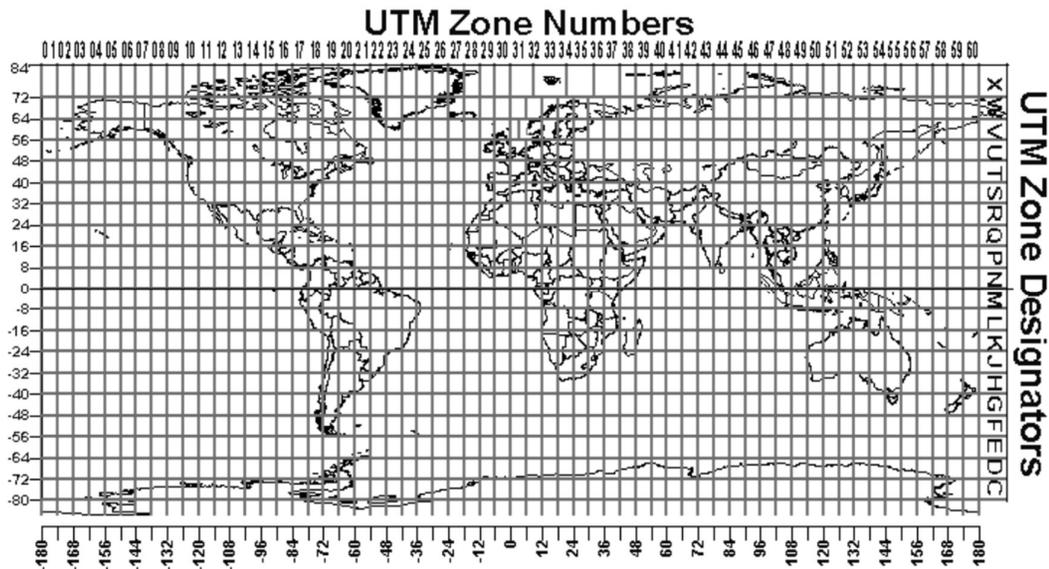
El trazado de las cuadrículas se realiza en base a estos husos y a zonas UTM, y es válido en una gran parte de la superficie total de la Tierra, pero no en toda. Concretamente, la

zona de proyección de la UTM se define entre los paralelos 80° S y 84° N, mientras que el resto de las zonas de la Tierra -las zonas polares- utilizan el sistema de coordenadas UPS (Universal Polar Stereographic).

Por tanto, en el sistema UTM la Tierra se divide en 60 husos de 6° de longitud que completan sus 360°. Cada huso se numera con un número entre el 1 y el 60, siendo el huso 1 el limitado entre las longitudes 180° y 174° W, centrado en el meridiano 177° W.

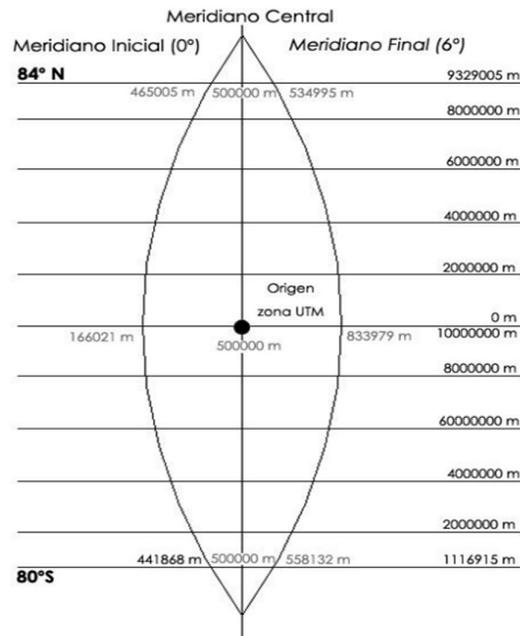
Los husos se numeran en orden ascendente hacia el este. En Perú, por ejemplo, la zona peninsular está situada en los husos 17 al 19.

Figura 6  
Mapamundi del sistema UTM



En cuanto a las zonas, la Tierra se divide en 20 zonas de 8° Grados de Latitud, que son denominadas mediante letras desde la "C" hasta la "X" inclusive (exclusión hecha de la CH, I y LL para evitar confusiones, y de la A, B, Y y Z que se reservan para las zonas polares). Como consecuencia de la esfericidad de la Tierra, las zonas se estrechan y sus áreas son menores conforme nos acercamos a los polos.

Figura 7  
Zona característica del sistema de coordenadas UTM



A la línea central de un huso UTM se le llama meridiano central, y siempre se hace coincidir con un meridiano del sistema geodésico tradicional. Este meridiano central define el origen de la zona UTM, y tiene por convenio como coordenadas:

- Un valor de 500 km ESTE, y 0 km norte cuando consideramos el hemisferio norte
- Un valor de 500 km ESTE y 10.000 km norte cuando consideramos el hemisferio sur.

Cada zona UTM tiene como bordes dos meridianos separados 6°. Esto crea una relación entre las coordenadas geodésicas angulares tradicionales (longitud y latitud medida en grados) y las rectangulares UTM (medidas en metros), y permite el diseño de fórmulas de conversión entre estos dos tipos de coordenadas.

El valor de una coordenada UTM así descrito no corresponde a un punto determinado o a una situación geográfica discreta (como siempre tendemos a pensar), sino a un área cuadrada cuyo lado depende del grado de resolución de la coordenada. Cualquier punto comprendido dentro de este cuadrado (a esa resolución en particular) tiene el mismo valor de coordenada UTM. El valor de referencia definido por la coordenada UTM no está localizado en el centro del cuadrado, sino en la esquina inferior izquierda de dicho cuadrado. Así pues, la lectura de las coordenadas UTM siempre se realiza de izquierda a derecha para dar la distancia hacia el este, y de arriba abajo para dar la distancia hacia el norte.

Cuanto mayor sea la resolución, es decir, el lado de los cuadrados (1 metro, 10 metros, por ejemplo), menor será el área representada y por ello es conveniente dividir esa “gran” cuadrícula de 1000 Km de lado en una cuadrícula menor.

En los mapas a escala 1:50.000 encontramos dibujadas estas cuadrículas menores que tienen 1km de lado, y éstas a su vez se pueden dividir mentalmente con facilidad en cuadrículas de 100 metros de lado, aumentándose con ello la resolución. Normalmente el área que registran los GPS coincide con el valor de un metro cuadrado.

*(Urrutia, J. Cartografía, Orientación y GPS. Editorial ETOR-OSTA. 1ª EDICIÓN, 2006).*

#### La Red Geodesia Nacional

El Instituto Geográfico Nacional a través de la Dirección de Geodesia es la institución que se encarga de establecer, mantener e implementar la Red Geodésica Horizontal y Vertical Nacional, para lo cual interviene en trabajos de nivel continental como el SIRGAS. Esta red permite que el país disponga de información confiable, acorde con los avances tecnológicos, compatible con otros sistemas regionales y del mundo.

En 1995 se implementa en nuestro país la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN), con base en SIRGAS. Hasta el 2010 se cuenta establecidos en Perú, puntos geodésicos GNSS.

- Puntos de Orden “A” = 107
- Puntos de Orden “B” = 1680
- Puntos de Orden “C” = 3168

#### a. Geodesia

Ciencia que estudia la forma y dimensiones de la Tierra. Incluye la determinación del campo gravitatorio externo de la tierra y la superficie del fondo oceánico. La superficie terrestre presenta continuos desplazamientos y, por consiguiente, existe una variación temporal de las coordenadas. En el territorio peruano se cuenta con el sistema geodésico oficial; los cuales son:

- **Red Geodésica Horizontal**  
Puntos Geodésicos (PG) = 4,955  
Estaciones de Rastros Permanentes (ERP) = 45
- **Red Geodésica Vertical**  
Bench Mark (BM) = 10,891

#### b. Cartografía

Cualquier proyecto de ingeniería o arquitectura nace de un anteproyecto o un estudio previo, en el que se pretende trazar las primeras ideas del proyecto definitivo. Para ello, necesitamos de una cartografía base a escalas medidas, como pueden ser:

- **Cartografía a escalas 1:25,000 / 1:50,000**

Podemos encontrar ya editadas en los fondos cartográficos oficiales (Servicio Geográfico del Ejército – S.G.E., Instituto Geográfico Nacional – I.G.N.)

- **Cartografía a escalas 1:10,000 / 1:5,000**

Disponibles en los fondos cartográficos autonómicos, provinciales o incluso en determinados casos hasta locales.

En la actualidad, además podemos encontrar un soporte en físico (papel), como también encontrar productos cartográficos en soporte digital como son el Modelo Digital del Terreno 1:25.000 (MDT25), elaborado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), que cubre todo el territorio nacional, y esta obtenido a partir de las curvas de nivel y puntos acotados de MTN25, basado en un paso de malla de 25 metros X e Y en coordenadas U.T.M., con precisión de 3 metros en la coordenada Z, y que se distribuye en formato ASCII. Otros productos en formato digital son las Bases Cartográficas Numéricas BCN200 y el BCN25 y el Modelo Digital MDT200. Además, algunas comunidades autónomas han elaborado o están elaborando productos cartográficos en formato digital. Estos productos cartográficos en formato digital además de permitir relacionar diferentes datos georreferenciados y sistemas e información Geográfica de diversas naturalezas, evitan reiteraciones en la fase más costosas del proceso cartográfico: la captura de datos en campo. Además, en el caso de los anteproyectos de obras, permite una evaluación más exhaustiva de los mismos, además de permitir utilizar los sistemas informáticos (hardware y software) de aplicaciones en arquitectura y urbanismo, ingeniería civil, planeamiento territorial, estudios ambientales, etc.

**c. Elipsoide Geodésico de Referencia.**

Elipsoide: GRS80 Geodetic Reference System 1980

Datum: Geocéntrico

Semi Eje Mayor: 6 378 137 metros

Semi Eje Menor: 6 356 752,31414 metros

Achatamiento: 1/298,257222101

Para efectos prácticos como elipsoide puede ser utilizado el World Geodesic System 1984 (WGS84), con los siguientes parámetros.

Elipsoide: WGS84 (World Geodesic System 1984)

Datum: Geocéntrico

Semi Eje Mayor: 6 378 137 metros

Semi Eje Menor: 6 356 752,31424 metros

Achatamiento: 1/298,257223563

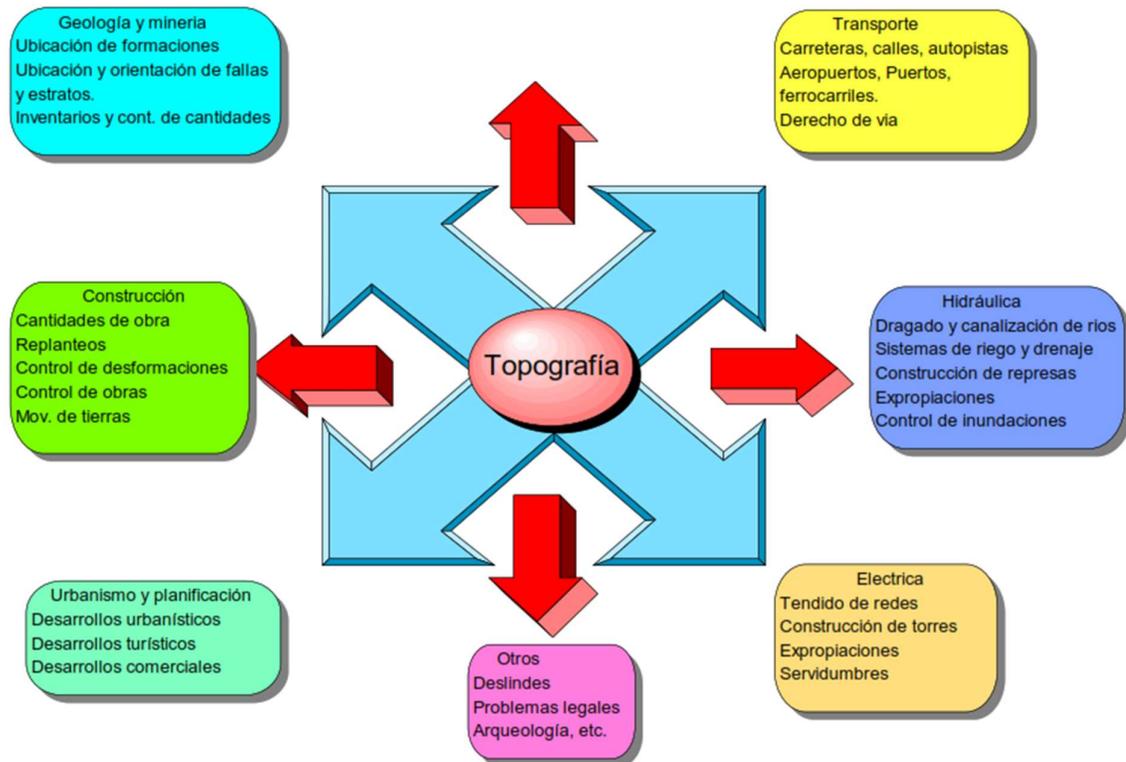
*(Fuente - Instituto Geográfico Nacional Del Perú).*

**1.6.2.7 Procesos Topográficos**

Conjunto de procedimientos para determinar la posición de un punto sobre la superficie terrestre, este se hace por medios de medidas, que son: dos distancias una elevación y una dirección. Es difícil imaginar un proyecto de ingeniería, por más sencillo que este sea, en el que no tenga que recurrir a la topografía en todas y cada una de sus fases.

En la figura observamos en forma esquemática, la relación que existe entre la topografía y otras disciplinas de la ingeniería.

Figura 8  
Relación entre la Topografía y otras disciplinas de la ingeniería.



Cuenta con la participación de los procesos topográficos a lo largo de las distintas fases de un proyecto desde la recolección de información y producción de informes preliminares en la fase de planificación, hasta el control de operaciones y planificación de mantenimiento en la fase de operación.

#### a. Poligonales

La poligonación es uno de los procedimientos topográficos más comunes. Las poligonales se usan generalmente para establecer puntos de control y puntos de apoyo para el levantamiento de detalles y elaboración de planos, para el replanteo de proyectos y para el control de ejecución de obras. Una poligonal es una sucesión de líneas quebradas, conectadas entre sí en los vértices. Para determinar la posición de los vértices de una poligonal en un sistema de coordenadas rectangulares plana, es necesario medir el ángulo horizontal en cada uno de los vértices y la distancia horizontal entre vértices consecutivos.

La poligonales se clasifican en:

- **Poligonales cerradas (a)**

Las cuales el punto de inicio es el mismo punto de cierre, proporcionando por lo tanto control de cierre angular y lineal.

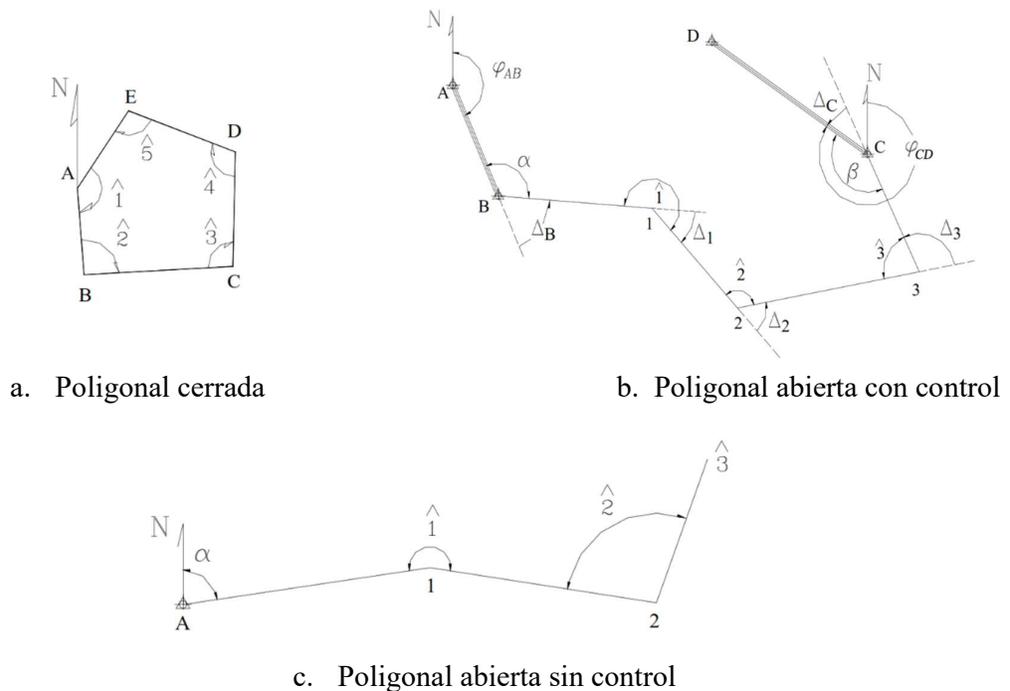
- **Poligonal abierta con control (b)**

Las que se conocen las coordenadas de los puntos inicial y final, y la orientación de las alineaciones inicial y final, siendo también posible efectuar los controles de cierre angular y lineal.

- **Poligonales abiertas sin control (c)**

Las cuales no es posible establecer los controles de cierre, ya que no se conocen las coordenadas del punto inicial y/o final, o no se conoce la orientación de la alineación inicial y/o final.

Figura 9  
Tipo de poligonales a,b,c.



**b. Cálculo y Compensación de Poligonales**

La metodología de una poligonal consiste en el cálculo de las coordenadas rectangulares de cada uno de los vértices o estaciones. En la poligonales cerradas y en poligonales abiertas de enlace con control, se realizan las siguientes operaciones:

1. Cálculo y compensación del error del cierre angular.
2. Cálculo de acimutes o rumbos entre alineaciones (ley de propagación de los acimutes).
3. Cálculo de las proyecciones de los lados.
4. Cálculo de error del cierre lineal.
5. Compensación del error lineal.

## 6. Cálculo de las coordenadas de los vértices.

En poligonales abiertas sin control, solamente se realizan los pasos 2, 3 y 6 ya que no existe control angular ni lineal.

- **Cálculo y compensación del error de cierre angular.**

**En una poligonal cerrada**, se debe cumplir que la suma de los ángulos internos debe ser

$$\sum \angle \text{int} = (n - 2)180^\circ$$

en donde:

$$n = \text{número de lados}$$

La medición de los ángulos de una poligonal estará afectada por los inevitables errores instrumentales y operacionales, por lo que el error angular vendrá dado por la diferencia entre el valor medido y el valor teórico. Se debe verificar que el error angular sea menor que la tolerancia angular, generalmente especificada por las normas y términos de referencia dependiendo del trabajo a realizar y a la apreciación del instrumento a utilizar, recomendándose

Poligonales principales	$Ta = a\sqrt{n}$
Poligonales secundarias	$Ta = a\sqrt{n} + a$

en donde:

$$Ta = \text{tolerancia angular}$$
$$a = \text{apreciación del instrumento.}$$

Si el error angular es mayor que la tolerancia permitida, se debe proceder a medir de nuevo los ángulos de la poligonal.

Si el error angular es menor que la tolerancia angular, se procede a la corrección de los ángulos repartidos por igual el error entre todos los ángulos, asumiendo que el error es independiente de la magnitud del ángulo medido.

$$Ca = -\frac{Ea}{n}$$

**En poligonales abiertas con control**, el error angular viene dado por la diferencia entre el acimut fina, calculando a partir del acimut inicial conocido y de los ángulos medidos en los vértices (se menciona en ley de propagación de los acimutes), y el acimut final conocido.

$$Ea = \varphi_c - \varphi_f$$

en donde:

$Ea = \text{Error angular}$

$\varphi_{fc} = \text{acimut final calculado}$

$\varphi_f = \text{acimut final conocido}$

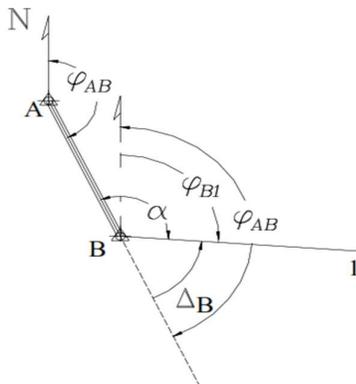
Al igual que en poligonales cerradas, se compara el error con la tolerancia angular. De verificarse la condición, se procede a la corrección angular, repartiendo el error en partes iguales entre los ángulos medidos. La corrección también se puede efectuar sobre los acimutes, aplicando una corrección acumulativa, (múltiplo de corrección angular), a partir del primer ángulo medido. En otras palabras, el primer acimut se corrige con  $Ca$ , el segundo con  $2Ca$  y así sucesivamente, hasta el último acimut que se corrige con  $nCa$ .

- **Ley de propagación de los acimutes**

Los acimutes de los lados de una poligonal se pueden calcular a partir de un acimut conocido y de los ángulos medidos, aplicando la ley de propagación de los acimutes, la cual se puede deducir figura 9 (b)

Supongamos que en la figura 9 (b), se tiene como datos el acimut  $\varphi_{AB}$  y los ángulos en los vértices y se desea calcular los acimutes de las alineaciones restantes, para lo cual procedemos de la siguiente manera:

Figura 10  
Propagación de acimutes



El acimut  $\varphi_{B1}$  será

$$\varphi_{B1} = \varphi_{AB} - \Delta_B$$

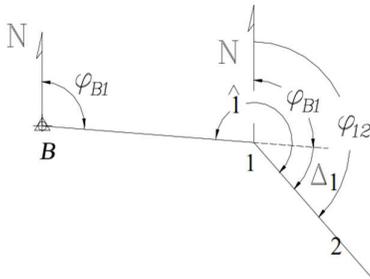
siendo

$$\Delta_B = 180 - \alpha$$

luego

$$\varphi_{B1} = \varphi_{AB} + \alpha - 180^\circ$$

Figura 11  
Propagación de acimutes



El acimut  $\varphi_{12}$  será

$$\varphi_{12} = \varphi_{B1} - \Delta_1$$

siendo

$$\Delta_1 = \angle 1 - 180^\circ$$

luego

$$\varphi_{12} = \varphi_{B1} + \angle 1 - 180^\circ$$

Si aplicamos el mismo procedimiento sobre cada uno de los vértices restantes, podremos generalizar el cálculo de los acimutes según la siguiente ecuación:

$$\varphi_i = \varphi_{i-1} + \angle \text{vertices} \pm 180^\circ$$

en donde:

$\varphi_i$  = acimut del lado

$\varphi_{i-1}$  = acimut anterior

Los criterios para la utilización de esta ecuación son las siguientes:

Si  $(\varphi_{i-1} + \angle \text{vertices}) < 180^\circ \Rightarrow$  se suma  $180^\circ$

Si  $(\varphi_{i-1} + \angle \text{vertices}) \geq 180^\circ \Rightarrow$  se resta  $180^\circ$

Si  $(\varphi_{i-1} + \angle \text{vertices}) \geq 540^\circ \Rightarrow$  se resta  $540^\circ$  ya que ningún acimut puede ser mayor de  $360^\circ$

- **Cálculo de las proyecciones de los lados**

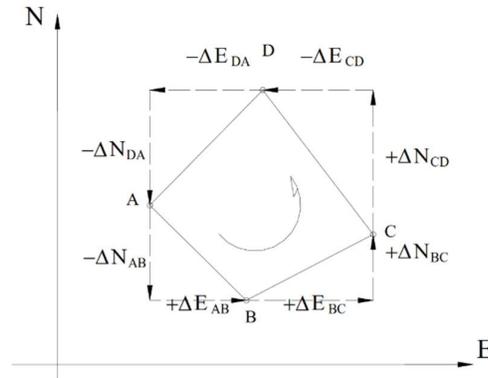
El cálculo de las proyecciones de los lados de una poligonal se estudia correspondiente a las relaciones entre los sistemas de coordenadas polares y rectangulares. Recordemos que las proyecciones de los lados de una poligonal se calculan en función de los acimutes y las distancias de los lados aplicando las siguientes ecuaciones:

$$\Delta N_{1-2} = D_{1-2} \times \cos \varphi_{12}$$

$$\Delta E_{1-2} = D_{1-2} \times \sen \varphi_{12}$$

En la siguiente figura se representa gráficamente las proyecciones de una poligonal cerrada.

Figura 12  
Proyección de lados

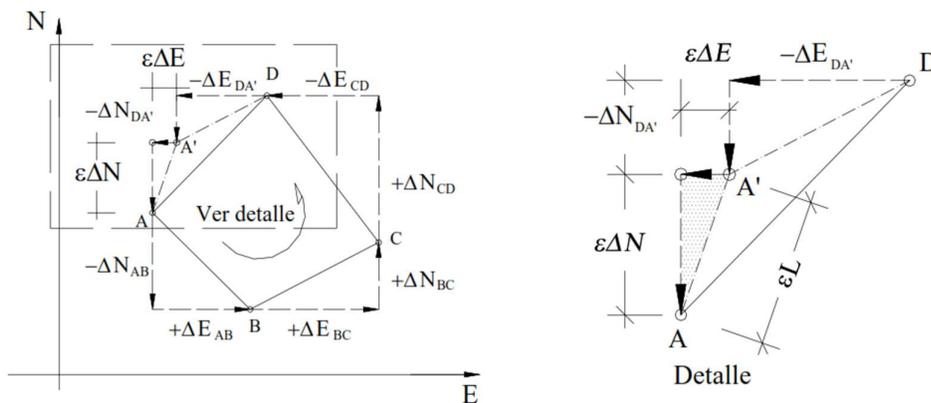


- **Cálculo del error de cierre lineal**

En una poligonal cerrada la suma de las proyecciones sobre el eje norte-sur debe ser igual o cero. De igual manera, la suma de las proyecciones sobre el eje este-oeste debe ser igual a cero figuras 12.

Debido a los inevitables errores instrumentales y operacionales presentes en la medición de distancias, la condición lineal mencionada nunca cumple, obteniéndose de esta manera el **error de cierre lineal** representado en la siguiente figura.

Figura 13  
Proyección de lados



En la figura 13, el punto A' representa la posición del punto A una vez calculadas las proyecciones con las distancias medidas. Nótese que para que se cumpla la condición lineal de cierre, el punto A' debería coincidir con el punto A.

Si hacemos suma de proyecciones a lo largo del eje norte-sur tendremos:

$$\varepsilon\Delta N = \sum \Delta_{N-S}$$

De igual manera, sumando proyecciones sobre el eje este-oeste, tenemos:

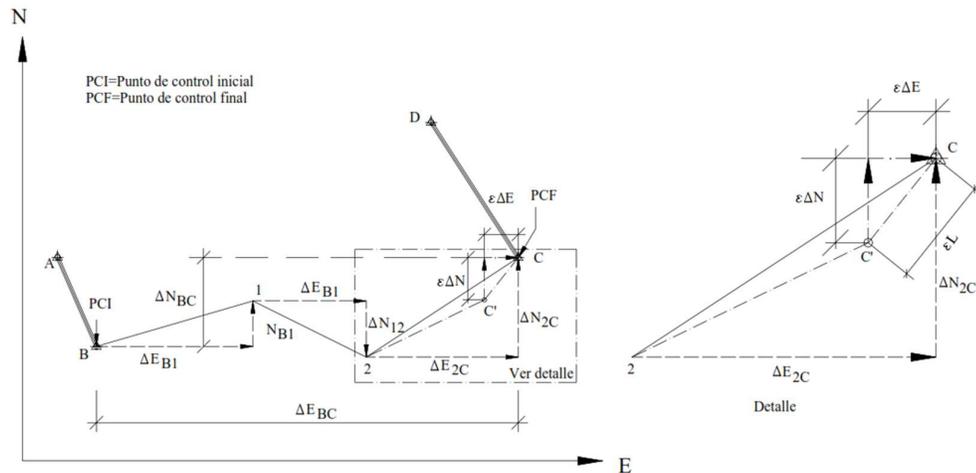
$$\varepsilon\Delta E = \sum \Delta_{E-O}$$

El error lineal vendrá dado por:

$$\varepsilon L = \sqrt{\varepsilon\Delta N^2 + \varepsilon\Delta E^2}$$

En el caso de una poligonal abierta, con control, como la mostrada en la figura 14, la suma de las proyecciones sobre el eje norte-sur debe ser igual a la diferencia entre las coordenadas norte de los puntos de control inicial y final ( $\Delta N_{BC}$ ), y la suma de las proyecciones sobre el eje este-oeste debe ser igual a la diferencia entre las coordenadas este de los puntos de control inicial y final ( $\Delta E_{BC}$ ), por lo tanto, el error sobre las proyecciones puede ser calculado y el error lineal se puede calcular aplicando dicha ecuación.

Figura 14 – Poligonal abierta con control



$$\varepsilon\Delta N = \sum \Delta_{N-S} - \Delta N_{BC}$$

$$\varepsilon\Delta E = \sum \Delta_{E-O} - \Delta E_{BC}$$

Una vez calculado el error lineal, se debe verificar que este sea menor a la tolerancia lineal, (generalmente especificada por normas de acuerdo al tipo de importancia del trabajo, condiciones topográficas y presión de los instrumentos de medida).

En algunos casos, la tolerancia lineal se relaciona con la presión obtenida en el levantamiento definido por la siguiente ecuación:

$$P = \frac{\varepsilon L}{\Sigma L}$$

En donde:

$P$  = precisión de la poligonal.

$\Sigma L$  = suma de los lados de la poligonal en  $m$ .

El error relativo  $n$ , generalmente expresado en términos 1:  $n$ , viene dado por el inverso de  $P$ .

$$n = 1/P$$

Si el error lineal es mayor que la tolerancia lineal, es necesario comprobar en campo las distancias; en caso de verificarse que el error lineal sea menor que la tolerancia, se procede a la corrección lineal siendo un método de compensación adecuado.

- **Compensación del error lineal**

La metodología adecuada para la compensación del error lineal depende de la precisión lograda por los instrumentos y procedimientos empleados en la medición. Al presente, se han desarrollado diferentes métodos de compensación: *el método de la brújula, el del tránsito, el de Crandall, el de los mínimos cuadrados*, etc.; basados todos en diferentes hipótesis.

Recientemente, la evolución de la tecnología empleada en la fabricación de instrumentos ha igualado la precisión obtenida en la medición de distancias con la precisión obtenida en la medición angular, lo que hace al método de la brújula el método más adecuado para la compensación del error lineal, no solo por asumir esta condición, sino por la sencillez de los cálculos involucrados.

#### **Método de la brújula**

Esta metodología propuesta por *Nathaniel Bowditch, alrededor de 1800*, es el método más utilizado en los trabajos normales de topografía.

El método asume que:

- Los ángulos y las distancias son medidas por igual precisión.
- El error ocurre en proporción directa a la distancia.
- Las proyecciones se corrigen proporcionalmente a la longitud de los lados.

Matemáticamente tenemos:

$$CpN_i: Li = \varepsilon \Delta N : \Sigma Li$$

$$CpE_i: Li = \varepsilon \Delta E : \Sigma Li$$

En donde,

$$CpN_i = - \left( \frac{\varepsilon \Delta N}{\Sigma L_i} \right) \cdot Li$$

$$CpE_i = - \left( \frac{\varepsilon \Delta E}{\Sigma L_i} \right) \cdot Li$$

Siendo:

$CpN_i$  = corrección parcial sobre la proyección norte-sur del lado  $i$

$CpE_i$  = coreccion parcial sobre la proyección este-oeste del lado  $i$

$Li$  = longitud del lado  $i$

El signo negativo es debido a que la corrección es de signo contrario al error.

- **Cálculo de las coordenadas de los vértices.**

Una vez compensadas las proyecciones, se procede al cálculo de las coordenadas de los vértices de la poligonal.

Haciendo referencia a la figura 14 – Poligonal abierta con control, las coordenadas del punto 1, calculadas en función de las coordenadas del punto B, se obtienen de la siguiente manera:

$$N_1 = N_B + \Delta N_{B1}$$

$$E_1 = E_B + \Delta E_{B1}$$

Y las coordenadas de 2, calculadas a partir de 1:

$$N_2 = N_1 + \Delta N_{12}$$

$$E_2 = E_1 + \Delta E_{12}$$

Y en forma general:

$$N_i = N_{i-1} \pm \Delta N_{i-1:i}$$

$$E_i = E_{i-1} \pm \Delta E_{i-1:i}$$

El signo de la proyección depende de la dirección de la misma.

**c. Triangulación**

Hasta la información de los distanciómetros electrónicos, con lo que se hizo posible la medición de distancias en forma rápida y precisa, la triangulación constituía una de las metodologías más importantes para el control de levantamientos de grandes áreas con vegetación abundante o de topografía muy accidentada; en el apoyo terrestre para levantamientos fotogramétricos; y en el control para el replanteo de obras tales como puentes, túneles, etc. El uso de los distanciómetros electrónicos ha incrementado de tal

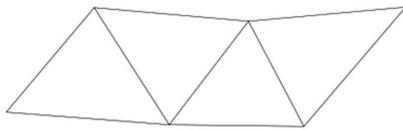
forma la precisión obtenida en poligonales, que actualmente las poligonales están siendo usadas en el establecimiento y densificación de redes de control, para el seguimiento geométrico de las obras. Por ser la triangulación un procedimiento útil en el control de replanteo de obras, ya que proporciona métodos efectivos en el control de la precisión obtenida en los levantamientos topográficos, en este apartado mencionaremos los métodos de triangulación más empleados en la ingeniería civil. La triangulación consiste en formar figuras triangulares en las cuales es necesario medir, con precisión, todos los ángulos de una red de triángulos y dos de sus lados. Luego, a partir de estas mediciones aplicando el teorema del seno, se pueden calcular los demás lados, comprobando la precisión obtenida por comparación del último lado con el valor medido en campo.

Una red de triangulación está formada por una serie de triángulos consecutivos unidos entre sí por un lado común, como se muestra en la figura 15.

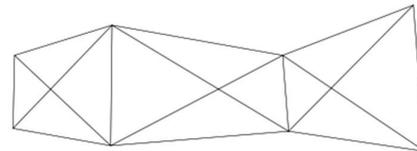
De acuerdo con la forma de las redes, las triangulaciones se pueden clasificar en:

- Red de triángulos independientes 15 (a)
- Red de cuadriláteros 15 (b)
- Red de figuras de punto central 15 (c)

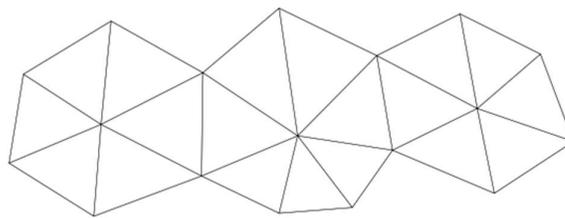
Figura 15 – Red de Triángulos



a. Red de triángulos independientes



b. Red de cuadriláteros



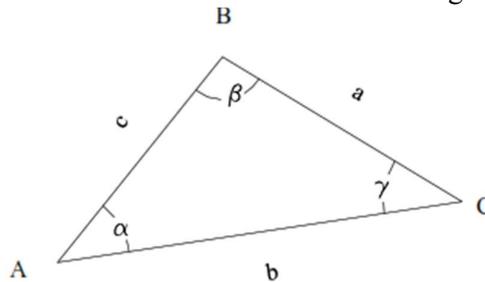
c. Red de figuras de punto central

Para los trabajos normales de ingeniería, se utiliza normalmente la red de triángulos independientes, siendo suficiente cumplir con los criterios para las triangulaciones de 3er orden, conocidas como triangulaciones geodésicas, las cuales salen del alcance de nuestro apartado.

### 1. Consistencia de los triángulos

Como se mencionó anteriormente, el cálculo de los lados de un triángulo se basa en el teorema del seno, quedando determinado un lado desconocido por el medio de la siguiente expresión:

Figura 16



$$b = \frac{\text{sen}\beta}{\text{sen}\alpha} * a$$

La ecuación anterior muy sensible a la discrepancia en las medidas angulares para ángulos menores a 30° y mayores a 150°, por lo que se recomienda que los ángulos de los triángulos formados estén comprendidos entre estos dos valores. Leonardo Casanova (2002 – Mérida) *Manual de Topografía plana*. Cap. 5.

### 2. Compensación de una red de triángulos

Una red de triángulos debe cumplir las siguientes condiciones:

- **Condición angular**

Se debe cumplir que la suma de los ángulos alrededor de un vértice sea igual a 360° y que la suma de los ángulos de cada triángulo sea igual a 180°. En cada caso, la discrepancia debe ser menor que la tolerancia permitida para triángulos de 3er orden.

- **Condición de lado**

Una vez realizada la compensación angular se procede a calcular los lados desconocidos de cada uno de los triángulos de la red por medio de la ley del seno

$$\frac{a}{\text{sen}\alpha} = \frac{b}{\text{sen}\beta} = \frac{c}{\text{sen}\gamma}$$

Ley del seno

Como por lo general se ha medido una base final de comprobación, la diferencia entre el valor medido y el valor calculado debe ser menor que la tolerancia permitida para triangulaciones de 3er orden.

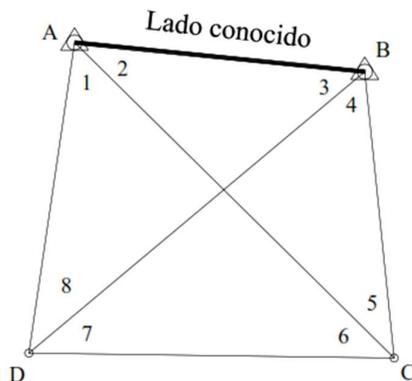
### 3. Compensación de un cuadrilátero

Se deben cumplir las siguientes condiciones:

- **Condición angular**

La suma de los ángulos alrededor de cada vértice debe ser igual a  $360^\circ$ . En cada cuadrilátero se deben considerar lo siguiente:

Figura 17 – Compensación de un cuadrilátero



- 1)  $2 + 3 + 4 + 5 = 180^\circ$
- 2)  $1 + 6 + 7 + 8 = 180^\circ$
- 3)  $1 + 2 + 3 + 8 = 180^\circ$
- 4)  $7 + 4 + 5 + 6 = 180^\circ$
- 5)  $1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 = 360^\circ$
- 6)  $2 + 3 = 7 + 6$
- 7)  $1 + 8 = 4 + 5$

Se debe revisar las condiciones 5, 6 y 7 ya que al cumplirse estas, se cumplirán también las condiciones 1, 2, 3 y 4.

La discrepancia encontrada en la condición 5 se reparte en igual magnitud a cada uno de los ángulos.

El error encontrado en la condición 6 y 7 se reparte en partes iguales entre los cuatro ángulos, sumando la corrección a los ángulos cuya suma sea menor y restando la corrección a aquellos cuya suma sea mayor.

- **Condición de lado**

O condición trigonométrica establece que cualquiera sea el camino utilizado para calcular una longitud su valor debe ser el mismo. Con el apoyo de la figura 17, y calculando el valor del lado CD por diferentes rutas, las cuales consideraremos:

**Primera ruta**

$$\frac{AB}{\text{sen}5} = \frac{BC}{\text{sen}2} \therefore BC = AB \frac{\text{sen}2}{\text{sen}5}$$

$$\frac{AC}{\text{sen}7} = \frac{CD}{\text{sen}4} \therefore CD = BC \frac{\text{sen}4}{\text{sen}7}$$

$$CD = AB \times \frac{\text{sen}2 \text{ sen}4}{\text{sen}5 \text{ sen}7}$$

**Segunda ruta**

$$\frac{AB}{\text{sen}8} = \frac{AD}{\text{sen}3} \therefore AD = AB \frac{\text{sen}3}{\text{sen}8}$$

$$\frac{AD}{\text{sen}6} = \frac{CD}{\text{sen}1} \therefore CD = AD \frac{\text{sen}1}{\text{sen}6}$$

$$CD = ABx \frac{\text{sen}1 \text{sen}3}{\text{sen}6 \text{sen}8}$$

**Igualando A con B tenemos**

$$\frac{\text{sen}2 \text{sen}4}{\text{sen}5 \text{sen}7} = \frac{\text{sen}1 \text{sen}3}{\text{sen}6 \text{sen}8}$$

$$\text{sen}2x\text{sen}4x\text{sen}6x\text{sen}8 = \text{sen}1x\text{sen}3x\text{sen}5x\text{sen}7$$

Tomando logaritmos y calculando diferencias tendremos el error lineal

$$w = \Sigma \log \angle \text{pares} - \Sigma \log \angle \text{impares}$$

Calculando el factor de corrección  $k$

$$k = \frac{w}{\Sigma(d^2)}$$

Luego, la corrección angular es segundos será

$$v'' = kd$$

En donde:

$d$  = Diferencia para 1" en el log sen del ángulo

$v''$  = Corrección angular en segundos

$w$  = Error lineal

$k$  = Factor de corrección

Teniendo en cuenta la numeración y el orden que se le ha dado al cuadrilátero de la figura 17, podemos recordar fácilmente la ecuación de la siguiente manera:

$$w = \Sigma \log \angle \text{pares} - \Sigma \log \angle \text{impares}$$

(Leonardo Casanova M., Topografía Plana, Cap. 5. ULA / Mérida, 2002).

## 2 MATERIAL Y METODOS

### 2.1 Material de estudio.

#### 2.1.1 Población

Se considera que *Quellaveco* es uno de los cinco yacimientos de cobre más grande del mundo. Como proyecto viene siendo desarrollado por *Anglo American*, compañía minera global y diversificada, en sociedad con la *Corporación Mitsubishi*. Actualmente está en etapa de construcción y se espera la primera producción de cobre en el año 2022.

Imagen N°1 –  
PROYECTO QUELLAVECO

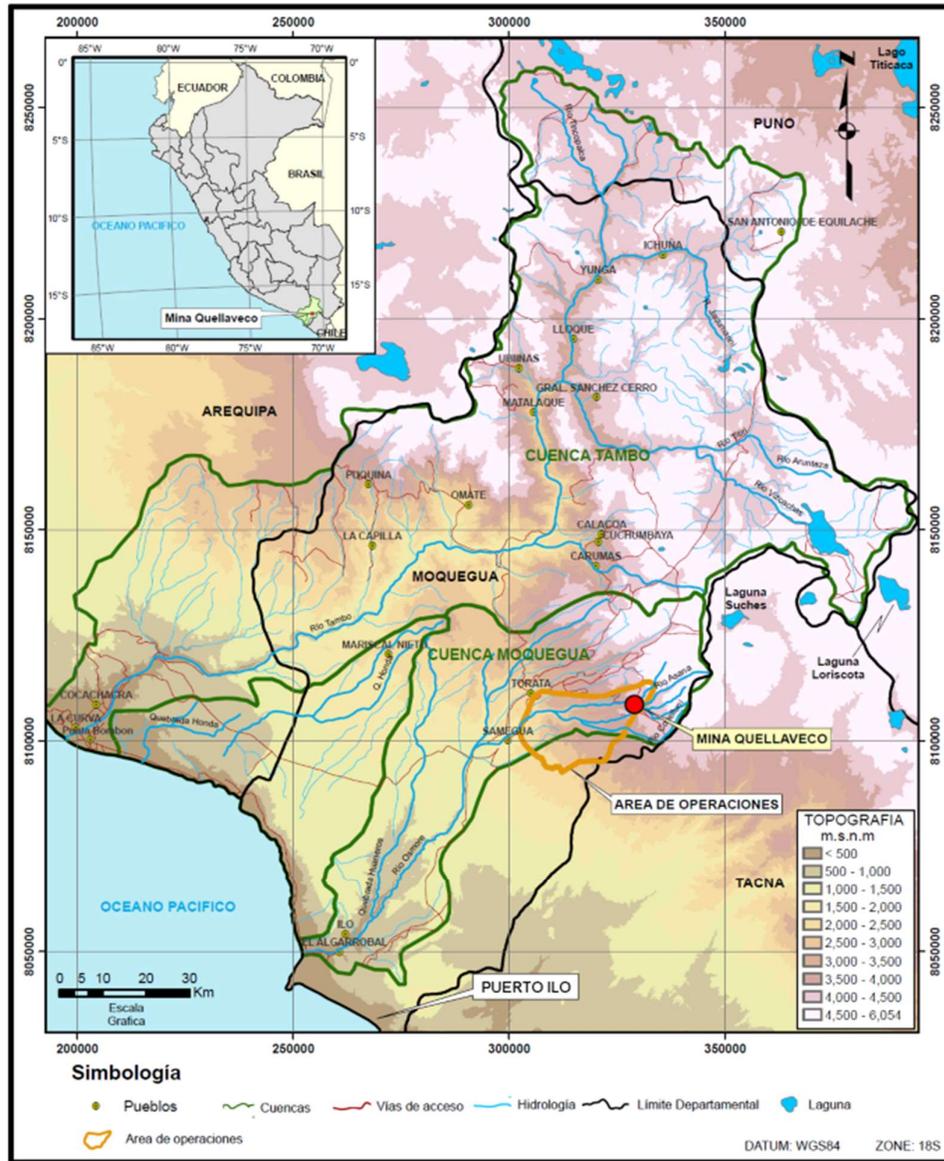


Fuente: la empresa.

#### a. Ubicación Geográfica

El área del proyecto se encuentra ubicado al sur del Perú en el Departamento de Moquegua, Provincia de Mariscal Nieto, Distrito Torata y Moquegua, 30 km al noreste, a una altitud de 3,100 m.s.n.m. El acceso desde la ciudad de Moquegua (km 8+000) es por la carretera asfaltada hacia Puno hasta el Km 30+000 donde se aborda el cruce de la mina Cuajone, pasando por la villa Botiflaca hasta llegar al campamento Quellaveco.

**Imagen N°2 – UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL PROYECTO**



Fuente: la empresa.

**2.1.2 Muestra**

Quellaveco será la primera mina 100% digital del Perú y la primera de Anglo American que comienza de esta forma en el mundo. Para eso están creando nuevos perfiles laborales, especializados y con alta demanda en minería. La minería del futuro es una realidad, con un fuerte compromiso por el bienestar y la seguridad de los trabajadores y las comunidades del entorno de operaciones.

- **Propietario Minero:** Anglo American Quellaveco S.A.

- **Nombre del proyecto:** “MINA DE COBRE QUELLAVECO”.
- **Ubicación del proyecto:** REGION DE MOQUEGUA, AL SUR DEL PERÚ.

## 2.2 Técnicas, procedimientos e instrumentos.

### 2.2.1 Desarrollo General

#### 2.2.1.1 Alcance

Actualmente FLUOR Chile S.A. Se encuentra en la etapa de Ingeniería Básica del Proyecto, para su cliente Anglo American Quellaveco S.A. Esta etapa debe estar finalizada a fines de Julio del 2008. Los antecedentes geodésicos y topográficos para el desarrollo del proyecto están basados en la digitalización de antiguas cartas geográficas y levantamientos Aero fotogramétricos en diferentes fechas y condiciones. Adicionalmente se cuenta con una red materializada en terreno de 17 puntos distribuidos en cuadriláteros referidos al punto IGN Laderas, levantada por la empresa Oriondata.

No obstante, para el adecuado desarrollo del proyecto se solicitó a la empresa Geotopomin realizar el trabajo de levantar esta red de puntos mediante GPS para determinar las coordenadas XYZ de cada punto, tanto en sistemas de coordenadas WGS84, y PSAD56. El origen del control horizontal vertical corresponderá al punto IGN Laderas.

En consecuencia, el alcance de este informe es definir la red geodésica validada para el proyecto la cual deberá ser usada como sistema de referencia para el replanteo de todas las obras del proyecto. El cálculo de la red geodésica se respalda con el informe y cálculos realizados por Geotopomin.

#### 2.2.1.2 Descripción

La red geodésica consiste de 17 puntos distribuidos estratégicamente para generar una poligonal de segundo orden que encierra a todas las áreas del proyecto, tanto las ubicadas en el Área Mina, en la cercanía de la Quebrada Quellaveco, el Área Planta, ubicada en Quebrada Papujune, el tanque de relaves de Cortadera, y las obras de captación de agua, en rio Titire y Vizcachas, ubicadas en la alta cordillera.

La materialización de los puntos en terreno fue realizada durante enero de 2008 por otra empresa de topografía, la cual instaló, mediante perforación en rocas estables, pernos de 1 pulgada de diámetro, adheridos con Sikadur, en el centro de su cabeza representa la posición física del punto perteneciente a la red polígona. Durante abril de 2008, Geotopomin realizo los trabajos de campo tomando los datos por medio de equipo GPS.

La red geodésica se diseña de tal forma de poder formar cuadriláteros regulares, divididos imaginariamente por sus diagonales formando triángulos. En el **Anexo 01** se muestra plano de la Red Geodésica del proyecto, en esta se aprecia que cada vértice de la poligonal está identificado por la letra “A” seguida de un numero correlativo.

#### 2.2.1.3 Sistema de coordenadas

El sistema de coordenadas a utilizar en el proyecto esta referido al Datum Provisional Sudamericano de 1956, conocido como PSAD-56, y por la ubicación geográfica

corresponde el Huso 19. Se informa que de acuerdo a lo indicado en el “Proyecto de Normas Técnicas de Levantamientos Geodésicos” emitido por el IGN (Perú) el sistema de coordenadas oficial de Perú es el WGS-84, elipsoide GRS80.

Las transformaciones de coordenadas de WGS84 a PSAD 56, y viceversa, se realizaron con el programa computacional “Cálculos Geodésicos” preparado por la Dirección de Geodesia del IGN (Perú). El que pasa a ser el programa computacional válido para la transformación de coordenadas de WGS84 a PSAD56, debiendo ser utilizado por cualquier otra compañía que participe del proyecto, a fin de evitar las diferencias que se producen al utilizar otros programas computacionales que realizan la misma operación.

El sistema de coordenadas del proyecto Quellaveco en sistema de coordenadas PSAD56 tiene su origen en que en años anteriores se utilizó como referencia el punto IGN TINAJONES, el cual tenía datum en PSAD 56, según se muestra en **Anexo 02**.

### 2.2.2 Normativa

Todos los levantamientos geodésicos en Perú se rigen bajo las Normas Técnicas de Levantamiento Geodésicos 2005, emitida por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) de Perú, las cuales se pueden obtener desde el sitio web de dicho organismo.

Este documento define:

Levantamientos Geodésicos Horizontales; son aquellos que comprenden el conjunto de mediciones efectuadas en el campo, con el objetivo de determinar las coordenadas geográficas (geodésicas) horizontales de puntos situados sobre la superficie terrestre.

Levantamientos Geodésicos Verticales; comprende el conjunto de operaciones de campo dirigidas a determinar la distancia vertical que existe entre puntos situados sobre la superficie terrestre y un nivel de referencia.

Considerase al Nivel Medio de Mar (NMM) como el referencial altimétrico y los puntos de orden cero como referencias horizontales.

Los puntos de orden cero son puntos materializados durante la realización del proyecto SIRGA 1995 y 2000, considerados como puntos de Datum Geocéntrico.

Todo punto perteneciente a un levantamiento geodésico horizontal deberá estar referido al Marco de Referencia Terrestre Internacional 1994 (ITRF 1994) del Servicio Internacional de Rotación de la Tierra (IERS) con datos de la Época 1995.4, que es el nuevo Sistema Geodésico de Referencia Oficial para el Perú.

Las coordenadas cartesianas ITRF 94 se deben transformar a coordenadas geodésicas curvilíneas (latitud, longitud y altura elipsoidal) utilizando el Word Geodetic System 1984 (WGS-84), considerando prácticamente idéntico al elipsoide del Sistema Geodésico de Referencia 1980 (GRS 80), y que es definido por los siguientes parámetros:

- Semieje Mayor ( $a$ ) = 6 378 137 m.
- Velocidad Angular de la Tierra ( $w$ ) =  $7\,292\,115 \times 10^{-11}$  rad/seg
- Constante Gravitacional Terrestre ( $GM$ ) =  $3\,986\,005 \times 10^{-8}$  m<sup>3</sup>/seg<sup>2</sup>
- Coeficiente Armónico Zonal de Segundo Grado del Geopotencial ( $J_2$ ) =  $C_{2,0} = 484,16685 \times 10^{-6}$

Constantes Geométricas Derivadas:

- Semieje Menor (b) = 6 356 752.300 m
- Primera Excentricidad al Cuadrado ( $e^2$ ) = 0,006 694 379 990 13
- Segunda Excentricidad al Cuadrado ( $e'^2$ ) = 0,006 739 496 775 48
- Achatamiento (f) = 0.003 352 810 664 74
- Reciproco de Achatamiento ( $f^{-1}$ ) = 298.257 222

Para efectos de transformaciones de coordenadas WGS 84 a PSAD56, se utiliza la fórmula estándar de Molodensky, en de acuerdo al IGN se debe emplear los siguientes parámetros:

- $\Delta X = 303,55$
- $\Delta Y = -265,41$
- $\Delta Z = 358,42$

Ver detalle completo de la fórmula de transformación de coordenadas estándar de Molodensky en **Anexo 03**.

Considerando lo complejo de estas fórmulas, existen muchos programas computacionales que realizan la transformación de coordenadas WGS 84 y PSAD56. Específicamente, existe uno desarrollado por el IGN para este fin.

### 2.2.3 Procedimiento de Red Geodésica

#### 2.2.3.1 Metodología

Para seleccionar la metodología a aplicar para el levantamiento de la Red Geodésica se estudió lo indicado por Normas Técnicas de Levantamiento Geodésico 2005, emitidas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) de Perú.

#### 2.2.3.2 Equipos de Medición

De acuerdo a lo indicado por Geotopomin, el trabajo se realizó utilizando los siguientes equipos marca Leica:

- Base Receptor: SR530 / 38086
- Antena: AT303
- GPS Móvil: ATX900 / 309795
- Software: Leica Geo Office 6.0

#### 2.2.3.3 Enlace a Red Geodésica Nacional (IGN)

El control horizontal y vertical de la red del proyecto se encuentra ligada al punto IGN el “Laderas” ubicado en el centro mismo nombre cercano a la ciudad de Moquegua.

**Anexo 04** Punto IGN Laderas se incluye la hoja oficial de este punto.

#### 2.2.3.4 Cálculos

Los cálculos de cierre, y compensación de los cuadriláteros que componen la red fueron desarrollados por GEOTOPOMIN, siguiendo la metodología indicada en 3.1

El informe del trabajo realizado por Geotopomin, más el desarrollo de estos cálculos se muestra en el **Anexo 05**.

### 2.2.3.5 Cuadro de Coordenadas

En base al trabajo de campo, y los posteriores cálculos se obtuvieron los siguientes cuadros de coordenadas para los puntos de la red, tanto en coordenadas UTM WGS84 como en coordenadas UTM PSAD56, los que se presentan en la tabla N.º 1 y 2 respectivamente:

Tabla N°1: Coordenadas de Red Geodésica en UTM WGS84.

RED GEODESICA EN COORDENADAS UTM WGS 84				
ESTE	NORTE	ALTURA ELIPSOIDAL	ALTURA GEOIDAL	PUNTO
283 024.0738	8 070 280.854	1 448.1872	1 414.3195	IGNL
297 076.0125	8 097 015.059	1 693.4734	1 655.6558	A001
296 760.1466	8 089 324.482	1 839.2377	1 802.8396	A002
306 467.7702	8 097 043.854	2 456.9259	2 418.5814	A003
307 517.3214	8 093 343.657	2 323.1835	2 285.1639	A004
314 106.3843	8 111 141.078	3 462.7172	3 422.5243	A005
321 359.5542	8 100 792.053	3 674.6738	3 635.0628	A006
324 811.1657	8 110 654.024	3 735.7705	3 695.0166	A007
331 352.4735	8 100 129.595	3 727.1509	3 687.0098	A008
330 188.0376	8 121 513.024	4 402.6322	4 360.6921	A009
335 201.0779	8 106 910.804	4 359.3221	4 318.2821	A010
337 181.2912	8 139 206.816	4 517.6826	4 474.3604	A011
345 763.7756	8 132 834.616	4 808.3645	4 764.9820	A012
345 510.3312	8 151 386.759	4 428.2625	4 384.1183	A013
355 446.746	8 150 169.885	4 553.0137	4 508.6299	A014
349 442.6885	8 161 842.630	4 351.3749	4 306.8612	A015
355 015.0409	8 167 702.084	4 584.4066	4 539.6647	A016
304 637.1791	8 103 574.106	2 133.7230	2 094.8276	A03A

Tabla N°2: Coordenadas de Red Geodésica en UTM PSAD56.

RED GEODESICA EN COORDENADAS UTM PSAD 56			
ESTE	NORTE	ALTURA GEOIDAL	PUNTO
297 263.9560	8 097 388.280	1 655.6558	A001
296 948.0741	8 089 697.693	1 802.8396	A002
306 655.7257	8 097 417.056	2 418.5814	A003
307 705.2711	8 093 716.853	2 285.1639	A004
314 294.3756	8 111 514.285	3 422.5243	A005
321 547.5358	8 101 165.234	3 635.0628	A006

324 999.1684	8 111 027.211	3 695.0166	A007
331 540.4665	8 100 502.757	3 687.0098	A008
330 376.0649	8 121 886.215	4 360.6921	A009
335 389.0870	8 107 283.969	4 318.2821	A010
337 369.3543	8 139 580.013	4 474.3604	A011
345 951.8367	8 133 207.795	4 764.9820	A012
345 698.4199	8 151 759.954	4 384.1183	A013
355 634.8406	8 150 543.065	4 508.6299	A014
349 630.7958	8 162 215.828	4 306.8612	A015
355 203.1602	8 168 075.278	4 539.6647	A016
304 825.1448	8 103 947.321	2 094.8276	A03A

### 2.2.3.6 Fichas Técnicas

En el **Anexo 06**, se incluye la descripción de cada punto, en qué localidad está ubicado, las características de la marca; la fecha en que fue levantada, y una descripción de cómo llegar al punto, más un croquis de ubicación.

### 2.2.4 Procedimiento de Red de puntos Base

#### 2.2.4.1 Metodología

Para aplicar la metodología, contando con una Red Geodésica del Proyecto se procede a materializar puntos de referencia (PR's) en monumentos de concretos ( $f_c = 160 \text{ kg/cm}^2$ ) de dimensiones  $300 \times 300 \times 450 \text{ mm.}$ , con un fierro resaltante embebido en su centro de  $\varnothing 16 \text{ mm.}$ ,  $L = 250 \text{ mm.}$

Los monumentos también llamados (hitos topográficos) que forman los puntos base, serán establecidos en zonas estratégicas teniendo en cuenta la ubicación de las estructuras a construirse en toda el área del proyecto, para evitar que sean afectados al momento del proceso de construcción, además serán delimitados y señalizados.

Una vez materializados las mediciones se inició estacionando los GPS en los puntos base enlazados a la red geodésica y a continuación se procedió a tomar lecturas de los puntos con el GPS móvil, lográndose registrar datos en simultaneo con las bases.

#### 2.2.4.2 Equipos de Medición

De acuerdo a lo indicado por la empresa Global Mapping, el trabajo se realizó utilizando los siguientes equipos topográficos:

- GPS diferencial (base y rover): Leica GS09 de doble frecuencia.
- Nivel Electrónico: Marca Leica Sprinter 250m.
- Prismas y mini prismas: Marca Trimble.
- Miras topográficas: Marca Leica.
- Trípodes y bípodes: Marca Trimble.
- Software computarizado: Excel, Autocad y Leica Geo v7.0.

### 2.2.4.3 Enlace a Red Geodésica del Proyecto Quellaveco.

El control horizontal y vertical de los puntos base, se encuentra ligada a los puntos de la Red Geodésica del Proyecto.

### 2.2.4.4 Cálculos

Los cálculos de cierre, y compensación de los cuadriláteros que componen los puntos base fueron desarrollados por GLOBAL MAPPING. **Anexo 09.**

### 2.2.4.5 Cuadro de Coordenadas

En base al trabajo de campo, y los posteriores cálculos se obtuvieron los siguientes cuadros de coordenadas para los puntos base, tanto en coordenadas UTM WGS84 como en coordenadas UTM PSAD56, los que se presentan en la tabla N.º 3 y 4.

Tabla N°3: Coordenadas de Poligonal Base en UTM WGS84.

PUNTOS BASE DE APOYO COORDENADAS UTM WGS 84				
ESTE	NORTE	ALTURA ELIPSOIDAL	ALTURA GEOIDAL	PUNTO
320 497.6546	8 105 585.8010	3 592.4640	3 552.4448	LP-1
326 897.4756	8 108 166.7410	3 679.0231	3 638.3681	MS-01
327 043.5867	8 107 733.4610	3 695.9168	3 655.2920	MS-02
326 461.1021	8 107 708.1180	3 725.9486	3 685.3601	MS-04
326 270.7888	8 107 755.6890	3 744.4687	3 703.8870	MS-05
326 067.2095	8 107 736.9100	3 761.9800	3 721.4118	MS-06
325 419.3952	8 107 646.6930	3 817.2761	3 776.7538	MS-08
323 716.2969	8 107 185.1480	3 946.2162	3 905.8352	MS-09
323 391.1127	8 107 157.3490	3 899.2400	3 858.8806	MS-10
323 267.3434	8 107 455.9900	3 772.5474	3 732.1680	MS-11
322 989.6588	8 106 541.8150	3 817.6611	3 777.3817	PA-1

Tabla N°4: Coordenadas de Poligonal Base en UTM PSAD56.

PUNTOS BASE DE APOYO COORDENADAS UTM PSAD 56			
ESTE	NORTE	ALTURA GEOIDAL	PUNTO
320 685.6434	8 105 958.9894	3 552.4448	LP-1
327 085.4769	8 108 539.9216	3 638.3681	MS-01
327 231.5871	8 108 106.6408	3 655.2920	MS-02
326 649.1017	8 108 081.2988	3 685.3601	MS-04
326 458.7886	8 108 128.8700	3 703.8870	MS-05
326 255.2090	8 108 110.0910	3 721.4118	MS-06
325 607.3938	8 108 019.8760	3 776.7538	MS-08

323 904.2927	8 107 558.3330	3 905.8352	MS-09
323 579.1079	8 107 530.5340	3 858.8806	MS-10
323 455.3389	8 107 829.1760	3 732.1680	MS-11
323 177.6526	8 106 915.0000	3 777.3817	PA-1

#### 2.2.4.6 Fichas Técnicas

En el **Anexo 10**, se incluye la descripción década punto, en qué localidad está ubicado, las características de la marca; la fecha en que fue levantada, y una descripción de cómo llegar al punto, más croquis de ubicación.

### 2.2.5 Procedimiento de Trazo y Replanteo Topográfico

#### 2.2.5.1 Metodología

Se establece la metodología para la elaboración y realización de los trabajos topográficos en campo, y su posterior procedimiento en gabinete.

Definir el procedimiento de trabajo necesario a fin de controlar situaciones de riesgos que puedan dañar a personas, equipos y medio ambiente durante el desarrollo de los trabajos topográficos.

#### 2.2.5.2 Responsabilidades

##### a. Jefe de topografía

Sus responsabilidades son las siguientes:

- Elaborar el informe con los cálculos y planos topográficos del proyecto.
- Realizar el aseguramiento y control de la línea base de los trabajos topográficos.
- Coordinar y planificar la ejecución de trabajos de campo
- Administrar la información de datos de campo
- Establecer los procedimientos de control de tina de datos en el proyecto.
- Verificar el correcto replanteo topográfico en campo previo a la ejecución de los trabajos.
- Entregar al cliente la documentación establecida en el contrato, al término del proyecto.
- Verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas y procedimientos constructivos.
- Coordinar constantemente con los topógrafos en obra para realizar las propuestas de mejora y el levantamiento de las observaciones emitidas por el cliente.
- Desarrollar y mantener actualizado los programas de medición de avances y sus respectivos análisis.
- Coordinar que los equipos topográficos se encuentren correctamente calibrados y/o verificados.
- Controlar volúmenes cálculos de cantidades (movimiento de tierras en general y otros específicos).

- Supervisar y dirigir todo trabajo de levantamiento a ser realizado; así también la toma de datos, y el procesamiento y análisis de la información topográfica conforme a las normas y procedimientos establecidos en la ejecución del proyecto.
- Coordinar con el área de SSOMA y almacén para la implementación de las hojas de seguridad (yeso, pintura spray, cemento, pintura esmalte, y todo producto específico que compete a topografía).

#### **b. Topógrafo**

Sus responsabilidades son las siguientes:

- Ejecutar, controlar y realizar el seguimiento de las líneas base de los trabajos topográficos.
- Realizar los levantamientos topográficos de obras y proyectos de ingeniería.
- Coordinar con el Cadista el procesamiento de datos y revisar los planos topográficos que se elaboran.
- Efectuar cálculos y representaciones gráficas de las mediciones topográficas.
- Asistir técnicamente, en el área de su competencia a los supervisores de campo.
- Participar en la elaboración de los planos As-built, en los cuales se mostrará la ubicación y descripción de todas las actividades realizadas (ensayos, muestras, etc.).
- Designar y controlar el desempeño del personal a su cargo en las actividades de su frente de trabajo.
- Dirigir las actividades de topografía
- Identificar consultas de la supervisión
- Llevar un control adecuado de las coordenadas y altitudes.
- Realizar la verificación de los equipos topográficos en terreno.
- Respetar las tolerancias de acuerdo con la actividad y lo que el cliente considere para el proyecto.
- Asignar al personal adecuado para los trabajos de replanteo en los sectores requeridos.
- Asegurarse y garantizar que las estacas colocadas por topografía no desaparezcan ni sean movidas hasta culminar los trabajos.
- Determinar las coordenadas y posiciones (norte, este y cota), llevando un control adecuado de las mismas.
- Replantear y verificar los trabajos de las obras del proyecto.
- Ser responsables por su seguridad y la de los trabajadores que laboran en el área a su mando.

#### **c. Asistente de Topografía (Operario, oficial y ayudante)**

Sus responsabilidades son las siguientes:

- Responsable de apoyar al topógrafo en campo, en la actividad de trazo y replanteo topográfico.

- Responsable de transporte seguro del equipo topográfico y materiales tales como estacas, cintas, comba, etc.
- Responsable de coordinar con los oficiales de campo y operadores de maquinaria pesadas los controles y replanteo, con el fin de efectuar y optimizar los trabajos de las obras.
- Responsable en mantener limpio las zonas de trabajo, y la correcta distribución de los materiales de topografía en campo.

**d. Cadista (Personal de Oficina)**

- Elaborar los planos de acuerdo con el levantamiento topográfico para el desarrollo del proyecto y cumpliendo el estándar emitido por el cliente.
- Procesar la información de los planos de ejecución del proyecto.
- Actualizar la información Digital de los planos del proyecto.
- Elaborar los planos As-built.
- Entregar en forma oportuna, al cliente, la documentación requerida contractualmente.
- Apoyar en el cumplimiento de los lineamientos de control de calidad del contrato
- Coordinar con los topógrafos e ingenieros para el levantamiento de las observaciones.
- Entregar planos a los encargados de la obra en forma ordenada y en fechas establecidas al área de producción para el cumplimiento de la obra.
- Realizar Metrados de los avances diarios y hacer las valorizaciones mensuales de toda la obra.
- Diseñar y generar la data, planos de replanteo de las estructuras de proyecto, necesario para plasmarlo en campo.
- Coordinar con el jefe de topografía para definir el diseño o modificación
- Procesar e interpretar los datos recogidos durante el levantamiento topográfico.

**2.2.5.3 Requerimientos e Instrumentos.**

**a. EPP – Equipo de protección personal**

- Casco de seguridad (con barbiquejo).
- Lentes de seguridad (claro y oscuro).
- Tapones auditivos.
- Respirador de media cara doble vía con filtro P100.
- Chaleco de seguridad.
- Zapatos de seguridad.
- Guantes de badana.
- Corta viento.
- Arnés de cuerpo entero.

#### 2.2.5.4 Equipos de Medición / Herramienta Manuales.

De acuerdo a lo indicado por la empresa Global Mapping, el trabajo se realiza utilizando los siguientes equipos topográficos y accesorios en el **Anexo 10** equipos topográficos de la Empresa Global Mapping.

- GPS diferencia (base y rover): Trimble R10
- Estación Total: Marca Tremble S 6 - 2".
- Nivel Electrónico: Marca Leica Sprinter 250m.
- Prismas y mini prismas: Marca Trimble.
- Miras topográficas: Marca Leica.
- Trípodes y bípodes: Marca Trimble.
- Wincha metálica y de tela
- Cordel
- Comba de 5 lib.
- Yeso para marcar.
- Clavos.
- Pico y lampa.
- Varillas de fierro.
- Estacas de madera
- Arco de sierra.
- Bastón trekking.

#### 2.2.5.5 Parámetros de Control de Seguridad.

##### a. Peligros y Riesgos

Tabla N°5: ANALISIS DE TRABAJO SEGURO (ATS).

N.º	Peligro	Riesgo	Control Operacional
1	Trabajo en altura	Caídas distinto nivel	Personal acreditado y homologado según la estándar para protección contra caídas
2	Trabajo en excavaciones y zanjas	Atrapamiento y caída de material	Excavaciones y zanjas, personal capacitado entrenado y acreditado.
3	Trabajo con equipos o herramientas manuales	Golpes en distintas partes del cuerpo	Inspección de Herramientas, Equipos e Instalaciones, Herramientas Manuales a Distinto Nivel
4	Tormentas Eléctricas	Descargas eléctricas	Estándar para Acción en caso de Tormenta Eléctrica, personal con conocimiento y capacitado en tormentas eléctricas.

## b. Aspectos e Impactos Ambientales

Tabla N°6: ANALISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES

N.º	Peligro	Riesgo	Control Operacional
1	Pintura Spray	Alteración en la calidad de aire	Uso de mascarillas
2	Yeso	Alteración en la calidad del aire y del suelo	Uso de mascarillas.

### 2.2.5.6 Procedimiento General

#### a. Actividades preventivas de inicio de operación

- El jefe de topografía y/o líder del equipo de trabajo brindará la charla de cinco minutos a todo el personal que participa en la actividad.
- El equipo de trabajo seguidamente elaborará el ATS, PTS y evaluará las condiciones del área de trabajo prestando atención en:
  1. Taludes pronunciados.
  2. Rocas sueltas.
  3. Desniveles.
  4. Compactación del terreno.
  5. Equipos trabajando.
  6. Personal de la comunidad presente en los alrededores.
  7. Condiciones climáticas.
  8. Tránsito presente
- En caso haya condiciones inseguras en el área sobre el cual el equipo no pueda tomar una acción de control, el líder de trabajo paralizará las actividades y reportará al jefe de Topografía y a la jefatura de SSOMA o supervisor SSOMA.
- Si se utiliza algún producto químico se deberá contar con la hoja de datos de seguridad MSDS.
- Difusión de la hoja MSDS del yeso y pintura spray que se utilizara para la actividad de trazado y replanteo.

#### b. Actividades de Operación

- Antes de iniciar se tendrá que evaluar todos los peligros y riesgos existentes en el área.
- En caso que haya equipos trabajando, el líder de topografía deberá coordinar con el responsable del frente de trabajo para el ingreso de personal previa paralización de vehículos.
- Seguidamente, se deberá señalar el área de trabajo, ya sea con conos, letreros y cintas que permitan delimitar el área de trabajo y advertir sobre su presencia.

- Después de la evaluación de riesgos, se debe realizar trabajos en la zona de tránsito vehicular de la carretera, se emplearán vigías autorizados y la respectiva señalización.
- El líder Inspeccionara si los equipos a utilizar tienen su respectiva cinta mensual, según estándar Inspección de Herramientas, Equipos e Instalaciones.
- El topógrafo deberá hacer la verificación del estado de los equipos (check list)
- El topógrafo designará las ubicaciones del personal ayudante.
- De acuerdo a la zona de trabajo el topógrafo jefe de grupo, determinará el uso de implementos adicionales para el personal tales como arnés, sogas, cáncamos, escaleras, entre otros.
- De acuerdo a las condiciones, si es necesario hacer trabajos en altura el personal deberá colocarse su arnés de seguridad y se evaluará la colocación de los cáncamos para la respectiva línea de vida.
- Si se deben hacer evaluaciones debajo de taludes, deberá verificarse la presencia de rocas sueltas y de ser necesario hacer el desquinche respectivo.
- No se trabajará en la línea de fuego de equipos en movimiento, ni bajo la proyección de equipos ubicado en la parte superior.
- El estacado del eje se realizará con estacas, las cuales estarán señalizadas con yeso. Para ello, el personal utilizará guantes jebe.
- Si el personal va a dejar señalización con pintura spray y/o yeso, deberá emplear el EPP especificado en la hoja MSDS del producto.
- El topógrafo, deberá dar indicaciones claras a los ayudantes sobre la posición y ubicación respectiva que deben adoptar al realizar los trabajos de replanteo de eje y secciones transversales.
- Es vital la comunicación permanente del topógrafo con su personal ayudante. Sila comunicación no es directa debida a temas de geografía, distancia, ruido u otros, deberá emplearse radios de comunicación de onda corta.
- Durante la ejecución de los trabajos, el topógrafo deberá estar atento a las condiciones climáticas y a los reportes que emite el centro de control vía radial.
- En caso de tormenta eléctrica, deberá paralizar las actividades y evacuar al personal al refugio, aplicar el estándar Tormentas eléctricas Al final de las labores se dejará el área limpia y ordenada.

### 2.2.5.7 Procedimiento Especifico

#### a. Contrastación de Equipos Topográficos

- Seleccionar el equipo adecuado en correspondencia al tipo de trabajo a realizar, debiendo tener niveles de aproximación adecuados al error permisible en ca da caso (GPS Diferencial; Estación Total y Nivel Automático.)
  1. Tolerancia de error en GPS Diferencial (Ajuste local y replanteo de puntos de control).  
Horizontal = 3 mm. + 0.1 ppm RMS  
Vertical = 3.5 mm. + 0.4 ppm RMS

2. Estación Total (Lecturas de ángulos horizontales y verticales directo e inverso).

Tabla N°7: RESULTADOS ANGULARES

Resultados Angulares					
ANGULOS	VALOR DEL PATRON	VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO		ERROR MEDIDO	PRECISIÓN
HORIZONTAL	180°00'00"	0°00'00"	180°00'01"	1"	± 2"
		90°00'00"	270°00'00"	0"	± 2"
VERTICAL	360°00'00"	90°00'00"	270°00'01"	1"	± 2"

Tabla N°8: RESULTADOS DISTANCIAS INCLINADAS

OBJETIVO	VALOR DEL PATRÓN	VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO	ERROR MEDIDO	PRECISIÓN
PRISMA 1	8.080 m.	8.080 m.	0 mm.	± (2mm. + 2ppm)
PRISMA 2	15.140 m.	15.142 m.	2 mm.	± (2mm. + 2ppm)
TARJETA 1	18.249 m.	18.249 m.	0 mm.	± (3mm. + 2ppm)
TARJETA 2	26.740 m.	26.742 m.	2 mm.	± (3mm. + 2ppm)

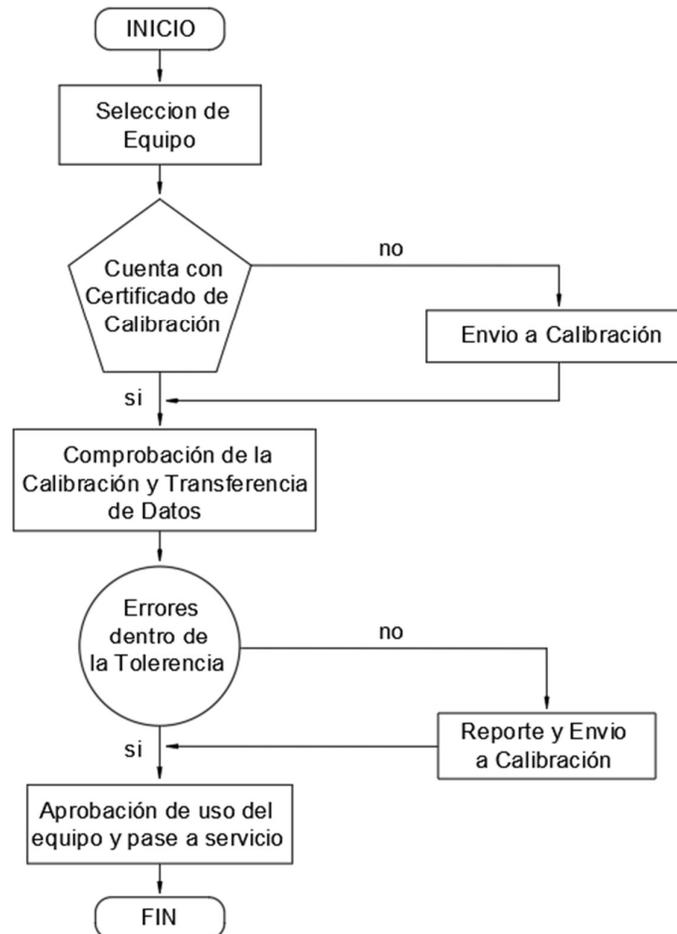
3. Nivel Automático (Comprobación de lectura vertical vista atrás y vista adelante).

Tabla N°8: RESULTADOS NIVEL MEDIDO

VALOR DEL PATRON	VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO	ERROR MEDIDO	PRECISIÓN
90°00'00.0"	90°00'00.0"	00.0"	± 0.3"

- Todo equipo, debe realizar mantenimiento en una casa especializada autorizada por INACAL – Instituto Nacional de Calidad.
- De no tener el certificado de calibración se enviará a la casa especializada para su calibración y certificación.
- La comprobación de la calibración del equipo deberá realizarse en terreno, mediante mediciones reales. Además, se procederá a la comprobación de la transmisión de datos en aquellos equipos que están capacitados para ello.
- A los equipos topográficos se les realizarán controles de ajustes quincenales, los cuales serán plasmados en formatos definidos.
- Si se hallan errores fuera de tolerancia, se realiza reporte para su envío a calibración. De darse este caso, el equipo no podrá ser utilizado para la ejecución de los trabajos.

**Imagen N°3:**  
**DIAGRAMA DE PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION DE EQUIPOS**



#### 2.2.5.8 Puntos de Control Geodésico

- Determinar la necesidad de uso de control geodésico en función de la extensión del área de trabajo, consideraciones especiales o requerimientos del Cliente.
- Seleccionar la ubicación de los puntos de control en lugares con buena visibilidad hacia el área de trabajo y fuera de la zona de influencia del movimiento de tierras y con posibilidades de acceso.
- Monumentación adecuada del punto. Varilla de fierro corrugado o disco de bronce empotrados en hito de concreto de dimensiones que garanticen su permanencia. La varilla o el disco de bronce deberá tener una cruz axial en la parte superior. Las dimensiones del hito de concreto deberán ser de 0.30 x 0.30 m y la profundidad de acuerdo con el tipo de terreno.

- Señalización y croquis de ubicación, que permita su fácil identificación. Se generará un reporte por punto.
- Se tendrá actualizado un plano con la ubicación de los puntos de control geodésico, el cual deberá ser validado por la supervisión.
- Los puntos de control geodésico, de acuerdo con el tipo de precisión que se requiera, se definirá el tiempo de lectura del GPS y la cantidad de bases que se usará. Cabe mencionar que todos estos puntos estarán amarrados a la Red Geodésica de Quellaveco y con cota nivelada.

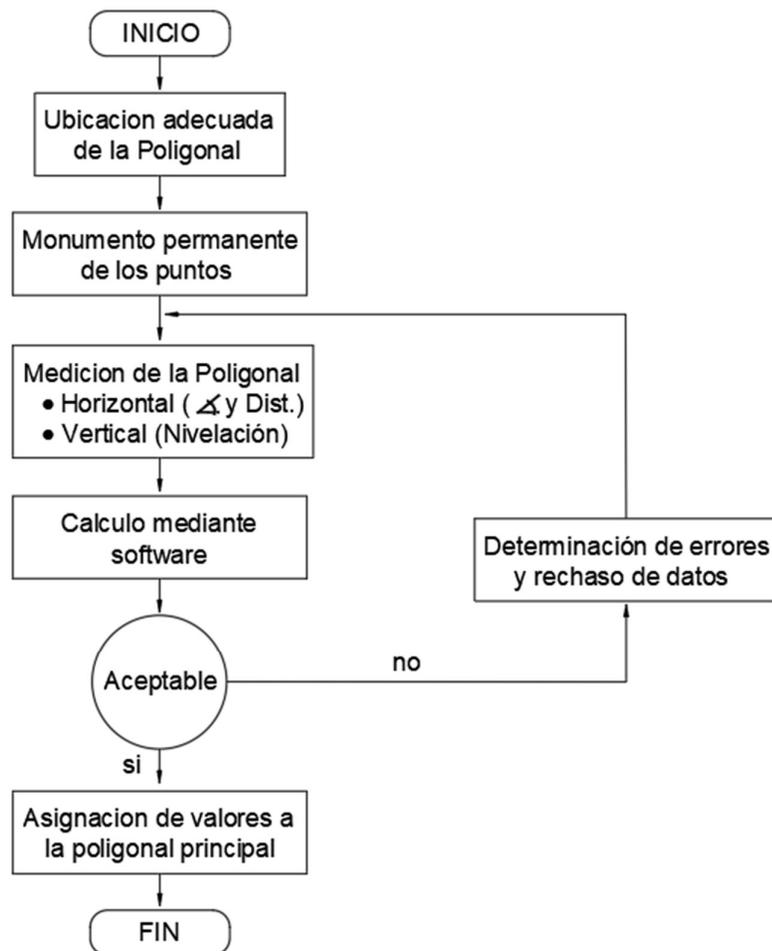
#### 2.2.5.9 Medición de Poligonal de Apoyo

- La Poligonal de Apoyo es el principal elemento de control de la obra. A partir de sus puntos pueden efectuarse los levantamientos de detalle requeridos y replantearse cualquier estructura del proyecto, como son: Ejes de vías, gaviones, muros, botaderos, canteras, etc.
- Se ubicará como máximo a 5.0 km dos pares de puntos de control geodésico, los cuales deben ser monumentados preferentemente mediante varilla de fierro corrugado empotrada en hito de concreto y señalizada convenientemente para su fácil ubicación. Asimismo, se ubicará puntos intermedios monumentados para llevar la poligonal.
- Las poligonales de apoyo deben medirse en circuitos cerrados, tomando los ángulos horizontales en ambas posiciones de anteojo (directo e invertido) y las distancias medirse en ambas direcciones (recíprocas), a fin de tener un promedio de medidas y valores que permitan detectar errores, el método a utilizar es el de reiteración (4 directas y 4 indirectas).
- Las poligonales deben calcularse preferentemente haciendo uso de software existentes para el efecto y comprobar la precisión obtenida.
- De no lograrse la precisión especificada, deberá revisarse toda la información y repetir en campo las estaciones donde se haya cometido errores.
- Se asignará los valores de coordenadas a los puntos de la poligonal. Se efectuará un reporte de datos de la Poligonal.
- Debe evitarse medir una poligonal como simple transporte de coordenadas con una Estación Total, pues esta es la causa de la mayoría de errores que se cometen en los trabajos topográficos.
- Se evitará en lo posible, el uso de poligonales abiertas. Si no es posible cerrar una poligonal, debe extremarse el cuidado en su medición y tomar puntos de comprobación. Como alternativa de solución se propone realizar una medición de ida y vuelta.
- Es importante recordar que la mejor referencia de un punto son sus coordenadas, pues éstas permitirán reponer dicho punto desde la poligonal con mucha facilidad y mayor precisión.

- Las tolerancias de cierre angular y lineal serán definidas de acuerdo con el tipo de poligonal que se va ejecutar, así como también con las actividades que se realizara por parte del Cliente.
  1. Poligonal primaria: Tolerancia al cierre angular,  $10 \sqrt{K}$  y tolerancia de cierre lineal,  $1/40 \text{ mil. } \pm$
  2. Poligonal secundaria: Tolerancia al cierre angular,  $20 \sqrt{K}$  y tolerancia de cierre lineal,  $1/20 \text{ mil.}$
  3. Poligonal terciaria: Tolerancia al cierre angular,  $30 \sqrt{K}$  y tolerancia de cierre lineal,  $1/15 \text{ mil.}$
- Si el error en campo es mayor que el de la tolerancia se revisará nuevamente, y si persiste el error, se tendrá que volver a realizar la poligonal.
- Se colocará puntos intermedios máximo a 500.0 m, dado que a mayor distancia la visibilidad de estos no será la óptima. Estos puntos deberán ser visibles entre ellos y de fácil ubicación.

Imagen N°4:

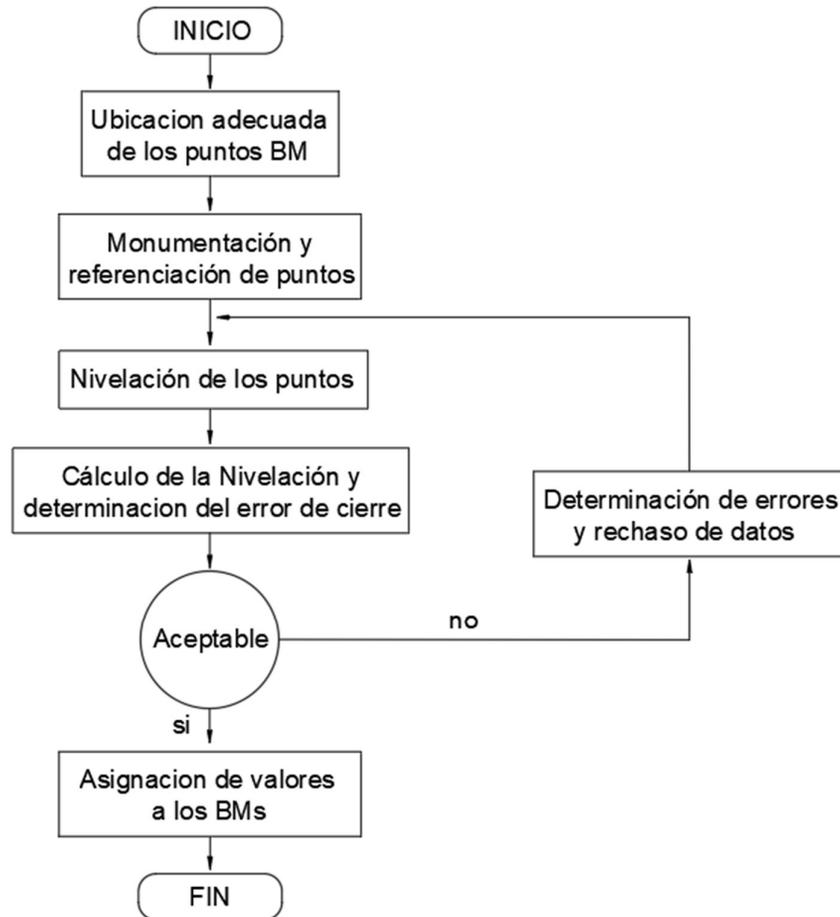
DIAGRAMA DE PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN POLIGONAL



### 2.2.5.10 Nivelación de BMs

- Los BMs deben ser convenientemente monumentados, ya sea mediante placa de bronce o varilla de fierro corrugado empotrado en hito de concreto o mediante señal de pintura sobre saliente de roca fija y ubicados en lugares fuera de las áreas de movimiento de tierras, a fin de no ser disturbados durante las obras. Como puntos de cambio se usará una placa metálica llamada “sapo” u objetos que se encuentren sobre el terreno cuya estabilidad y solidez sea confiable.
- Serán señalizados a fin de ser fácilmente ubicables y referidos, generalmente al eje de trazo y de ser posible, mediante sus coordenadas.
- La nivelación se ejecutará de ida y vuelta, en circuitos cerrados, colocando BMs en lugares estratégicos cada cierta distancia favorable para el control de acuerdo al tipo de trabajos a realizar (de 0.50 a 2.0 km). Se podría también realizar la nivelación con dos puntos de cambio (conjugada).
- La tolerancia de cierre será:  $EC = 10 \sqrt{K}$ , en mm. Siendo K la distancia recorrida expresada en kilómetros.
- La nivelación se calculará, observándose la tolerancia especificada. De ser mayor el error que la tolerancia, se revisará los cálculos y de persistir el error, deberá volverse a nivelar el tramo hasta estar por debajo de la tolerancia.
- Se deberá observar las recomendaciones técnicas para la ejecución de la nivelación. Utilizar miras de buena calidad y provistas de nivel esférico para su verticalidad la distancia entre miras no será mayor que 100.0 m., con la finalidad de evitar error de curvatura.

Imagen N°5:  
DIAGRAMA DE PROCEDIMIENTO DE NIVELACIÓN BMs



#### 2.2.5.11 Replanteo de Ejes con Poligonal de Apoyo

- Para iniciar un replanteo, previamente hay que buscar y señalar los puntos de la poligonal de apoyo.
- Generar archivos de coordenadas del eje de trazo compatibles con la capacidad de memoria de la estación total y transferir dicha data del computador a la estación total.
- Replanteo del eje de trazo, por radiación, desde los puntos de la poligonal de apoyo o puntos auxiliares establecidos donde no haya visibilidad, utilizando la función replanteo de la estación total.
- Estacado del eje cada 10 m en tramos en curva y cada 20 m en tramos en tangente, marcando la progresiva de cada estaca.

### 2.2.5.12 Levantamiento Topografía Inicial

- Los trabajos de levantamiento de topografía inicial, para la elaboración de planos para estructuras como presa, bocatoma, canales, gaviones u otras estructuras importantes, se ejecutarán por radiación a partir de puntos de poligonal de apoyo o de puntos auxiliares establecidos para el efecto, cuando no hay visibilidad directa desde los puntos de la poligonal.
- Se tomarán todos los detalles planimétricos existentes dentro del área establecida, así como un número de puntos de relleno, en cantidad y ubicación suficientes para una fiel representación del relieve del terreno, de acuerdo a la escala del plano y al intervalo de curvas de nivel que se desea establecer.
- Los puntos de relleno se ubicarán siguiendo la misma lógica de interpolación de curvas de nivel del software a utilizar, a fin de establecer las líneas obligatorias necesarias para orientar el sentido de la interpolación, de acuerdo a las inflexiones del relieve del terreno. La no observancia de esta norma, hará que se cometan graves errores de interpolación de curvas, que distorsionarán el plano.
- Para la definición de los detalles planimétricos y las líneas obligatorias, deberá hacerse necesariamente, los respectivos croquis que faciliten el dibujo del plano. No es suficiente la información dada por el registro de códigos de identificación de puntos tomados por la Estación Total.
- Al ejecutar un levantamiento topográfico se deberá utilizar códigos (abreviatura del nombre del detalle), para identificar los puntos tomados y permitir el uso de filtros para facilitar el proceso de dibujo mediante líneas de unión automática.
- Al levantar el cauce de ríos o cursos de agua, para el diseño de estructuras especiales, deberá levantarse dicho cauce, tanto aguas arriba como aguas abajo, en la distancia especificada para cada caso o recomendada por el especialista.

### 2.3 Operaciones de variable

VARIABLE	DEFINICION	DIMENSIONES	INDICADORES	TECNICAS
Sistema de posicionamiento de Red Geodésica.	Una red de control geodésico; es una red enlazada por triángulos imaginarios, que se miden con la precisión mediante técnicas de topografía terrestre o geodesia satelital.	Metodología para establecer el error en una compensación.	Cálculos con distintos programas computarizados.	Cumplimiento constante al proceso constructivo.
		Procedimientos y Normas establecidas.	Cumplir alcances del procedimiento.	
Controles Topográficos en las obras de construcción	Replanteos efectuados para determinar el relieve de la Tierra, identificando superficies naturales y artificiales, que se	Metodología para establecer el error en una compensación.	Cálculos con distintos programas computarizados.	Cumplimiento constante al proceso constructivo.

	miden mediante métodos convencionales topográficos y aéreos (fotogrametría).	Procedimientos y Normas establecidas.	Cumplir alcances del procedimiento.	
--	--	---------------------------------------	-------------------------------------	--

### 3 RESULTADOS

Se representa los resultados obtenidos mediante la metodología de acuerdo a lo establecido por Normas Técnicas de Levantamientos Geodésico (2005), emitida por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) de Perú, así mismo lo indicado respecto de la misma materia por el Manual de Carreteras Volumen 2 (Ministerio de Obras Publicas de Chile, MOP). **Anexo 07.**

Se procede a dar resultados de los cálculos de cierre y compensación de los cuadriláteros que componen (1) Red Geodésica, (2) Poligonal Base, (3) Trazo y Replanteo Topográfico.

#### 3.1 Análisis de la Red Geodésica

##### 3.1.1 Metodología

De acuerdo a la metodología propuesta por FLUOR CHILE S.A., que consiste en el transporte de coordenadas con GPS, y compensación de cuadriláteros triláterados, definida según el Manual de Carreteras de Chile, (Procedimiento de estudios viales), se procede a dar resultados de los cálculos de cierre y compensación de los cuadriláteros.

##### 3.1.2 Proceso Operativo

Se realizó el levantamiento de 8 cuadriláteros, que engloban los 17 puntos a verificar (*ver plano Red Geodésica Anexo 01*), realizado con sesiones de rastreos por el lapso de una hora con lecturas simultaneas de satélites, con 3 GPS diferenciales de doble frecuencia, la lectura se realizó en modo estático.

Coordenadas de partida: El punto origen de coordenadas es el Punto Laderas establecidos por el IGN del Perú, los cuales han dado las coordenadas geográficas y UTM en el sistema WGS84, (punto de partida del levantamiento inicial de los 17 puntos alcance del Proyecto Minero Quellaveco.

Todo el levantamiento se ha realizado en el sistema WGS84, siendo que el postproceso se ha utilizado el software LEICA GEO OFFICE v.6.0, con el sistema de referencia WGS84-UTM19S, es decir elipsoide WGS84 y en proyección plana UTM para la zona 19 sur. (*ver parámetros de procesamiento Anexo 05*)

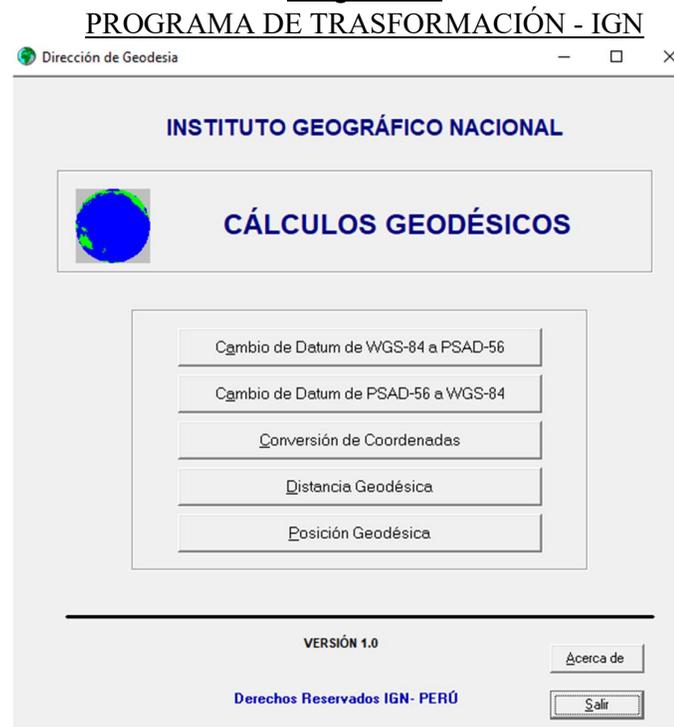
Para el cálculo de error de cierre y la compensación para cada cuadrilátero, se ha desarrollado una plantilla en el programa Excel (*ver planilla de compensación de cuadriláteros Anexo 05*). El error de cierre obtenido supera largamente el error mínimo recomendado por el manual de carreteras de Chile y es de 1/40,000.

### 3.1.3 Resultados obtenidos

Las coordenadas obtenidas compensadas, donde se han obtenido discrepancias promedio en el Este de **0.0768 m.**, y en el Norte de **0.0210 m.**, en relación a las coordenadas entregadas por el Proyecto Minero Quellaveco.

Se ha efectuado la reducción de las alturas elipsoidales a alturas geoidales, utilizando el programa emulador de geoides EGM96, incorporado en el mismo programa de postproceso. Para el cálculo de las coordenadas en el sistema UTM PSAD56, se ha utilizado el Programa de transformaciones WGS84 a PASAD56 del Instituto Geográfico Nacional (IGN) del Perú.

Imagen N°6:



### 3.1.4 Resumen de Procesamiento

Anexo 05:

- Procesamiento: Laderas A004 A001
- Procesamiento: C1 A004 A001 A002
- Procesamiento: C1 A004 A001 A03A
- Procesamiento: C1 A004 A002 A03A
- Compensación de Cuadriláteros 1
- Procesamiento: C2 A004 A001 A002
- Procesamiento: C2 A004 A001 A003
- Procesamiento: C2 A004 A002 A003
- Compensación de Cuadriláteros 2

- Procesamiento: C3 A03A A004 A006
- Procesamiento: C3 A03A A006 A005
- Procesamiento: C3 A006 A 004 A005
- Compensación de Cuadrilátero 3
- Procesamiento: C4 A005 A006 A007
- Procesamiento: C4 A006 A007 A008
- Compensación de Cuadriláteros 4
- Procesamiento: C5 A007 A008 A009
- Procesamiento: C5 A008 A009 A010
- Procesamiento: C5 A007 A008 A010
- Compensación de Cuadriláteros 5
- Procesamiento: C6 A009 A010 A012
- Procesamiento: C6 A009 A012 A011
- Procesamiento: C6 A009 A010 A011
- Compensación de Cuadriláteros 6
- Procesamiento: C7 A011 A012 A013
- Procesamiento: C7 A012 A013 A014
- Procesamiento: C7 A011 A013 A014
- Compensación de Cuadriláteros 7
- Procesamiento: C8 A013 A014 A015
- Procesamiento: C8 A014 A015 A016
- Procesamiento: C8 A013 A014 A016
- Compensación de Cuadriláteros 8

## 3.2 Análisis de Puntos Base

### 3.2.1 Metodología

EL trabajo desarrollado para definir la precisión de los valores (coordenadas) de los puntos perteneciente a la poligonal Base, nacientes de la Red Geodésica Principal. Donde se procede a dar resultados de los cálculos de cierre y compensación de los cuadriláteros que componen la red de apoyo del proyecto.

El método empleado fue el ESTÁTICO, que consistió en la lectura de señales de satélites con la antena receptora estacionada sobre un trípode, las lecturas se realizaron en 2 receptores GPS como base y en forma simultánea 02 Rover (móvil) en los puntos a posicionar.

### 3.2.2 Proceso operativo

Se realizó monumentación y medición geodésica de 9 puntos de control referenciados a la Red primaria, se estableció como puntos de partidas A007 y B007Q, pertenecientes a la red geodésica Quellaveco. (ver croquis red puntos base; **Anexo 08**).

La sesión de mediciones se inició estacionando los GPS en los puntos base LP-1 PA-1, y a continuación se procedió a la medición de los puntos rover (móvil), lográndose registrar datos simultáneos con las bases.

Control horizontal: Se tiene como estaciones base los siguientes puntos de referencia: LP-1, MS-01, MS-02, MS-04, MS-05, MS-08, MS-09, MS-10, MS-11 y PA-1.

Control vertical: La elevación de los puntos de control se ajustó a partir de la elevación geométrica de los siguientes puntos de control existentes: PA-21, Q-3 y TS-03.

La determinación de las coordenadas de los puntos de control, se realizó mediante posicionamiento de GPS diferencial en modo estático, usando como referencia los puntos enlazados a la red geodésica principal LP-1 y PA-1.

La información registrada con los GPS se procesó mediante el programa de Postproceso LEICA GEO OFFICE v7.0. Para el proyecto se realizó el proceso considerando como puntos de control los puntos base LP-1 y PA-1 con sus respectivas coordenadas y elevaciones ajustadas a la red geodésica principal Quellaveco.

Establecido estos puntos de control como puntos fijos, se realizó el ajuste de RED con todos los puntos móviles (rover), obteniéndose el reporte de coordenadas geográficas y coordenadas UTM en sistema WGS84, así como las alturas elipsoidales.

Con el mismo software y empleando el modelo Geoidal EGM-96 se determinaron las alturas ortométricas. (*ver parámetros de procesamiento Anexo 09*).

### 3.2.3 Resultados obtenidos

El registro de los datos satelitales en los puntos de referencia tuvo como tiempo 30 minutos, tiempo necesario para que los puntos medidos tengan soluciones aceptables.

Durante el tiempo de mediciones con GPS se pudo verificar que los valores de GDOP fueron menores que 4; ya que el factor CQ 3D no sobrepasó de 4.

### 3.2.4 Resumen de Procesamiento

Anexo 09:

- Procesamiento PA-1 MS-11
- Procesamiento PA-1 MS-10
- Procesamiento PA-1 MS-09
- Procesamiento PA-1 MS-08
- Procesamiento PA-1 MS-06
- Procesamiento PA-1 MS-05
- Procesamiento PA-1 MS-04
- Procesamiento PA-1 MS-02
- Procesamiento PA-1 MS-01

- Procesamiento LP-1 MS-01
- Red de ajustes
- Compensación
- Reporte nivelación geométrica

### **3.3 Análisis de Trazo y Replanteo**

#### **3.3.1 Metodología**

Para la elaboración y realización de los trabajos topográficos en campo, y su posterior procesamiento en gabinete. Definir el procedimiento de trabajo necesario a fin de controlar situaciones de riesgos que puedan dañar a personas, equipos y al medioambiente durante el desarrollo de los trabajos topográficos.

#### **3.3.2 Proceso operativo**

El trazo y replanteo es el proceso de definir y medir en una superficie las dimensiones de las obras donde se realizará la construcción. Se traza la forma del perímetro de la obra y se señalan los ejes de los elementos estructurales.

Para realizar el trazo y replanteo la brigada de Topografía se desplaza a la zona de trabajo a delimitar toda la superficie y los detalles existentes. Para ello se requiere (1) Se estaciona en un punto base de referencia con coordenadas fijas, (2) Visualiza 2 puntos fijos (vista atrás y adelante) con coordenadas para orientar el equipo al sistema de posicionamiento de la red principal. (3) Procede a replantear y trazar el terreno o elemento estructural de obra.

#### **3.3.3 Resultados obtenidos**

Una vez realizado el trazo se obtiene una representación fiel del terreno (superficie), para sobre ello establecer el posicionamiento de los límites de movimiento de tierras, estructuras civiles y de montajes asociadas a la obra.

## **4 CONCLUSIONES**

El uso del Sistema de Posicionamiento de Red Geodésica, en el Proyecto Minero Quellaveco. – Facilito llevar un control geométrico topográfico fino, con diferentes tipos de precisiones de acuerdo al alcance de trabajo, entre ellos tenemos (1) precisión para movimiento de tierras 1/20,000 es decir 0.05 m por kilómetro, (2) precisión para estructura civiles y montaje 1/60,000 es decir 0.01667 m por kilómetro.

## **5 CONCLUSIONES**

1. Se logro establecer un sistema de Red Geodésico.
2. Se materializo hitos de concreto, con valores fijos en UTM WGS84 y PSAD56.
3. Se logro establecer la precisión de la red geodésica a una escala 1/20,000.
4. Para los controles estructurales civil o montaje se debe establecer una poligonal de precisión 1/60,000.
5. Para los controles de movimiento de tierra se debe establecer una poligonal de precisión 1/20,000.

6. Antes de realizar cualquier trabajo se debe considerar los procedimientos constructivos (Poligonal, Levantamiento de Trazo y Replanteo, Etc.).

## 6 RECOMENDACIONES

1. Impulsar nuevos procesos de Geodesia y topográficos.
2. Aprovechar al máximo los distintos programas informáticos que existen para realizar compensación de los errores.
3. Un trabajo bien hecho y en equipo son señales de una mente ordenada, la cual a su vez indique una sólida preparación y competencia en ingeniería.
4. Monitoreo constante a los hitos de la Red Principal y Secundaria.

## 7 REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

### 7.1 Bibliografía básica

- Topografía aplicada a la Ingeniería Civil. Rafael Ferrer Torio y Benjamín Piña Patón.
- Servicios de publicaciones. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Santander, 39005.
- Wolf, Paúl: “Topografía”. Nn. 2001 (Signatura topografica: 711.42 W83)
- Paul R. Wolf y Charles D. Ghilani Topografía 14ª Edición. Alfa Omega, 2016.

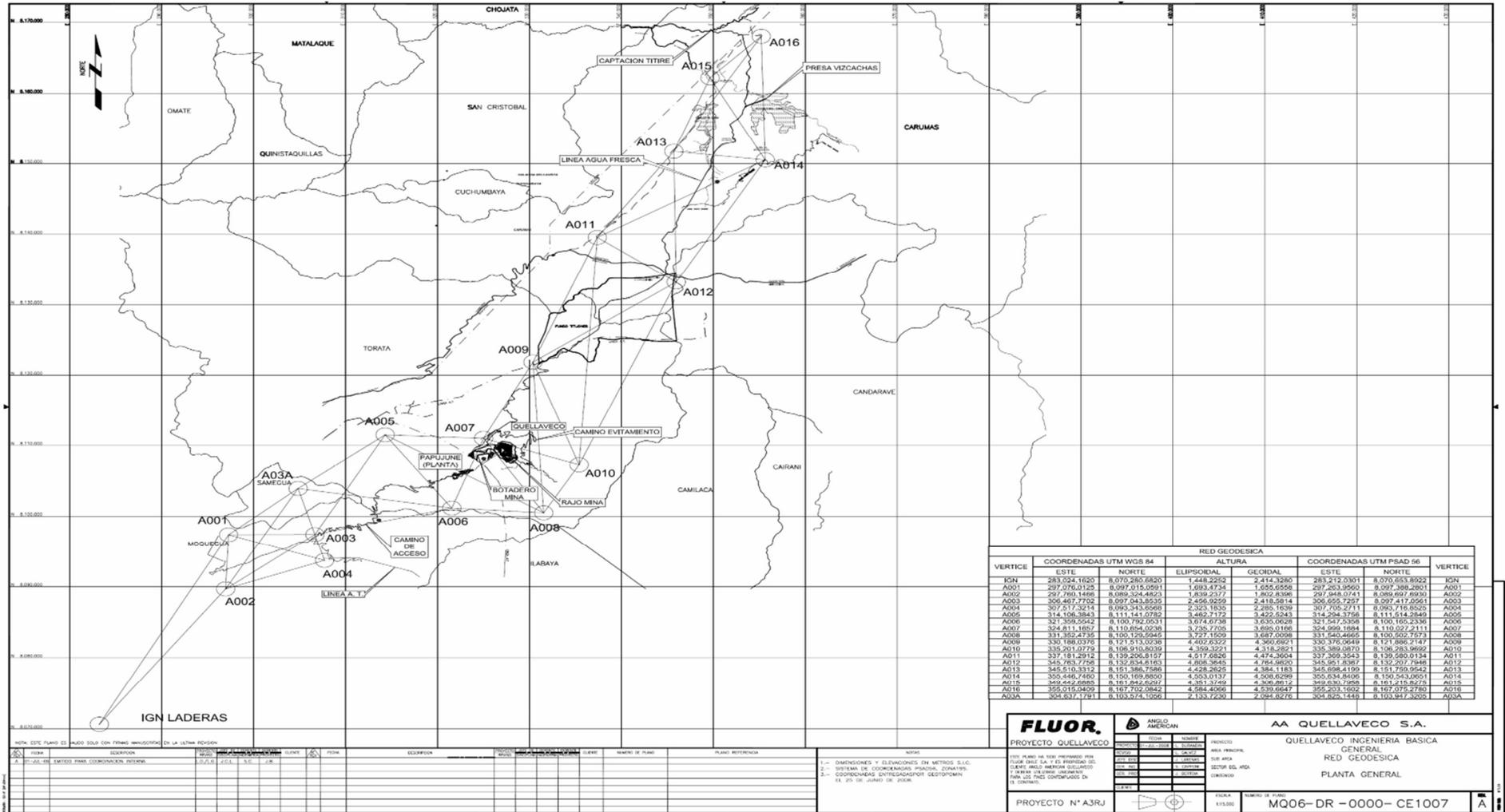
### 7.2 Bibliografía Complementaria

- Topografía, Manuel Chueca Pazos. Editorial Dossat, S.A. Madrid, 1982.
- Métodos topográficos y oficina técnica. Jose Luis Ojeda Ruiz. Edición del autor. Madrid 1984.
- Topografía, Serafín Lopez-Cuervo y Estévez. Mundi-prensa. Madrid 1993.
- Conde, Domingo: “Método y calculo topográfico”. Aguilar, 1979.
- Domínguez, F: “Topografía General y aplicada”. Mundi, 1998.
- Tapia A: “Topografía subterránea”. Alfa Omega, 1999.

## ANEXOS

- Anexo 01: Plano Red Geodésica.
- Anexo 02: Red Primaria, Empresa Horizons South America.
- Anexo 03: Formula de Molodensky.
- Anexo 04: Punto ING LADERAS.
- Anexo 05: Resumen de Procesamiento Geotopomin.
- Anexo 06: Fichas técnicas de puntos de la Red Geodésica.
- Anexo 07: Extracto Manual de Carreteras del Ministerio de Obras Publicas de Chile Volumen 2.
- Anexo 08: Croquis Red de puntos base.
- Anexo 09: Resumen de Procesamiento, Empresa Global Mapping.
- Anexo 10: Fichas técnicas de puntos base.

**0Anexo 01: Plano de Red Geodésica – Fuente la empresa.**

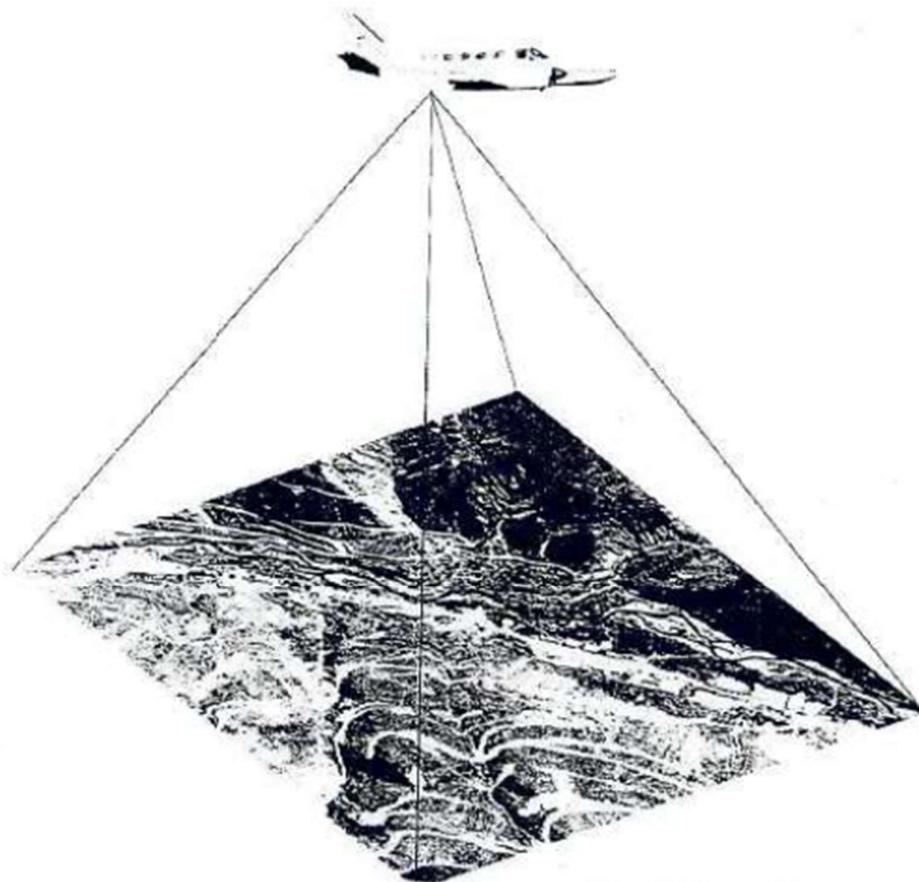


Anexo 02: Red Primaria Empresa Horizons – Fuente la empresa.

# **PROYECTO QUELLAVECO**

## **SERVICIO DE CONTROL DE CAMPO**

### **"FORMACION DE RED PRIMARIA"**



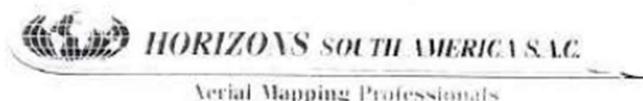
## **"RESUMEN EJECUTIVO"**



**HORIZONS SOUTH AMERICA S.A.C.**

Aerial Mapping Professionals

**1,999**



## **INFORME EJECUTIVO**

### **CONTROL DE CAMPO PROYECTO MINERA QUELLAVECO S.A.**

El presente documento tiene como objetivo explicar el contenido del informe "SURVEY REPORT FOR QUELLAVECO MINERALS", presentado por el Sr. Randy Deibert.

El reporte presentado por el Sr. Randy Deibert contiene la información proveniente del control de campo efectuado para la Minera Quellaveco el 14 de Febrero de 1999.

El trabajo de control de campo consistió en las siguientes fases:

- Formación de una RED PRIMARIA con el sistema *GPS Diferencial Estático* (sesiones de 2 a 3 horas mínimas), de 19 puntos monumentados, esta Red tuvo como puntos de ajuste o puntos bases las estaciones E-2 y Samanape (puntos entregados por la minera según documento del 13 de Enero de 1999, incluidos en la Red Primaria).

\* LOCALIZACION EN EL FILE: A, B y C  
SECCION: I.9, I.11 y I.11

- Formación de una RED SECUNDARIA con el sistema *GPS Diferencial Estático* (sesiones de 2 a 3 horas mínimas), de 04 puntos monumentados, ubicándose dos de estos puntos en la zona de Pasto Grande; esta Red tuvo como puntos de ajuste o puntos bases las estaciones E-2 y Samanape (puntos entregados por la minera según documento del 13 de Enero de 1999, incluidos en la Red Primaria).

\* LOCALIZACION EN EL FILE: A y E  
SECCION: I.9, I.2 y I.21

- Formación de la RED DE PUNTOS FOTOIDENTIFICADOS PARA EL SOPORTE DEL VUELO AEROFOTOGRAFICO CON AIRBORNE GPS, vuelo ejecutado en el mes de Noviembre por nuestra Compañía.



El sistema de medición para ejecutar esta Red, fue el *GPS Diferencial Estático* (sesiones de 2 horas mínimas), de 17 puntos fotoidentificados. La Red Primaria sirvió como base para las lecturas GPS de los puntos fotoidentificados.

\* LOCALIZACION EN EL FILE: A y J  
SECCION: 1.0, 1.3 y 1.31

- Nivelación. La nivelación se realizó con el objetivo de llevar alturas ortométricas a los puntos Prieto-2 y Planta-1, puntos que serían después de este control de campo las *Nuevas Estaciones Principales para la Minera*, tal como consta en el documento emitido por la minera el 25 de Enero de 1999. También se ubicaron cuatro nuevos BMs a lo largo de la línea de nivelación *BM MINERO PERU - Punto Prieto-2*.

El punto de partida para la nivelación fue el *BM Minero Perú*, Punto Oficial para la Mina, tal como consta en el documento emitido por la minera el 13 de Enero de 1999.

La técnica usada para esta fase del trabajo fue la *Nivelación Trigonométrica Modificada*, técnica aprobada por la Minera en una reunión sostenida en las oficinas principales en Santiago de Chile, luego de revisar la documentación necesaria que comprueba los buenos resultados de esta técnica en la aplicación en otros proyectos. Los resultados se muestran en la sección 2.2, Localización 4.

\* LOCALIZACION EN EL FILE: A y 3  
SECCION: 1.0, 2.0 y 2.1

El **POST - PROCESO** de la data obtenida en las sesiones GPS Diferenciales Estáticas, realizado por el Sr. Randy Deibert; fue completado con el software *Ashtech WinPrism 2.0*. El post-proceso de la data GPS de los puntos de las tres redes formadas fue bajo el mismo sistema, con algunas características particulares, explicadas en cada una de las secciones correspondientes.

\* RED PRIMARIA : LOCALIZACION C, SECCION 1.12  
\* RED SECUNDARIA : LOCALIZACION E, SECCION 1.22  
\* FOTOIDENTIFICACION : LOCALIZACION J, SECCION 1.32

La data mostrada en las secciones 1.13, 1.23 y 1.33; corresponden a las coordenadas preliminares y elevaciones elipsoidales de todos los puntos medidos con GPS en el sistema WGS-84 sin ajustar a ninguna estación base.



**HORIZONS SOUTH AMERICA S.A.C.**

Aerial Mapping Professionals

Los datos DX, DY y DZ; son los deltas o desplazamientos no ajustados que tienen de un punto a otro. La terminología **length** expresa la distancia no real existente de un punto a otro ( por cada vector ).

Después se muestran las coordenadas ajustadas en WGS-84 con sus alturas elipsoidales y sus errores en desplazamiento a unidades de metro.

Los siguientes datos mostrados en estas secciones son las desviaciones ajustadas en unidades de metros de todos los vectores obtenidos en las mediciones GPS diferenciales estáticas (errores de ajuste en latitud, longitud y elevación elipsoidal).

También se muestran datos de procesamiento específicos del software Astech WinPrism.

Estos datos solo indican los pasos realizados para ejecutar el post-proceso de la información obtenida en campo. El uso de esta información compete exclusivamente a personas conocedoras del tema GPS que entienden los pasos mostrados. También sirven como idea clara para otra empresa que realice algún trabajo de campo con GPS en las áreas de la minera.

En la localización G, sección 1.231; se muestra el post-proceso para el ajuste correcto en el sistema WGS-84 del punto base o estación base del soporte en tierra para los vuelos realizados por nuestra compañía en las áreas de la Mina o adyacentes.

Este proceso es lo normal para georeferenciar cualquier Red al *sistema WGS-84* y luego a un *sistema local*.

El procedimiento empleado es ajustar el punto base de apoyo para el airborne a un punto GPS conocido, para la zona sur del Perú es recomendable ajustar cualquier punto base al punto Characato (Punto NASA de alta precisión ubicado en Arequipa).

Los datos mostrados en esta sección, también son de uso exclusivo para personas conocedoras del tema GPS y post-procesamiento.

A partir de la localización N, sección 1.4, se detallan los resultados obtenidos del post-proceso de la data obtenida del trabajo realizado en el campo:

- La sección 1.4 da información general de los resultados.



**HORIZONS SOUTH AMERICA S.A.C.**

Aerial Mapping Professionals

- La sección 1.41 explica nuestra conclusión de que la Red formada por la Cía. Aerotop se encuentra en un *sistema local*, nuestras conclusiones se basan según los resultados obtenidos por estudios realizados al **INFORME FINAL DEL TRABAJO DE CAMPO DE LA COMPAÑIA AEROTOP**.

- La sección 1.4111 muestra los desplazamientos obtenidos en la transformación de l sistema WGS-84 a un supuesto PSAD-56 de un mismo punto en dos proyectos GPS diferentes.

En el APENDICE A “**INFORMACION DE COORDENADAS**”, se muestran los siguientes cuadros de importancia:

- **LOCALIZACION: T SECCION: A1.0**

Cuadro de Puntos Finales (Principales, Secundarios y Fotoidentificados) con Coordenadas Geográficas en el Sistema WGS-84 con alturas elipsoidales.

- **LOCALIZACION: U SECCION: A1.1**

Cuadro de Puntos Finales (Principales, Secundarios y Fotoidentificados) con Coordenadas UTM, Zona 19, en el Sistema WGS-84 con alturas elipsoidales.

- **LOCALIZACION: V SECCION: A1.2**

Relación de Coordenadas Finales UTM, zona 19, en el Sistema WGS-84 de todos los puntos con los datos del Factor de Escala, Convergencia y Factor de Nivel de Mar de cada punto.

- **LOCALIZACION: W SECCION: A1.3**

Cuadro de Coordenadas Geográficas Finales en el Sistema WGS-84, Alturas Elipsoidales, Alturas Ortométricas Calculadas con el Modelo Geoidal EGM96 y delta de ajuste según el Modelo Geoidal EGM96 de cada punto.



**- LOCALIZACION: X SECCION: A2.0**

En esta sección se muestran datos de transformación del Sistema WGS-84 a PSAD-56 de tres puntos (Minero Perú, Samanape y XCOM) para identificar la metodología de trabajo de la Cia. AEROTOP.

**- LOCALIZACION: Z SECCION: A3.0**

Se explica la metodología de transformación usada de un sistema a otro para adecuarnos al Sistema Local AEROTOP PSAD-56, con sus posibles parámetros de transformación.

**- LOCALIZACION: I SECCION: A4.0**

Cuadro de Coordenadas Finales UTM, Zona 19 en el Sistema AEROTOP Local PSAD-56; con sus alturas elipsoidales en el sistema WGS-84.

En el reporte presentado por el Sr. Randy Deibert, se indican un resumen y recomendaciones generales del Proyecto Ejecutado. LOCALIZACION 2 SECCION 1.42

También se incluye los resultados del Control de Calidad del trabajo de campo ejecutado por nuestra Compañía en todas las fases del Proyecto. LOCALIZACION 5 SECCION 3.0, 3.1, 3.2 y 3.3

**\* LA SIGUIENTE RELACION INDICA LOS NOMBRES DE LOS PUNTOS Y EL CODIGO USADO PARA LOS TRABAJOS DE CAMPO Y POST-PROCESAMIENTO:**

<u>PUNTO</u>	<u>CODIGO</u>
- E - 2	E - 2
- Samanape	SAMA
- BM Plaza de Moquegua	BMMQ
- Cementerio - 1	CEM1
- Cerro Baul	BAUL
- New Tala	TALA



**HORIZONS SOUTH AMERICA S.A.C.**

Aerial Mapping Professionals

- Pampa Tolar	PAPA
- Común	XCOM
- BM CQ - 08	CQ08
- BM CQ - 09	CQ09
- BM CQ - 13	CQ13
- BM CQ - 29	CQ29
- BM CQ - 38	CQ38
- BM Minero Perú	MINP
- Old Tala	OTAL
- Vallecito	VALL
- Laguna Seca	LAKE
- Planta - 1	PLA1
- Prieto - 1	PRI1
- Prieto - 2	XPT2
- Punto Fotoidentificado A	PCA1
- Punto Fotoidentificado B	PCB2
- Punto Fotoidentificado C	PCC
- Punto Fotoidentificado D	PCD2
- Punto Fotoidentificado E	PCE2
- Punto Fotoidentificado F	PCF2
- Punto Fotoidentificado G	PCG2
- Punto Fotoidentificado H	PCH
- Punto Fotoidentificado I	PCI
- Punto Fotoidentificado J	PCJ1
- Punto Fotoidentificado K	PCK2
- Punto Fotoidentificado L	PCL2
- Punto Fotoidentificado M	PCM3
- Punto Fotoidentificado N	PCN2
- Punto Fotoidentificado 905	0905
- Punto Fotoidentificado 906	0906
- Punto Fotoidentificado 907	0907



Sr. Carlos Herrera G.  
GERENTE DE OPERACIONES  
HORIZONS SOUTH AMERICA S.A.C.



**HORIZONS SOUTH AMERICA S.A.C**

Aerial Mapping Professionals

2500 Air Drive • PO. Box 1114  
Rapid City, SD USA 57704-1114  
Phone: (605) 342-1241  
Fax: (605) 342-1242

**RESUMEN EJECUTIVO DEL LEVANTAMIENTO DE CAMPO DE LA  
RED PRIMARIA DEL PROYECTO MINERA QUELLAVECO S.A.  
(MQSA)**

Los puntos que conforman la Red Primaria para el Proyecto MQSA son un total de 21 estaciones geodésicas. Dos de estas estaciones pertenecen a los puntos de apoyo para el AIRBORNE GPS en la zona de Pasto Grande.

Para iniciar la formación de la Red Primaria, se partió de la Línea Base conformada por las estaciones E-2 y SAMANAPE. Estos puntos fueron designados por la minera, según documento entregado por el representante de la minera el Sr. Abel Manchego C. (Topógrafo de la Mina) el día 13 de Enero de 1999 (Anexo A) y recepcionado por nuestro representante en el proyecto el Sr. Rolando Robles M.

Los puntos E-2 y SAMANAPE tienen las siguientes coordenadas en el sistema PSAD-56:

- Estación E-2	8'109,640.321 N 326,476.130 E 3,822.480 m.s.n.m.
- Estación SAMANAPE	8'106,748.336 N 327,125.488 E 4,113.640 m.s.n.m.

Estas coordenadas fueron calculadas por la Cía. AEROTOP S.A. partiendo de un punto geodésico del IGN (PUNTO TINAJONES) perteneciente a la RED GEODESICA NACIONAL DEL PERU con Datum PSAD-56. Las coordenadas Geográficas y UTM usadas para esta estación por la Cía. AEROTOP S.A. son las descritas en la Cartilla de Informe proporcionada por el IGN (Anexo B).

- Coordenadas Geográficas :

LATITUD	17 grados 02' 57.29" S
LONGITUD	70 grados 38' 33.55" W
ALTITUD	4330.88 mts.



**HORIZONS SOUTH AMERICA S.A.C.**

Aerial Mapping Professionals

3000 West 12th Street  
Rapid City, SD 57701  
Phone: 605.342.1234  
Fax: 605.342.1235

- Coordenadas UTM :

NORTE	8'114,226.99
ESTE	325,169.55
ALTITUD	4,330.88 mts.
ZONA	19 Interamericano

El sistema usado por la Cía. Horizons South America S.A.C. para calcular las coordenadas de las estaciones de la Red Primaria fue el **ESTATICO DIFERENCIAL**.

Los parámetros usados para la configuración de los GPS ASHTECH Modelo Z-12 Geodésico, fueron:

- 10 segundos de intervalo de captura de data.
- 10 grados mínimo con respecto al horizonte de visibilidad de los satélites.
- 4 satélites mínimos de satélites captados para lectura.

Para lograr coordenadas precisas, cada sesión tuvo como características particulares los siguientes aspectos:

- Sesiones Estáticas Diferenciales mínima de 1 hora y máxima de 3 horas.
- PDOP de 1 a 3, para considerar buena la lectura.
- Formación geométrica de la figura entre los puntos usados para la sesión. Se consideró la formación de triángulos entre los puntos estacionados (puntos ocupados con GPS) para lograr mayor fuerza de figura.
- Posicionamiento múltiple en los puntos de la Red Primaria, con lo cual se logro mayor resistencia de figura de la Red por la cantidad de vectores analizados.

Los puntos importantes para la Minera Quellaveco S.A., puntos construidos y entregados por la Minera, según documento de fecha 25 de Enero de 1999, mediante el representante de la Mina el Sr. Abel Manchego C. y recepcionado por nuestro representante el Sr. Rolando Robles M. (Anexo C); conforman la Red Primaria y poseen coordenadas "x", "y" y "z"; tal como lo pide la minera en el documento en mención.



**HORIZONS SOUTH AMERICA S.A.C.**

Aerial Mapping Professionals

3600 Jet Drive • 201 - 4th Fl. #15  
Rapid City, SD 57704-1115  
Phone: (605) 325-1111  
Fax: (605) 342-0224

Los puntos son:

- En el área de la Mina en el valle del Río Asana, la estación Planta-1 y como punto de calaje la estación Tala (OLD TALA).
- En el área de la concentradora en el Cerro Prieto, la estación Prieto-2 y como punto de calaje la estación Prieto-1.

Para el Datum Vertical, se tomo como referencia el punto Minero Perú ubicado en el campamento de la mina ubicado en la intersección de la Quebrada Sarallénque con el Río Asana, cuya elevación es de 3,538.825 m.s.n.m., según consta en el documento presentado en el Anexo A.

**CONCLUSION:**

**AL HABERSE UTILIZADO LAS ESTACIONES E-2 Y SAMANAPE COMO PUNTOS Y LINEA BASE DE INICIO; PUNTOS JALADOS DE UNA ESTACION GEODESICA CON COORDENADAS EN EL SISTEMA PSAD-56; Y LA METODOLOGIA EMPLEADA PARA FORMAR LA RED PRIMARIA QUE SERVIRA EN EL PROCESO DE RESTITUCION FOTOGRAFOMETRICA, EN LA ETAPA DE CONSTRUCCION Y COMPRA DE TERRENOS POR PARTE DE LA MINERA; LOS PUNTOS QUE CONFORMAN LA RED PRIMARIA ESTAN AMARRADOS A LA RED GEODESICA NACIONAL PERUANA Y POR LO TANTO ESTAN REFERENCIADOS AL SISTEMA PSAD-56**

Las coordenadas UTM de la zona 19 Internacional con Datum Horizontal PSAD-56, de los puntos de la RED PRIMARIA son las siguientes:

<b>ESTACIONES</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>
01- PUNTO E-2	8'109,640.321	326,476.1300
02- PUNTO SAMANAPE	8'106,748.336	327,125.4880
03- PUNTO CERRO BAUL	8'103,688.533	303,458.0834
04- PUNTO NEW TALA	8'110,625.120	316,280.9725
05- PUNTO CEMENTERIO-1	8'098,955.462	295,791.3744
06- PUNTO PAMAPA TOLAR	8'100,166.294	318,459.7589
07- PUNTO COMUN	8'103,430.879	302,845.7412



**HORIZONS SOUTH AMERICA S.A.C.**

Aerial Mapping Professionals

3600 Jot Drive • P.O. Box 1134  
Rapid City, SD USA 57704-1134  
Phone: (605) 341-0260  
Fax: (605) 343-7325

08- PUNTO BM PLAZA DE MOQ.	8'098,349.769 294,410.5258
09- PUNTO TMC1	8'108,951.427 303,407.5868
10- PUNTO BM CQ-08	8'095,065.054 302,431.7318
11- PUNTO BM CQ-09	8'095,390.955 303,331.0731
12- PUNTO BM CQ-13	8'097,252.945 306,433.9639
13- PUNTO BM CQ-29	8'105,008.401 314,656.6290
14- PUNTO BM CQ-38	8'107,190.283 321,439.9053
15- PUNTO BM MINERO PERU	8'108,837.736 328,078.6719
16- PUNTO OLD TALA	8'109,196.568 323,116.3401
17- PUNTO VALLECITO	8'144,437.969 346,048.4092
18- PUNTO LAGUNA SECA	8'130,939.443 338,555.1967
19- PUNTO PLANTA-1	8'108,573.985 326,553.9541
20- PUNTO PRIETO-1	8'104,716.019 326,498.3637
21- PUNTO PRIETO-2	8'103,484.976 324,528.6896

MINERA QUELLAVECO S.A.

### ACTA DE ENTREGA DE PUNTOS TOPOGRAFICOS

En la mina Quellaveco, a los trece días del mes de Enero de 1,999, se hace constar la recepción por parte del representante de la Empresa HORIZONS SOUTH AMERICA S.A. Señor Ing<sup>o</sup> ROLANDO ROBLES MOSCOSO de los siguientes puntos topográficos, monumentados, entregados por MINERA QUELLAVECO S.A.

#### PARA CONTROL HORIZONTAL

NOMENCLATURA	COORD. NORTE	COORD. ESTE	ELEVACION
E - 2	8'109,640.321	326,476.130	3,822.48
SAMANAPE	8'106,748.336	327,125.488	4,113.64

#### PARA CONTROL VERTICAL

BM MINERO PERU: Elevación 3,538.825 m.s.n.m

Dichos puntos serán considerados por HORIZONS SOUTH AMERICA S.A. como partida para los trabajos topográficos que desarrollarán en el área del Proyecto Quellaveco.

Quellaveco, 13 de Enero de 1,999

  
Entregué conforme  
Sr. Abel Manchego C.



  
Recibí conforme  
Sr. Rolando Robles M.





INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR  
MODELO N° 15

22

DESCRIPCION DE UNA ESTACION DE TRIANGULACION

ESTACION <b>TINAJONES</b>	DEPARTAMENTO <b>MOQUEGUA</b>	PROVINCIA <b>CAPURAYVE</b>	CORREN
LOCALIDAD <b>TORATA</b>	CARACTERISTICAS DE LA MARCA	ORGANIZACION ESTAMPADA EN LA MARCA	33
LATITUD	LONGITUD	DATUM	ELEVACION (Mts)
NORTE (Y)	ESTE (X)	ZONA UTM y ESFEROIDE	DATUM
NORTE (Y)	ESTE (X)	ZONA UTM y ESFEROIDE	AZIMUT CUADRICULA
AL VERTICE	DIRECCION (X)	RUMBO MAGNETICO	AZIMUT + 180m UTM DISTANCIA (Mts)
	0° 00' 00" 00		

DESCRIPCION DETALLADA

ACCESO : Para llegar a Tinajones partiendo de Tarata hacia el pueblo de Coscurí ( anexo a ese distrito ). De Coscurí el pasaje denominado Tala, de allí por el camino que conduce al paraje denominado Chinchino, hasta el punto llamado " Los dos rios " en cuya confluencia se vadea para pasar al N.O. Luego se asciende suavemente por una colina en la que no hay camino pero, orientándose por la dirección en que queda la señal se llega a una pequeña llanura en la que hay un manantial muy pequeño. De este punto hasta la señal la subida es mas fuerte pero se puede subir haciendo zig - Zags con los mulos cargados hasta la misma señal.

Lugares habitados : El mas cercano es Tala donde hay 4 ó 5 chozas a 4 hs. de la señal.

Campamento : Se hizo a 4 m. de la señal.

Revitualamiento : Viveres en Moquegua o Tarata. Forrajes en Tala.

Naturaleza del suelo : Roca cubierta de espesa capa de tierra, hay mucha vegetación de árboles llamados Queños.

Agua : En el manantial del camino citado a 1 h. ida y vuelta de la señal.

Leña : Abundante en el flanco del CO, a unos 50 m. de la señal.

Ferrocarriles : No hay.

Correo : En Tarata ó Moquegua.

CROQUIS



My. P.A. Delgado

BRIGADA

FLORES

IMPRESA (RECUPERADA) POR:

IMPRESO EN EL I.G.M.  
A ST

(X) Direcciones medidas en el sentido de la marcha de los agujas del reloj, referida a la Estación inicial.



Estación: **C. TINAJONES** Localidad: **35-U** Número de la Hoja: **8**

Latitud	17° 08' 57.69	Longitud	70° 38' 33.55	Datum	Provisional Sudamericano 1956	Número	8
Norte (Y)	8' 14, 236.99	Este (X)	325, 169.55	Zona U.T.M. y Esteroide	19 Inter.	Elevación	4,330.88 Metros
Norte (Y)		Este (X)		Zona U.T.M. y Esteroide		Orden	Trigonométrica
Norte (Y)		Este (X)		Cuadrícula y Zona		Datum	P. M. del M.
Norte (Y)		Este (X)		Cuadrícula y Zona		Establecido por (Organización)	I.G.M.

(0) o (del) =	per		QUADRICULA Y ZONA		+180° U.T.M. ZONA Y ESTEREOID	
	Al Vértice	Azimuth	Azimuth	Geodésico	Log (Metros)	(Metros)
C. HUABACANE	74° 46' 28.04	254° 51' 54.34	4.5316917	34016.664	21,688.54	15,591.54
C. ANCUY	132° 45' 27.11	312° 48' 00.53	4.3254973	4.1922646		
C. CRUZ LARCA	33° 43' 33.12	213° 44' 59.35				



MINERA QUELLAVECO S.A.

### ACTA DE ENTREGA DE HITOS DE PUNTOS TOPOGRAFICOS

En la mina Quellaveco a los veinticinco días del mes de Enero de 1,999, se hace constar la recepción por parte del representante de la Empresa HORIZONS SOUTH S.A. Señor Ingº ROLANDO ROBLES MOSCOSO de los siguientes hitos de concreto:

<b>NOMENCLATURA</b>	<b>ZONA</b>
/ a. PLANTA – 1	Area mina
b. TALA	Area mina
c. PRIETO – 1	Cerro Prieto
/d. PRIETO – 2	Cerro Prieto

A los puntos Planta – 1 y Prieto – 2; la Empresa HORIZONS SOUTH AMERICA S.A. les determinará las coordenadas X, Y, Z y a los puntos Tala y Prieto – 1 les determinará las coordenadas X, Y; entregando sus valores mediante informe.

Quellaveco, 25 de Enero de 1,999

  
Entregue conforme  
Sr. Abel Manchego C.



  
Recibí conforme  
Sr. Rolando Robles M.



LISTA DE PUNTOS DE LA RED PRIMARIA DEL PROYECTO MOSA

\* Nuevos puntos establecidos por Horizons South America S.A. :

- 01er punto : punto Cerro Baul ( codigo BAUL )
- 02do punto : punto New Tala ( codigo TALA )
- 03er punto : punto Cementerio -1 ( codigo CEMI )'

(\*) punto para verificación vertical

\* Antiguos puntos y origen :

- 04to punto : punto Pampa Tolar ( codigo PAPA ) HSA
- 05to punto : punto Comun ( codigo XCOM ) HSA
- 06to punto : punto BM Plaza de Moq. ( codigo BMMQ ) IGN
- 07mo punto : punto BM TMC1 ( codigo TMC1 ) IGN
- 08vo punto : punto BM CQ-08 ( codigo CQ08 ) AEROTOP
- 09no punto : punto BM CQ-09 ( codigo CQ9 ) AEROTOP
- 10mo punto : punto BM CQ-13 ( codigo CQ13 ) AEROTOP
- 11vo punto : punto BM CQ-29 ( codigo CQ29 ) AEROTOP
- 12do punto : punto BM CQ-38 ( codigo CQ38 ) AEROTOP
- 13er punto : punto E-2 ( codigo E - 2 ) AEROTOP
- 14to punto : punto Samanape ( codigo SAMA ) AEROTOP
- 15to punto : punto BM Minero Peru ( codigo MINP ) AEROTOP
- 16to punto : punto Old Tala ( codigo OTAL )\* AEROTOP
- 17mo punto : punto Vallecito ( codigo VALL ) AEROTOP
- 18vo punto : punto Laguna Seca ( codigo LAKE ) AEROTOP
- 19no punto : punto Planta - 1 ( codigo PLA1 ) MINQUE
- 20mo punto : punto Prieto - 1 ( codigo PRI1 )\* MINQUE
- 21er punto : punto Prieto - 2 ( codigo XPT2 ) MINQUE

(\*) punto de calaje (X e Y)

(HSA) Horizons South America S.A.  
(IGN) Instituto Geografico Nacional  
(AEROTOP) Aerotop S.A. - Chile  
(MINQUE) Minera Quellaveco



HORIZONS SOUTH AMERICA S.A.

ALEJANDRO TALAVERA FRIAS  
GERENTE GENERAL

### Anexo 03: Formula de Molodensky – Fuente la empresa.

## ► Standard Molodensky Transformations

$$\begin{aligned}\phi_{WGS84} &= \phi_{Local} + \Delta\phi \\ \lambda_{WGS84} &= \lambda_{Local} + \Delta\lambda \\ h_{WGS84} &= h_{Local} + \Delta h\end{aligned}\quad (4.1)$$

where :

$\Delta\phi, \Delta\lambda, \Delta h$  are provided by the Standard Molodensky transformation formulas

$$\begin{aligned}\Delta\phi^s &= \left\{ -\Delta X \sin\phi \cos\lambda - \Delta Y \sin\phi \sin\lambda + \Delta Z \cos\phi + \Delta a \frac{(R_M e^2 \sin\phi \cos\phi)}{a} + \right. \\ &\quad \left. \Delta f \left[ R_M \left( \frac{a}{b} \right) + R_N \left( \frac{b}{a} \right) \right] \sin\phi \cos\phi \right\} \cdot [(R_M + h) \sin 1^s]^{-1} \\ \Delta\lambda^s &= [-\Delta X \sin\lambda + \Delta Y \cos\lambda] \cdot [(R_N + h) \cos\phi \sin 1^s]^{-1} \\ \Delta h &= \Delta X \cos\phi \cos\lambda + \Delta Y \cos\phi \sin\lambda + \Delta Z \sin\phi - \Delta a \left( \frac{a}{R_N} \right) + \Delta f \left( \frac{b}{a} \right) R_N \sin^2\phi\end{aligned}\quad (4.2)$$

where :

$\phi, \lambda, h$  = geodetic coordinates (old ellipsoid)

$\phi$  = geodetic latitude

$\lambda$  = geodetic longitude

$h = N + H$

where :

$h$  = geodetic height (height relative to the ellipsoid)

$N$  = geoid height

$H$  = orthometric height (height relative to the geoid)

$\Delta\phi, \Delta\lambda, \Delta h$  = corrections to transform local geodetic datum coordinates to WGS84

$\phi, \lambda, h$  values. The units of  $\Delta\phi$  and  $\Delta\lambda$  are arc seconds ( $^s$ ); the units of  $\Delta h$  are meters (m)

**NOTE:** As "h's" ARE NOT AVAILABLE FOR LOCAL GEODETIC DATUMS, THE  $\Delta h$  CORRECTION WILL NOT BE APPLICABLE WHEN TRANSFORMING TO WGS84.



$\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$  = shifts between centers of the local geodetic datum and WGS84 ellipsoid;  
corrections to transform local geodetic system – related rectangular coordinates  $(X, Y, Z)$  to  
WGS84 – related  $X, Y, Z$  values.

$a$  = semi – major axis of the local geodetic datum ellipsoid

$b$  = semi – minor axis of the local geodetic datum ellipsoid

$$b/a = 1 - f$$

$f$  = flattening of the local geodetic datum ellipsoid

$\Delta a, \Delta f$  = differences between the semi – major axis and flattening of the local geodetic datum ellipsoid  
and the WGS 84 ellipsoid , respectively (WGS84 – Local).

$e$  = first eccentricity

$$e^2 = 2f - f^2$$

$R_N$  = radius of curvature in the prime vertical

$$R_N = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 \phi)^{1/2}}$$

$R_M$  = radius of curvature in the meridian

$$R_M = \frac{a(1 - e^2)}{(1 - e^2 \sin^2 \phi)^{3/2}}$$

Note: All  $\Delta$  – quantities are formed by subtracting local geodetic datum ellipsoid value from WGS 84 Ellipsoid values.



**Anexo 04: Punto ING LADERAS – Fuente la Empresa.**



**INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL**  
DIRECCION DE GEODESIA

**TARJETA DE VALORES**



NOMBRE/ESTACION <b>LADERAS</b>		ESTABLECIDA POR: <b>IGN</b>
NUMERO/CODIGO <b>LADE</b>		CARACTERISTICAS DE LA MARCA <b>FIERRO CORRUGADO 1/2</b>
LOCALIDAD <b>MOQUEGUA</b>		UBICACION <b>CERRO LAS LADERAS</b>
DATUM <b>WGS 84 / ITRF 94</b>		ELIPSOIDE <b>WGS 84 / GRS 80</b>
LATITUD <b>17° 26' 34.68505" S</b>	LONGITUD <b>71° 02' 34.51753" W</b>	ALTURA ELIPSOIDAL <b>1448.2252</b>
X GEOCENTRICA <b>1977764.373</b>	Y GEOCENTRICA <b>- 5757853.229</b>	Z GEOCENTRICA <b>1900093.551</b>
NORTE <b>8070280.682</b>	ESTE <b>283024.162</b>	ZONA UTM <b>19</b>
NORTE	ESTE	ZONA UTM
MODELO GEOIDAL <b>EGM 96</b>	ALTURA GEOIDAL <b>1414.328</b>	COTA ORTOMETRICA
N° HOJA <b>35-1</b>	CODIGO INTERNACIONAL <b>2636</b>	NOMBRE DE LA HOJA <b>CLEMESI</b>
FECHA <b>01 MAR 98</b>		ORDEN "A"



## Anexo 05: Resumen de Procesamiento Geotopomin – Fuente la empresa.



### RESUMEN DE PROCESAMIENTO

#### LADERAS A004 A001

##### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	LADERAS A004 A001
Fecha de creación:	06/10/2008 13:58:26
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84UTM19S
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Fecha y hora de inicio:	06/06/2008 12:59:34
Fecha y hora de término:	06/06/2008 14:00:03
Puntos ocupados manualmente:	2
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	06/10/2008 14:09:50

##### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	10°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad ionosférica:	Automático

##### Inf. general de línea base

LADERAS - A001	Referencia: LADERAS	Móvil: A001
Coordenadas:		
Latitud:	17°26' 34.68502" S	17°12' 09.92674" S
Longitud:	71°02' 34.51749" W	70°54' 29.43586" W

Alt Elip.:	1448.2252 m	1693.4734 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	Sin ionosfera (L3)	
Ambigüedad:	Sí	

<b>LADERAS - A004</b>	<b>Referencia: LADERAS</b>	<b>Móvil: A004</b>
Coordenadas:		
Latitud:	17°26' 34.68502" S	17°14' 12.60053" S
Longitud:	71°02' 34.51749" W	70°48' 37.26854" W
Alt Elip.:	1448.2252 m	2323.1835 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	Sin ionosfera (L3)	
Ambigüedad:	Sí	

## RESUMEN DE PROCESAMIENTO

### C1 A004 A001 A002

#### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	C1 A004 A001 A002
Fecha de creación:	06/10/2008 14:26:47
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84 UTM
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Fecha y hora de inicio:	05/26/2008 14:33:59
Fecha y hora de término:	05/26/2008 15:31:49
Puntos ocupados manualmente:	2
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	06/10/2008 14:34:03

#### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	15°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad ionosférica:	Automático

#### Inf. general de línea base

A001 - A002	Referencia: A001	Móvil: A002
Coordenadas:		
Latitud:	17°12' 09.92674" S	17°16' 19.94921" S

Longitud:	70°54' 29.43587" W	70°54' 42.69865" W
Alt Elip.:	1693.4734 m	1839.2257 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	
<b>A004 - A002</b>		
	<b>Referencia: A004</b>	<b>Móvil: A002</b>
Coordenadas:		
Latitud:	17°14' 12.60053" S	17°16' 19.94913" S
Longitud:	70°48' 37.26854" W	70°54' 42.69842" W
Alt Elip.:	2323.1835 m	1839.2553 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	



## RESUMEN DE PROCESAMIENTO

### C1 A004 A001 A03A

#### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	C1 A004 A001 A03A
Fecha de creación:	06/10/2008 14:46:15
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84UTM19S
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Fecha y hora de inicio:	05/27/2008 08:32:58
Fecha y hora de término:	05/27/2008 09:40:02
Puntos ocupados manualmente:	2
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	06/10/2008 14:54:43

#### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	10°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad ionosférica:	Automático

#### Inf. general de línea base

PTO4 - A03A	Referencia: PTO4	Móvil: A03A
Coordenadas:		
Latitud:	17°14' 12.60053" S	17°08' 38.97183" S

Longitud:	70°48' 37.26854" W	70°50' 11.46937" W
Alt Elip.:	2323.1835 m	2133.7428 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	

<b>A001 - A03A</b>	<b>Referencia: A001</b>	<b>Móvil: A03A</b>
Coordenadas:		
Latitud:	17°12' 09.92674" S	17°08' 38.97175" S
Longitud:	70°54' 29.43587" W	70°50' 11.46969" W
Alt Elip.:	1693.4734 m	2133.6992 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	



## RESUMEN DE PROCESAMIENTO

### C1 A004 A002 A03A

#### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	C1 A004 A002 A03A
Fecha de creación:	06/10/2008 15:01:32
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84UTM19S
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Fecha y hora de inicio:	05/27/2008 10:49:35
Fecha y hora de término:	05/27/2008 12:00:08
Puntos ocupados manualmente:	2
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	06/10/2008 15:08:01

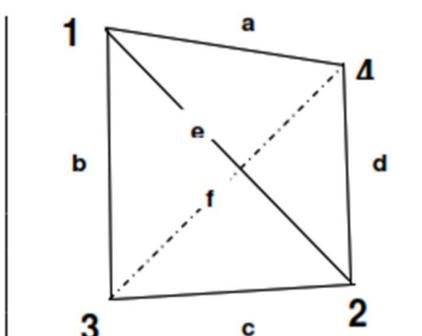
#### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	10°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad ionosférica:	Automático

#### Inf. general de línea base

A002 - A03A	Referencia: A002	Móvil: A03A
Coordenadas:		
Latitud:	17°16' 19.94918" S	17°08' 38.97195" S

Longitud:	70°54' 42.69855" W	70°50' 11.46941" W
Alt Elip.:	1839.2392 m	2133.7319 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	Sin ionosfera (L3)	
Ambigüedad:	Sí	
<b>A004 - A03A</b>		
	<b>Referencia: A004</b>	<b>Móvil: A03A</b>
Coordenadas:		
Latitud:	17°14' 12.60053" S	17°08' 38.97171" S
Longitud:	70°48' 37.26854" W	70°50' 11.46975" W
Alt Elip.:	2323.1835 m	2133.7277 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	

COMPENSACION DEL CUADRILATERO 1						
PTO	DESCRIPCION	COORDENADAS LEVANTADAS		COORDENADAS CALCULADAS		
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	
1	A001	297,076.0125	8,097,015.0591	297,076.0125	8,097,015.0591	
2	A004	307,517.3212	8,093,343.6569	307,517.3214	8,093,343.6568	
3	A002	296,760.1464	8,089,324.4822	296,760.1470	8,089,324.4823	
4	A03A	304,637.1794	8,103,574.1060	304,637.1791	8,103,574.1056	
4'	A03A'	304,637.1786	8,103,574.1045			
		<b>DIST</b>				
		a	10009.6124	s1	15124.26474	
		b	7697.0608	k1	40729679.49	
		c	11483.4914	$\alpha 1$	1.273725301	
		d	10628.1374	s2	15852.86359	
		e	11067.9773	k2	48122559.13	
		f	16281.8725	$\alpha 2$	1.052666152	
		f'	16281.8742	f'	16281.8742	
		error lineal	0.0017			
		error relat. 1/	9,579,000			
<b>CORRECCIONES</b>						
Kp	48122559.13	I	-3175.043292	va	0.0004	
Kq	40729679.49	II	-10217.359340	vb	0.0001	
r	16994.27285	III	-3093.376922	vc	0.0005	
Kr	28038990.5	IV	-10278.604356	vd	0.0001	
s	19196.75068	V	4936.830666	ve	0.0002	
Ks	60813262.31	VI	8348.012135	vf	0.0004	
E	-14.19002274					

## RESUMEN DE PROCESAMIENTO

### C2 A004 A001 A002

#### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	C2 A004 A001 A002
Fecha de creación:	06/10/2008 15:21:24
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84 UTM
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Fecha y hora de inicio:	05/26/2008 14:33:59
Fecha y hora de término:	05/26/2008 15:31:49
Puntos ocupados manualmente:	2
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	06/10/2008 15:26:31

#### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	10°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad ionosférica:	Automático

#### Inf. general de línea base

A004 - A002	Referencia: A004	Móvil: A002
Coordenadas:		
Latitud:	17°14' 12.60053" S	17°16' 19.94912" S

Longitud:	70°48' 37.26854" W	70°54' 42.69841" W
Alt Elip.:	2323.1835 m	1839.2523 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	

<b>A001 - A002</b>	<b>Referencia: A001</b>	<b>Móvil: A002</b>
Coordenadas:		
Latitud:	17°12' 09.92674" S	17°16' 19.94919" S
Longitud:	70°54' 29.43587" W	70°54' 42.69866" W
Alt Elip.:	1693.4734 m	1839.2243 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	



## RESUMEN DE PROCESAMIENTO

### C2 A004 A001 A003

#### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	C2 A004 A001 A003
Fecha de creación:	06/10/2008 15:29:44
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84UTM19S
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Fecha y hora de inicio:	05/28/2008 10:05:40
Fecha y hora de término:	05/28/2008 11:05:21
Puntos ocupados manualmente:	2
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	06/10/2008 15:36:37

#### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	10°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad ionosférica:	Automático

#### Inf. general de línea base

A004 - A003	Referencia: A004	Móvil: A003
Coordenadas:		
Latitud:	17°14' 12.60053" S	17°12' 11.93052" S

Longitud:	70°48' 37.26854" W	70°49' 11.61396" W
Alt Elip.:	2323.1835 m	2456.9480 m

Tipo de solución:	Fase: todo fijo
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	L1 y L2
Ambigüedad:	Sí

<b>A001 - A003</b>	<b>Referencia: A001</b>	<b>Móvil: A003</b>
Coordenadas:		
Latitud:	17°12' 09.92674" S	17°12' 11.93032" S
Longitud:	70°54' 29.43587" W	70°49' 11.61460" W
Alt Elip.:	1693.4734 m	2456.8845 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	

## RESUMEN DE PROCESAMIENTO

### C2 A004 A002 A003

#### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	C2 A004 A002 A003
Fecha de creación:	06/10/2008 15:40:37
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84UTM19S
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Fecha y hora de inicio:	05/28/2008 07:59:25
Fecha y hora de término:	05/28/2008 09:00:02
Puntos ocupados manualmente:	2
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	06/10/2008 15:47:34

#### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	10°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad ionosférica:	Automático

#### Inf. general de línea base

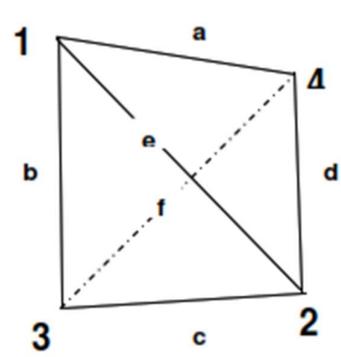
A002 - A003	Referencia: A002	Móvil: A003
Coordenadas:		
Latitud:	17°16' 19.94916" S	17°12' 11.93089" S

Longitud:	70°54' 42.69854" W	70°49' 11.61424" W
Alt Elip.:	1839.2377 m	2456.9096 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	
<b>A004 - A003</b>		
	<b>Referencia: A004</b>	<b>Móvil: A003</b>
Coordenadas:		
Latitud:	17°14' 12.60053" S	17°12' 11.93047" S
Longitud:	70°48' 37.26854" W	70°49' 11.61404" W
Alt Elip.:	2323.1835 m	2456.9481 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	

COMPENSACION DEL CUADRILATERO 2					
PTO	DESCRIPCION	COORDENADAS LEVANTADAS		COORDENADAS CALCULADAS	
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
1	A001	297,076.0125	8,097,015.0591	297,076.0125	8,097,015.0591
2	A004	307,517.3212	8,093,343.6569	307,517.3212	8,093,343.6569
3	A002	296,760.1466	8,089,324.4827	296,760.1466	8,089,324.4827
4	A003	306,467.7702	8,097,043.8535	306,467.7702	8,097,043.8535
4'	A003'	306,467.7728	8,097,043.8491		

DIST			
a	10009.6124	s1	15124.2643
b	7697.0608	k1	40729676.52
c	11483.4914	$\alpha 1$	1.273725278
d	10628.1374	s2	12152.97382
e	11067.9773	k2	17390785.55
f	16281.8725	$\alpha 2$	0.341185701
f'	16281.8742	f'	<b>12402.6869</b>
error lineal	0.0007		
error relat. 1/	17,630,000		

CORRECCIONES					
Kp	17390785.55	I	-501.126329	va	0.0000
Kq	40729676.52	II	5427.452041	vb	0.0000
r	14745.77413	III	2537.987358	vc	0.0000
Kr	36109467.67	IV	-17838.602992	vd	0.0000
s	13866.17286	V	779.320845	ve	0.0000
Ks	22010994.95	VI	778.273222	vf	0.0000
E	-0.547522642				

## RESUMEN DE PROCESAMIENTO

### C3 A03A A004 A006

#### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	C3 A03A A004 A006
Fecha de creación:	06/10/2008 15:50:39
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84UTM19S
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Fecha y hora de inicio:	05/28/2008 15:02:39
Fecha y hora de término:	05/28/2008 16:05:23
Puntos ocupados manualmente:	2
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	06/10/2008 16:16:28

#### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	10°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad ionosférica:	Automático

#### Inf. general de línea base

A03A - A006	Referencia: A03A	Móvil: A006
Coordenadas:		
Latitud:	17°08' 38.97179" S	17°10' 14.38709" S

Longitud:	70°50' 11.46958" W	70°40' 46.55037" W
Alt Elip.:	2133.7230 m	3674.6570 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	Sin ionosfera (L3)	
Ambigüedad:	Sí	
<b>A004 - A006</b>	<b>Referencia: A004</b>	<b>Móvil: A006</b>
Coordenadas:		
Latitud:	17°14' 12.60054" S	17°10' 14.38706" S
Longitud:	70°48' 37.26853" W	70°40' 46.55051" W
Alt Elip.:	2323.1835 m	3674.6898 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	Sin ionosfera (L3)	
Ambigüedad:	Sí	



## RESUMEN DE PROCESAMIENTO

### C3 A03A A006 A005

#### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	C3 A03A A006 A005
Fecha de creación:	06/10/2008 16:19:40
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84UTM19S
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Fecha y hora de inicio:	05/29/2008 13:59:13
Fecha y hora de término:	05/29/2008 15:00:07
Puntos ocupados manualmente:	2
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	06/10/2008 16:26:57

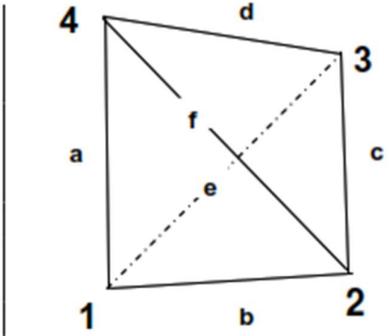
#### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	10°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad ionosférica:	Automático

#### Inf. general de línea base

A006 - A005	Referencia: A006	Móvil: A005
Coordenadas:		
Latitud:	17°10' 14.38708" S	17°04' 35.68314" S

Longitud:	70°40' 46.55044" W	70°44' 48.82657" W
Alt Elip.:	3674.6738 m	3462.7033 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	
<b>A003A - A005</b>	<b>Referencia: A003A</b>	<b>Móvil: A005</b>
Coordenadas:		
Latitud:	17°08' 38.97179" S	17°04' 35.68288" S
Longitud:	70°50' 11.46958" W	70°44' 48.82758" W
Alt Elip.:	2133.7230 m	3462.7108 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	

COMPENSACION DEL CUADRILATERO 3																																																						
PTO	DESCRIPCION	COORDENADAS LEVANTADAS		COORDENADAS CALCULADAS																																																		
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE																																																	
1	A03A	304.637.1791	8.103.574.1056	304.637.1791	8.103.574.1056																																																	
2	A004	307.517.3214	8.093.343.6568	307.517.3214	8.093.343.6569																																																	
3	A006	321.359.5530	8.100.792.0506	321.359.5531	8.100.792.0520																																																	
4	A005	314.106.3810	8.111.141.0742	314.106.3832	8.111.141.0772																																																	
4'	A005'	314.106.3897	8.111.141.0749																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">DIST</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a</td> <td>12121.2540</td> <td>s1</td> <td>21649.66037</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>10628.1373</td> <td>k1</td> <td>81532337.88</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>15718.9677</td> <td>α1</td> <td>1.131515356</td> </tr> <tr> <td>d</td> <td>12637.6736</td> <td>s2</td> <td>20855.57164</td> </tr> <tr> <td>e</td> <td>16952.2157</td> <td>k2</td> <td>76440759.11</td> </tr> <tr> <td>f</td> <td>18977.9849</td> <td>α2</td> <td>0.839057577</td> </tr> <tr> <td>f'</td> <td>18977.9812</td> <td>f'</td> <td>18977.9812</td> </tr> <tr> <td>error lineal</td> <td>-0.0037</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>error relat. 1/</td> <td>5.161.000</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					DIST				a	12121.2540	s1	21649.66037	b	10628.1373	k1	81532337.88	c	15718.9677	α1	1.131515356	d	12637.6736	s2	20855.57164	e	16952.2157	k2	76440759.11	f	18977.9849	α2	0.839057577	f'	18977.9812	f'	18977.9812	error lineal	-0.0037			error relat. 1/	5.161.000										
		DIST																																																				
a	12121.2540	s1	21649.66037																																																			
b	10628.1373	k1	81532337.88																																																			
c	15718.9677	α1	1.131515356																																																			
d	12637.6736	s2	20855.57164																																																			
e	16952.2157	k2	76440759.11																																																			
f	18977.9849	α2	0.839057577																																																			
f'	18977.9812	f'	18977.9812																																																			
error lineal	-0.0037																																																					
error relat. 1/	5.161.000																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">CORRECCIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kp</td> <td>76440759.11</td> <td>I</td> <td>-1492.706298</td> <td>va</td> <td>0.0003</td> </tr> <tr> <td>Kq</td> <td>81532337.88</td> <td>II</td> <td>-4059.394335</td> <td>vb</td> <td>0.0001</td> </tr> <tr> <td>r</td> <td>20863.68808</td> <td>III</td> <td>1724.521271</td> <td>vc</td> <td>0.0007</td> </tr> <tr> <td>Kr</td> <td>59334050.94</td> <td>IV</td> <td>-11584.520749</td> <td>vd</td> <td>0.0001</td> </tr> <tr> <td>s</td> <td>23667.31309</td> <td>V</td> <td>2422.434495</td> <td>ve</td> <td>0.0002</td> </tr> <tr> <td>Ks</td> <td>98639035.43</td> <td>VI</td> <td>2887.880041</td> <td>vf</td> <td>0.0002</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>10.61887029</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							CORRECCIONES						Kp	76440759.11	I	-1492.706298	va	0.0003	Kq	81532337.88	II	-4059.394335	vb	0.0001	r	20863.68808	III	1724.521271	vc	0.0007	Kr	59334050.94	IV	-11584.520749	vd	0.0001	s	23667.31309	V	2422.434495	ve	0.0002	Ks	98639035.43	VI	2887.880041	vf	0.0002	E	10.61887029				
CORRECCIONES																																																						
Kp	76440759.11	I	-1492.706298	va	0.0003																																																	
Kq	81532337.88	II	-4059.394335	vb	0.0001																																																	
r	20863.68808	III	1724.521271	vc	0.0007																																																	
Kr	59334050.94	IV	-11584.520749	vd	0.0001																																																	
s	23667.31309	V	2422.434495	ve	0.0002																																																	
Ks	98639035.43	VI	2887.880041	vf	0.0002																																																	
E	10.61887029																																																					

## RESUMEN DE PROCESAMIENTO

### C4 A005 A006 A007

#### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	C4 A005 A006 A007
Fecha de creación:	06/10/2008 16:47:31
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84UTM19S
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Fecha y hora de inicio:	05/30/2008 12:40:01
Fecha y hora de término:	05/30/2008 13:45:09
Puntos ocupados manualmente:	2
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	06/10/2008 16:54:57

#### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	10°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad Ionosférica:	Automático

#### Inf. general de línea base

A005 - A007	Referencia: A005	Móvil: A007
Coordenadas:		
Latitud:	17°04' 35.68295" S	17°04' 54.55480" S

Longitud:	70°44' 48.82685" W	70°38' 46.93268" W
Alt Elip.:	3462.7172 m	3735.7834 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	
<b>A006 - A007</b>	<b>Referencia: A006</b>	<b>Móvil: A007</b>
Coordenadas:		
Latitud:	17°10' 14.38703" S	17°04' 54.55503" S
Longitud:	70°40' 46.55044" W	70°38' 46.93267" W
Alt Elip.:	3674.6738 m	3735.7533 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	



## RESUMEN DE PROCESAMIENTO

### C4 A006 A007 A008

#### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	C4 A006 A007 A008
Fecha de creación:	06/10/2008 16:57:59
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84UTM19S
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Fecha y hora de inicio:	05/30/2008 08:59:21
Fecha y hora de término:	05/30/2008 10:00:08
Puntos ocupados manualmente:	2
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	06/10/2008 17:04:19

#### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	10°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad ionosférica:	Automático

#### Inf. general de línea base

A006 - A008	Referencia: A006	Móvil: A008
Coordenadas:		



Latitud:	17°10' 14.38703" S	17°10' 38.67143" S
Longitud:	70°40' 46.55044" W	70°35' 08.59444" W
Alt Elip.:	3674.6738 m	3727.1487 m

Tipo de solución:	Fase: todo fijo
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	L1 y L2
Ambigüedad:	Sí

<b>A007 - A008</b>	<b>Referencia: A007</b>	<b>Móvil: A008</b>
Coordenadas:		
Latitud:	17°04' 54.55490" S	17°10' 38.67141" S
Longitud:	70°38' 46.93268" W	70°35' 08.59450" W
Alt Elip.:	3735.7705 m	3727.1508 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	

## RESUMEN DE PROCESAMIENTO

### C4 A005 A006 A008

#### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	C4 A005 A006 A008
Fecha de creación:	06/10/2008 17:07:07
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84UTM19S
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Fecha y hora de inicio:	05/30/2008 10:29:51
Fecha y hora de término:	05/30/2008 11:35:07
Puntos ocupados manualmente:	2
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	06/10/2008 17:14:18

#### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	10°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad ionosférica:	Automático

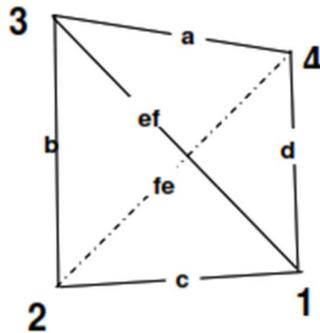
#### Inf. general de línea base

A005 - A008	Referencia: A005	Móvil: A008
Coordenadas:		
Latitud:	17°04' 35.68295" S	17°10' 38.67174" S

Longitud:	70°44' 48.82685" W	70°35' 08.59436" W
Alt Elip.:	3462.7172 m	3727.1418 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	Sin ionosfera (L3)	
Ambigüedad:	Sí	
<b>A006 - A008</b>		
	<b>Referencia: A006</b>	<b>Móvil: A008</b>
Coordenadas:		
Latitud:	17°10' 14.38703" S	17°10' 38.67140" S
Longitud:	70°40' 46.55044" W	70°35' 08.59452" W
Alt Elip.:	3674.6738 m	3727.1546 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	

**COMPENSACION DEL CUADRILATERO 4**

PTO	DESCRIPCION	COORDENADAS LEVANTADAS		COORDENADAS CALCULADAS			
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
1	A006	321,359.5531	8,100,792.0520	321,359.5531	8,100,792.0520		
2	A005	314,106.3832	8,111,141.0772	314,106.3833	8,111,141.0770		
3	A007	324,811.1640	8,110,654.0226	324,811.1641	8,110,654.0226		
4	A008	331,352.4740	8,100,129.5980	331,352.4737	8,100,129.5979		
4'	A008'	331,352.4727	8,100,129.5970				



DIST			
a	12391.6201	s1	16901.03671
b	10715.8553	k1	53625678.21
c	12637.6737	α1	1.279596061
d	10014.8547	s2	16427.50963
e	10448.5445	k2	50418212.8
f	20461.6788	α2	0.892772257
f'	20461.6794	f'	20461.6794
error lineal	0.0006		
error relat. 1/	36,699,000		

CORRECCIONES						
Kp	50418212.8	I	-8105.594995	va	0.0001	-
Kq	53625678.21	II	-8289.463371	vb	0.0000	-
r	21784.57712	III	-1608.532379	vc	0.0002	-
Kr	54737845.57	IV	-19850.511018	vd	0.0001	-
s	21557.10357	V	7775.414401	ve	0.0001	-
Ks	49306053.95	VI	15253.913589	vf	0.0002	-
E	-8.504840441					

## RESUMEN DE PROCESAMIENTO

### C5 A007 A008 A009

#### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	C5 A007 A008 A009
Fecha de creación:	06/10/2008 17:34:30
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84UTM19S
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Fecha y hora de inicio:	05/31/2008 11:30:03
Fecha y hora de término:	05/31/2008 12:30:56
Puntos ocupados manualmente:	2
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	06/10/2008 17:58:18

#### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	10°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad ionosférica:	Automático

#### Inf. general de línea base

A007 - A009	Referencia: A007	Móvil: A009
Coordenadas:		
Latitud:	17°04' 54.55489" S	16°59' 02.76968" S

Longitud:	70°38' 46.93266" W	70°35' 42.08039" W
Alt Elip.:	3735.7705 m	4402.6331 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	
<b>A008 - A009</b>	<b>Referencia: A008</b>	<b>Móvil: A009</b>
Coordenadas:		
Latitud:	17°10' 38.67158" S	16°59' 02.76943" S
Longitud:	70°35' 08.59450" W	70°35' 42.08071" W
Alt Elip.:	3727.1526 m	4402.6295 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	Sin ionosfera (L3)	
Ambigüedad:	Sí	

## RESUMEN DE PROCESAMIENTO

### C5 A008 A009 A010

#### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	C5 A008 A009 A010
Fecha de creación:	06/10/2008 18:26:50
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84UTM19S
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Fecha y hora de inicio:	05/31/2008 09:31:41
Fecha y hora de término:	05/31/2008 10:30:04
Puntos ocupados manualmente:	2
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	06/10/2008 19:50:03

#### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	10°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad ionosférica:	Automático

#### Inf. general de línea base

A009 - A010	Referencia: A009	Móvil: A010
Coordenadas:		

Latitud:	16°59' 02.76962" S	17°06' 59.09096" S
Longitud:	70°35' 42.08047" W	70°32' 56.52751" W
Alt Elip.:	4402.6322 m	4359.3246 m

Tipo de solución:	Fase: todo fijo
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Sin ionosfera (L3)
Ambigüedad:	Sí

<b>A008 - A010</b>	<b>Referencia: A008</b>	<b>Móvil: A010</b>
Coordenadas:		
Latitud:	17°10' 38.67158" S	17°06' 59.09113" S
Longitud:	70°35' 08.59450" W	70°32' 56.52769" W
Alt Elip.:	3727.1509 m	4359.3120 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	

## RESUMEN DE PROCESAMIENTO

### C5 A007 A008 A010

#### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	C5 A007 A008 A010
Fecha de creación:	06/10/2008 20:39:10
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84UTM19S
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Fecha y hora de inicio:	06/04/2008 11:30:01
Fecha y hora de término:	06/04/2008 12:35:02
Puntos ocupados manualmente:	2
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	06/10/2008 20:46:04

#### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	10°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad ionosférica:	Automático

#### Inf. general de línea base

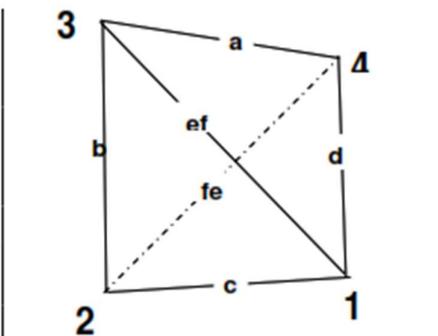
A008 - A010	Referencia: A008	Móvil: A010
Coordenadas:		
Latitud:	17°10' 38.67158" S	17°06' 59.09086" S

Longitud:	70°35' 08.59450" W	70°32' 56.52751" W
Alt Elip.:	3727.1509 m	4359.3295 m

Tipo de solución:	Fase: todo fijo
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	L1 y L2
Ambigüedad:	Sí

<b>A007 - A010</b>	<b>Referencia: A007</b>	<b>Móvil: A010</b>
Coordenadas:		
Latitud:	17°04' 54.55489" S	17°06' 59.09093" S
Longitud:	70°38' 46.93266" W	70°32' 56.52744" W
Alt Elip.:	3735.7705 m	4359.5645 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	

**COMPENSACION DEL CUADRILATERO 5**

PTO	DESCRIPCION	COORDENADAS LEVANTADAS		COORDENADAS CALCULADAS				
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE			
1	A008	331,352.4737	8,100,129.5979	331,352.4737	8,100,129.5979			
2	A007	324,811.1641	8,110,654.0226	324,811.1641	8,110,654.0226			
3	A009	330,188.0357	8,121,513.0407	330,188.0371	8,121,513.0404			
4	A010	335,201.0763	8,106,910.8069	335,201.0788	8,106,910.8065			
4'	A010'	335,201.0809	8,106,910.8119					
				<b>DIST</b>				
				a	15438.7761	s1	22962.02339	
				b	12117.3026	k1	63810339.57	
				c	12391.6201	$\alpha 1$	0.514163607	
				d	7797.2135	s2	22325.55688	
				e	21415.1242	k2	45096335.8	
				f	11043.6406	$\alpha 2$	0.276297928	
				f'	11043.6380	f'	11043.6380	
				error lineal	-0.0026			
				error relat. 1/	4,194,000			
				<b>CORRECCIONES</b>				
Kp	45096335.8	<b>I</b>	8817.150589	va	0.0004			
Kq	63810339.57	<b>II</b>	17704.535020	vb	0.0003			
r	19299.85963	<b>III</b>	13151.680009	vc	0.0000			
Kr	66475531.61	<b>IV</b>	-1307.863422	vd	0.0002			
s	15616.23707	<b>V</b>	-16102.869767	ve	0.0004			
Ks	42431166.07	<b>VI</b>	-8471.891798	vf	0.0002			
E	-22.30621741							

## RESUMEN DE PROCESAMIENTO

### C6 A009 A010 A012

#### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	C6 A009 A010 A012
Fecha de creación:	06/10/2008 20:57:09
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84UTM19S
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Fecha y hora de inicio:	06/01/2008 08:59:08
Fecha y hora de término:	06/01/2008 10:00:59
Puntos ocupados manualmente:	2
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	06/10/2008 21:07:47

#### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	10°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad ionosférica:	Automático

#### Inf. general de línea base

A010 - A012	Referencia: A010	Móvil: A012
Coordenadas:		



Latitud:	17°06' 59.09110" S	16°52' 58.38714" S
Longitud:	70°32' 56.52760" W	70°26' 52.70753" W
Alt Elip.:	4359.3221 m	4808.3665 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	Sin Ionosfera (L3)	
Ambigüedad:	Sí	

<b>A009 - A012</b>	<b>Referencia: A009</b>	<b>Móvil: A012</b>
Coordenadas:		
Latitud:	16°59' 02.77017" S	16°52' 58.38746" S
Longitud:	70°35' 42.08045" W	70°26' 52.70741" W
Alt Elip.:	4402.6322 m	4808.3624 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	Sin Ionosfera (L3)	
Ambigüedad:	Sí	

## RESUMEN DE PROCESAMIENTO

### C6 A009 A012 A011

#### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	C6 A009 A012 A011
Fecha de creación:	06/10/2008 21:38:09
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84 UTM
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Fecha y hora de inicio:	06/02/2008 08:44:36
Fecha y hora de término:	06/02/2008 09:46:11
Puntos ocupados manualmente:	2
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0

Procesado: 06/10/2008 21:51:48

#### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	10°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad ionosférica:	Automático

#### Inf. general de línea base

<b>A009 - A011</b>	<b>Referencia: A009</b>	<b>Móvil: A011</b>
Coordenadas:		

Latitud:	16°59' 02.77017" S	16°49' 28.98545" S
Longitud:	70°35' 42.08045" W	70°31' 41.03080" W
Alt Elip.:	4402.6322 m	4517.6867 m

Tipo de solución:	Fase: todo fijo
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Sin ionosfera (L3)
Ambigüedad:	Sí

<b>A012 - A011</b>	<b>Referencia: A012</b>	<b>Móvil: A011</b>
Coordenadas:		
Latitud:	16°52' 58.38729" S	16°49' 28.98554" S
Longitud:	70°26' 52.70747" W	70°31' 41.03080" W
Alt Elip.:	4808.3645 m	4517.6749 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	

## RESUMEN DE PROCESAMIENTO

### C6 A009 A010 A011

#### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	C6 A009 A010 A011
Fecha de creación:	06/10/2008 21:55:29
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84UTM19S
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Fecha y hora de inicio:	06/01/2008 12:00:02
Fecha y hora de término:	06/01/2008 13:01:04
Puntos ocupados manualmente:	2
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	06/10/2008 22:07:22

#### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	10°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad ionosférica:	Automático

#### Inf. general de línea base

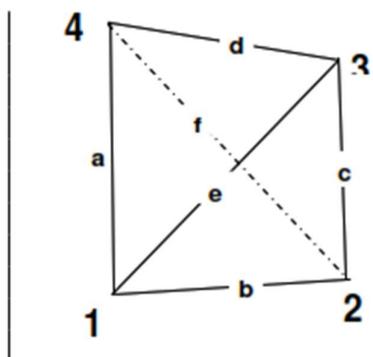
A010 - A011	Referencia: A010	Móvil: A011
Coordenadas:		
Latitud:	17°06' 59.09110" S	16°49' 28.98500" S

Longitud:	70°32' 56.52760" W	70°31' 41.03086" W
Alt Elip.:	4359.3221 m	4517.6875 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	Sin ionosfera (L3)	
Ambigüedad:	Sí	

<b>A009 - A011</b>	<b>Referencia: A009</b>	<b>Móvil: A011</b>
Coordenadas:		
Latitud:	16°59' 02.77017" S	16°49' 28.98531" S
Longitud:	70°35' 42.08045" W	70°31' 41.03081" W
Alt Elip.:	4402.6322 m	4517.6875 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	Sin ionosfera (L3)	
Ambigüedad:	Sí	

COMPENSACION DEL CUADRILATERO 6						
PTO	DESCRIPCION	COORDENADAS LEVANTADAS		COORDENADAS CALCULADAS		
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	
1	A009	330,188.0371	8,121,513.0404	330,188.0371	8,121,513.0404	
2	A010	335,201.0788	8,106,910.8065	335,201.0788	8,106,910.8062	
3	A012	345,763.7813	8,132,834.6196	345,763.7769	8,132,834.6243	
4	A011	337,181.2941	8,139,206.8164	337,181.2917	8,139,206.8244	
4'	A011'	337,181.2932	8,139,206.8259			



DIST		
a	19025.6499	s1 31343.79809
b	15438.7766	k1 142098104.6
c	27993.1201	$\alpha 1$ 1.868631371
d	10689.4330	s2 24485.39124
e	19255.6995	k2 98209508.21
f	32356.6704	$\alpha 2$ 0.565867209
f'	32356.6610	f' 32356.6610
error lineal	-0.0094	
error relat. 1/	3,432,000	

CORRECCIONES					
Kp	98209508.21	I	-7411.958483	va	0.0012
Kq	142098104.6	II	20550.118287	vb	0.0003
r	33410.54843	III	-4762.401099	vc	0.0029
Kr	95408227.46	IV	51261.830532	vd	0.0004
s	35519.61176	V	13614.909234	ve	0.0008
Ks	144899167.6	VI	23094.573254	vf	0.0013
E	217.7147405				



UNIVERSIDAD

**RESUMEN DE PROCESAMIENTO**

**C7 A011 A012 A013**

**Información del proyecto**

Nombre del proyecto:	C7 A011 A012 A013
Fecha de creación:	06/11/2008 09:23:47
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84 UTM
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Fecha y hora de inicio:	06/02/2008 11:19:23
Fecha y hora de término:	06/02/2008 12:21:20
Puntos ocupados manualmente:	2
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	06/11/2008 10:00:04

**Parámetros de procesamiento**

Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	10°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad ionosférica:	Automático

**Inf. general de línea base**

A012 - A013	Referencia: A012	Móvil: A013
Coordenadas:		
Latitud:	16°52' 58.38710" S	16°42' 54.77812" S
Longitud:	70°26' 52.70765" W	70°26' 56.68821" W

Alt Elip.:	4808.3645 m	4428.2656 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	Sin ionosfera (L3)	
Ambigüedad:	Sí	

<b>A011 - A013</b>	<b>Referencia: A011</b>	<b>Móvil: A013</b>
Coordenadas:		
Latitud:	16°49' 28.98519" S	16°42' 54.77876" S
Longitud:	70°31' 41.03090" W	70°26' 56.68824" W
Alt Elip.:	4517.6826 m	4428.2475 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	



## RESUMEN DE PROCESAMIENTO

### C7 A012 A013 A014

#### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	C7 A012 A013 A014
Fecha de creación:	06/11/2008 10:59:18
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84UTM19S
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Fecha y hora de inicio:	06/02/2008 13:30:06
Fecha y hora de término:	06/02/2008 14:30:02
Puntos ocupados manualmente:	2
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	06/11/2008 11:06:58

#### Parámetros de procesamiento

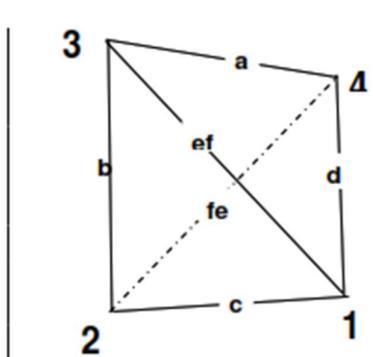
Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	10°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad ionosférica:	Automático

#### Inf. general de línea base

A012 - A014	Referencia: A012	Móvil: A014
Coordenadas:		
Latitud:	16°52' 58.38710" S	16°43' 36.64455" S

Longitud:	70°26' 52.70765" W	70°21' 21.51352" W
Alt Elip.:	4808.3645 m	4553.0086 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	Sin ionosfera (L3)	
Ambigüedad:	Sí	
<hr/>		
<b>A013 - A014</b>	<b>Referencia: A013</b>	<b>Móvil: A014</b>
Coordenadas:		
Latitud:	16°42' 54.77823" S	16°43' 36.64468" S
Longitud:	70°26' 56.68822" W	70°21' 21.51328" W
Alt Elip.:	4428.2625 m	4553.0096 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	

**COMPENSACION DEL CUADRILATERO 7**

PTO	DESCRIPCION	COORDENADAS LEVANTADAS		COORDENADAS CALCULADAS			
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
1	A012	345,763.7769	8,132,834.6243	345,763.7769	8,132,834.6243		
2	A011	337,181.2917	8,139,206.8244	337,181.2913	8,139,206.8247		
3	A013	345,510.3334	8,151,386.7703	345,510.3328	8,151,386.7699		
4	A014	355,446.7475	8,150,169.8910	355,446.7478	8,150,169.8950		
4'	A014'	355,446.7482	8,150,169.8955				
<b>DIST</b>							
		a	10010.6503	s1	21999.39234		
		b	14755.4741	k1	78804263.19		
		c	10689.4335	$\alpha 1$	0.613452913		
		d	19856.2683	s2	24210.39787		
		e	18553.8771	k2	92016697.5		
		f	21302.9535	$\alpha 2$	1.435276191		
		f'	21302.9506	f'	21302.9506		
		error lineal	-0.0029				
error relat. 1/	7,306,000						
<b>CORRECCIONES</b>							
Kp	92016697.5	I	-2745.396906	va	0.0004		
Kq	78804263.19	II	-3319.899606	vb	0.0007		
r	23034.539	III	6368.909641	vc	0.0005		
Kr	65580196.06	IV	-4627.238065	vd	0.0003		
s	25924.32763	V	3425.910080	ve	0.0004		
Ks	105240752.6	VI	4132.774621	vf	0.0005		
E	12.05119841						



## RESUMEN DE PROCESAMIENTO

### C8 A013 A014 A015

#### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	C8 A013 A014 A015
Fecha de creación:	06/11/2008 11:14:50
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84UTM19S
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Fecha y hora de inicio:	06/03/2008 15:30:22
Fecha y hora de término:	06/03/2008 16:30:25
Puntos ocupados manualmente:	2
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	06/11/2008 11:21:06

#### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	10°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad ionosférica:	Automático

#### Inf. general de línea base

A014 - A015	Referencia: A014	Móvil: A015
Coordenadas:		
Latitud:	16°43' 36.64450" S	16°37' 15.53157" S
Longitud:	70°21' 21.51333" W	70°24' 41.43836" W

Alt Elip.:	4553.0137 m	4351.3760 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	
<b>A013 - A015</b>		
	<b>Referencia: A013</b>	<b>Móvil: A015</b>
Coordenadas:		
Latitud:	16°42' 54.77824" S	16°37' 15.53149" S
Longitud:	70°26' 56.68824" W	70°24' 41.43860" W
Alt Elip.:	4428.2625 m	4351.3739 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	



## RESUMEN DE PROCESAMIENTO

### C8 A014 A015 A016

#### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	C8 A014 A015 A016
Fecha de creación:	06/11/2008 11:24:42
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84UTM19S
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Fecha y hora de inicio:	06/03/2008 11:30:05
Fecha y hora de término:	06/03/2008 12:31:50
Puntos ocupados manualmente:	2
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	06/11/2008 11:30:07

#### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	10°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad ionosférica:	Automático

#### Inf. general de línea base

A015 - A016	Referencia: A015	Móvil: A016
Coordenadas:		
Latitud:	16°37' 15.53153" S	16°34' 06.15194" S

Longitud:	70°24' 41.43849" W	70°21' 32.06247" W
Alt Elip.:	4351.3749 m	4584.3894 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	
<b>A014 - A016</b>	<b>Referencia: A014</b>	<b>Móvil: A016</b>
Coordenadas:		
Latitud:	16°43' 36.64465" S	16°34' 06.15121" S
Longitud:	70°21' 21.51334" W	70°21' 32.06207" W
Alt Elip.:	4553.0137 m	4584.4118 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	Sin ionosfera (L3)	
Ambigüedad:	Sí	



## RESUMEN DE PROCESAMIENTO

### C8 A013 A014 A016

#### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	C8 A013 A014 A016
Fecha de creación:	06/11/2008 11:34:33
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84UTM19S
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Fecha y hora de inicio:	06/03/2008 13:30:09
Fecha y hora de término:	06/03/2008 14:30:18
Puntos ocupados manualmente:	2
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	06/11/2008 11:41:43

#### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	10°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	GPS
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad ionosférica:	Automático

#### Inf. general de línea base

<b>A014 - A016</b>	<b>Referencia: A014</b>	<b>Móvil: A016</b>
--------------------	-------------------------	--------------------



Coordenadas:

Latitud:	16°43' 36.64450" S	16°34' 06.15116" S
Longitud:	70°21' 21.51333" W	70°21' 32.06203" W
Alt Elip.:	4553.0137 m	4584.4139 m

Tipo de solución: Fase: todo fijo  
 Tipo GNSS: GPS  
 Frecuencia: Sin Ionosfera (L3)  
 Ambigüedad: Sí

<b>A013 - A016</b>	<b>Referencia: A013</b>	<b>Móvil: A016</b>
--------------------	-------------------------	--------------------

Coordenadas:

Latitud:	16°42' 54.77824" S	16°34' 06.15131" S
Longitud:	70°26' 56.68824" W	70°21' 32.06271" W
Alt Elip.:	4428.2625 m	4584.4227 m

Tipo de solución: Fase: todo fijo  
 Tipo GNSS: GPS  
 Frecuencia: Sin Ionosfera (L3)  
 Ambigüedad: Sí

**COMPENSACION DE ALTURAS ELIPSOIDALES**

**RESULTADOS Y COMPENSACIONES DE ALTURAS ELIPSOIDALES (WGS84)**

PUNTO	ALTURAS ELEIPSOIDALES			OBSERVACIONES
	PRIMERA SESION	SEGUNDA SESION	PROMEDIO	
A001	1.693,4734		1.693,4734	LECTURA DIRECTA
A002	1.839,2377		1.839,2377	PROMEDIADA POR SOTFWARE POSTPROCESO GPS
A003	2.456,9259	2.456,9366	2.456,9259	ASUMIDA POR GEOTOPOMIN
A004	2.363,1835		2.323,1835	LECTURA DIRECTA
A005	3.462,7060	3.462,7284	3.462,7172	PROMEDIADA POR GEOTOPOMIN
A006	3.674,6738		3.674,6738	PROMEDIADA POR SOTFWARE POSTPROCESO GPS
A007	3.735,7705		3.735,7705	PROMEDIADA POR SOTFWARE POSTPROCESO GPS
A008	3.727,1491	3.727,1526	3.727,1509	PROMEDIADA POR GEOTOPOMIN
A009	4.402,6322		4.402,6322	PROMEDIADA POR SOTFWARE POSTPROCESO GPS
A010	4.359,3146	4.359,3295	4.359,3221	PROMEDIADA POR GEOTOPOMIN
A011	4.517,6776	4.517,6875	4.517,6826	PROMEDIADA POR GEOTOPOMIN
A012	4.808,3645		4.808,3645	PROMEDIADA POR SOTFWARE POSTPROCESO GPS
A013	4.428,2625		4.428,2625	PROMEDIADA POR SOTFWARE POSTPROCESO GPS
A014	4.553,0094	4.553,0179	4.553,0137	PROMEDIADA POR GEOTOPOMIN
A015	4.351,3749		4.351,3749	PROMEDIADA POR SOTFWARE POSTPROCESO GPS
A016	4.584,3973	4.584,4159	4.584,4066	PROMEDIADA POR GEOTOPOMIN
A03A	2.133,7290	2.133,7163	2.133,7230	PROMEDIADA POR GEOTOPOMIN

**Anexo 06: Fichas técnicas de puntos de la Red Geodésica – Fuente la empresa**

**FICHA DESCRIPTIVA**

LOCALIDAD: <b>MOQUEGUA</b>	NOMBRE DE LA ESTACION <b>A001</b>		
PROVINCIA: <b>MARISCAL NIETO</b>	CARACTERISTICAS DE LA MARCA: <b>PERNO REDONDO Ø 1"</b>		
DEPARTAMENTO: <b>MOQUEGUA</b>	ESTABLECIDA POR:	ORDEN: <b>A</b>	FECHA:
DATUM PROPORCIONADO POR: <b>FLUOR CHILE</b>	PROCESADO Y CERTIFICADO POR: <b>GEOTOPOMIN SAC</b>		FECHA: <b>19-04-2008</b>
COORDENADAS UTM WGS 84	NORTE (Y)	ESTE (X)	ALT. ELIPSOIDAL
	<b>8.097.015,0591</b>	<b>297076,0125</b>	<b>1.693,4734</b>

**DESCRIPCION :**

Es un hito de piedra de forma irregular, tiene incrustado en la parte central un perno de Ø 1" con volanda circular a 05 m. del piso con la nomenclatura A001 en pintura blanca  
Condicion: En regular estado de conservacion

**ITINERARIO:**

Partiendo del Ovalo que va a Torata en un vehiculo 4x4 se voltea con direccion a los Geoglifos de Chen Chen II, en linea recta y llegando a la curva, existe una reparticion hacia la carretera binacional y toquepala, se continua por la trocha que esta al medio hasta llegar a una torre de alta tension, a unos 200 m. siguiendo mas adelante en la parte alta del cerro Chen Chen se ubica la estacion.

**Referencia:**

Hoja Carta Nacional 35-t Escala: 1/100 000

**CROQUIS TOPOGRAFICO**



NOMBRE DEL PROYECTO:

**PROYECTO QUELLAVECO**

### FICHA DESCRIPTIVA

LOCALIDAD: <b>MOQUEGUA</b>	NOMBRE DE LA ESTACION <b>A002</b>		
PROVINCIA: <b>MARISCAL NIETO</b>	CARACTERISTICAS DE LA MARCA: <b>PERNO REDONDO Ø 1"</b>		
DEPARTAMENTO: <b>MOQUEGUA</b>	ESTABLECIDA POR:	ORDEN: <b>A</b>	FECHA:
DATUM PROPORCIONADO POR: <b>FLUOR CHILE</b>	PROCESADO Y CERTIFICADO POR: <b>GEOTOPOMIN SAC</b>		FECHA: <b>19-04-2008</b>
COORDENADAS UTM WGS 84	NORTE (Y)	ESTE (X)	ALT. ELIPSOIDAL
	<b>8.089.324,4823</b>	<b>296.760,1466</b>	<b>1.839,2377</b>

#### DESCRIPCION :

Es un Hito de piedra irregular, y tiene incrustado un perno redondo con volanda en el centro al ras del piso, con la nomenclatura A002 en pintura blanca.

Condicion: En regular estado de conservacion

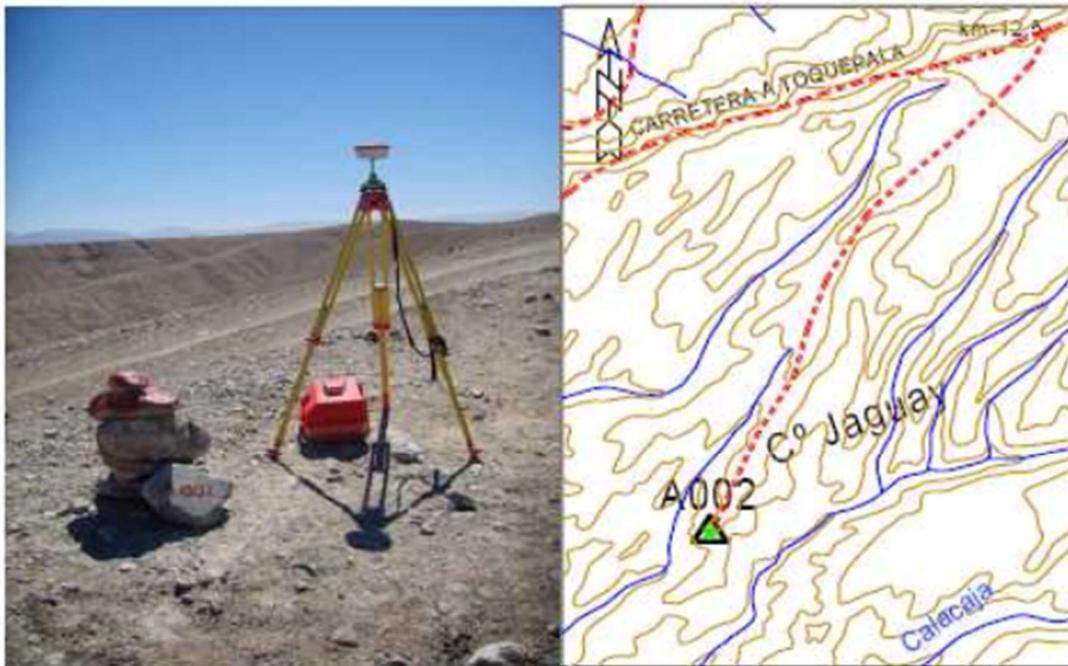
#### ITINERARIO:

Partiendo del Ovalo que va a Torata en un vehiculo 4x4, se voltea con direccion a los Geoglifos de Chen Chen I, II, a la altura del canal revestido voltear al lado izquierdo por la carretera a Toquepala, a la altura del km 12.5 aproximadamente voltear a la derecha hasta la parte alta del cerro Jaguay alli se ubica la estacion.

Referencia:

Hoja Carta Nacional 35-t Escala: 1/100 000

#### CROQUIS TOPOGRAFICO



NOMBRE DEL PROYECTO:

**PROYECTO QUELLAVECO**

### FICHA DESCRIPTIVA

LOCALIDAD:	NOMBRE DE LA ESTACION		
MOQUEGUA	A003		
PROVINCIA:	CARACTERISTICAS DE LA MARCA:		
MARISCAL NIETO	PERNO REDONDO Ø 1"		
DEPARTAMENTO:	ESTABLECIDA POR:	ORDEN:	FECHA:
MOQUEGUA		A	
DATUM PROPORCIONADO POR:	PROCESADO Y CERTIFICADO POR:		FECHA:
FLUOR CHILE	GEOTOPOMIN SAC		19-04-2008
COORDENADAS UTM WGS 84	NORTE (Y)	ESTE (X)	ALT. ELIPSOIDAL
	8.097.043,8535	306.467,7702	2.456,9259

#### DESCRIPCION :

Es un hito de piedra irregular y tiene incrustado un perno redondo con volanda en el centro al ras del piso, con la nomenclatura A003 con pintura blanca.

Condicion: En regular estado de conservacion

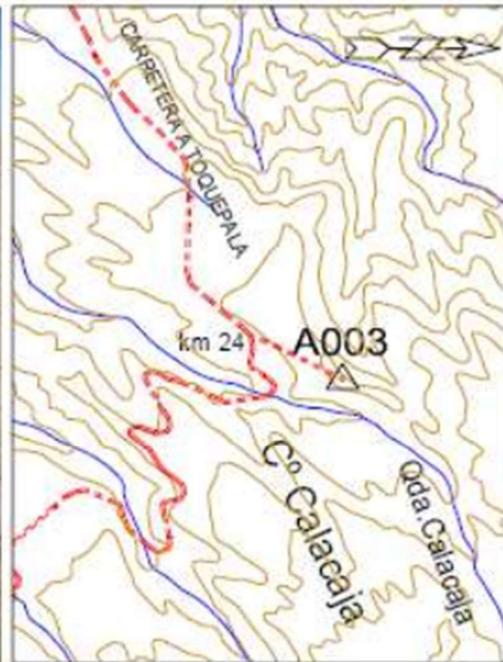
#### ITINERARIO:

Partiendo del Ovalo que va a Torata en un vehiculo 4x4 se voltea con direccion a los Geoglifos de Chen Chen I, II, a la altura del canal revestido voltear al lado izquierdo por la carretera a Toquepala, a la altura del km 24 aproximadamente hay un desvio hacia la izquierda continuar mas de un km. hasta la parte alta del cerro Calacaja de poca altura alli se ubica la estacion.

#### Referencia:

Hoja Carta Nacional 35-t Escala: 1/100 000

#### CROQUIS TOPOGRAFICO



NOMBRE DEL PROYECTO:

PROYECTO QUELLAVECO

### FICHA DESCRIPTIVA

LOCALIDAD: <b>MOQUEGUA</b>	NOMBRE DE LA ESTACION <b>A003A</b>		
PROVINCIA: <b>MARISCAL NIETO</b>	CARACTERISTICAS DE LA MARCA: <b>PERNO REDONDO Ø 1"</b>		
DEPARTAMENTO: <b>MOQUEGUA</b>	ESTABLECIDA POR:	ORDEN: <b>A</b>	FECHA:
DATUM PROPORCIONADO POR: <b>FLUOR CHILE</b>	PROCESADO Y CERTIFICADO POR: <b>GEOTOPOMIN SAC</b>		FECHA: <b>23-04-2008</b>
COORDENADAS UTM WGS 84	NORTE (Y)	ESTE (X)	ALT. ELIPSOIDAL
	8.103.574,1056	304.637,1791	2.133,7230

#### DESCRIPCION :

Es un hito de piedra irregular y tiene incrustado un perno redondo con volanda a un costado al ras del piso, con la nomenclatura A003a con pintura blanca.

Condicion: En regular estado de conservacion

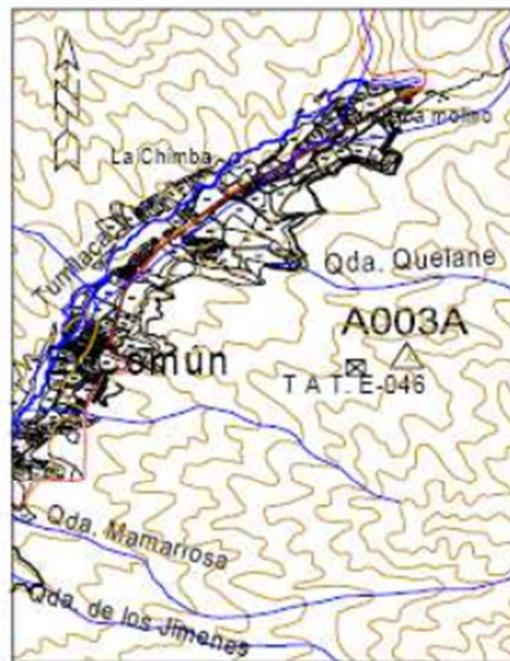
#### ITINERARIO:

Partiendo del Ovalo que va a Torata en un vehiculo 4x4, se continua con direccion al poblado El Comun, existe un desvio hacia la derecha continuar hasta la torre de alta tension N° TAT E 046 a 300 m en la parte Alta en el cerro Trebolar se ubica la estacion.

Referencia:

Hoja Carta Nacional 35-u Escala: 1/100 000

#### CROQUIS TOPOGRAFICO



NOMBRE DEL PROYECTO:

**PROYECTO QUELLAVECO**

### FICHA DESCRIPTIVA

LOCALIDAD: <b>MOQUEGUA</b>	NOMBRE DE LA ESTACION <b>A004</b>		
PROVINCIA: <b>MARISCAL NIETO</b>	CARACTERISTICAS DE LA MARCA: <b>PERNO REDONDO Ø 1"</b>		
DEPARTAMENTO: <b>MOQUEGUA</b>	ESTABLECIDA POR:	ORDEN: <b>A</b>	FECHA:
DATUM PROPORCIONADO POR: <b>FLUOR CHILE</b>	PROCESADO Y CERTIFICADO POR: <b>GEOTOPOMIN SAC</b>		FECHA: <b>19-04-2008</b>
COORDENADAS UTM WGS 84	NORTE (Y)	ESTE (X)	ALT. ELIPSOIDAL
	<b>8.093.343,6568</b>	<b>307.517,3214</b>	<b>2.323,1835</b>

#### DESCRIPCION :

Es un Hito de piedra irregular , y tiene incrustado un perno redondo con volanda casi al centro a unos 0.15 m. del piso, con la nomenclatura A004 con pintura blanca.

Condicion: En regular estado de conservacion

#### ITINERARIO:

Partiendo del Ovalo que va a Torata en un vehiculo 4x4, se voltea con direccion a los Geoglifos de Chen Chen I, II, a la altura del canal revestido, voltear al lado izquierdo por la carretera a Toquepala a la altura del km 31 aproximadamente, hay un desvio hacia la derecha continuar 500 m.hasta la Torre de Alta Tension N-05, en una lomada se ubica la estacion.

Referencia:

Hoja Carta Nacional 35-t Escala: 1/100 000

#### CROQUIS TOPOGRAFICO



NOMBRE DEL PROYECTO:

**PROYECTO QUELLAVECO**

### FICHA DESCRIPTIVA

LOCALIDAD: <b>MOQUEGUA</b>	NOMBRE DE LA ESTACION <b>A005</b>		
PROVINCIA: <b>MARISCAL NIETO</b>	CARACTERISTICAS DE LA MARCA: <b>PERNO REDONDO Ø 1"</b>		
DEPARTAMENTO: <b>MOQUEGUA</b>	ESTABLECIDA POR:	ORDEN: <b>A</b>	FECHA:
DATUM PROPORCIONADO POR: <b>FLUOR CHILE</b>	PROCESADO Y CERTIFICADO POR: <b>GEOTOPOMIN SAC</b>		FECHA: <b>17-04-2008</b>
COORDENADAS UTM WGS 84	NORTE (Y)	ESTE (X)	ALT. ELIPSOIDAL
	<b>8.111.141,0782</b>	<b>314.106,3843</b>	<b>3.462,7172</b>

#### DESCRIPCION :

Es un hito de piedra irregular, tiene incrustado un perno redondo con volanda al centro al ras del piso, con la nomenclatura A005 con pintura blanca.

Condicion: En regular estado de conservacion

#### ITINERARIO:

Partiendo desde la Garita del aeropuerto de Cuajone en un vehiculo 4x4 se continua con direccion a quellaveco-Toquepala aproximadamente a 3.5 km. al cotado derecho a 5 m. de la trocha en el cerro Chuntacala se ubica la estacion.

Referencia:

Hoja Carta Nacional 35-u Escala: 1/100 000

#### CROQUIS TOPOGRAFICO



NOMBRE DEL PROYECTO:

**PROYECTO QUELLAVECO**

**FICHA DESCRIPTIVA**

LOCALIDAD: <b>MOQUEGUA</b>	NOMBRE DE LA ESTACION <b>A006</b>		
PROVINCIA: <b>MARISCAL NIETO</b>	CARACTERISTICAS DE LA MARCA: <b>PERNO REDONDO Ø 1"</b>		
DEPARTAMENTO: <b>MOQUEGUA</b>	ESTABLECIDA POR:	ORDEN: <b>A</b>	FECHA:
DATUM PROPORCIONADO POR: <b>FLUOR CHILE</b>	PROCESADO Y CERTIFICADO POR: <b>GEOTOPOMIN SAC</b>		FECHA: <b>20-04-2008</b>
COORDENADAS UTM WGS 84	NORTE (Y)	ESTE (X)	ALT. ELIPSOIDAL
	8.100.792,0531	321.359,5542	3.674,6738

**DESCRIPCION :**

Es un hito de piedra irregular y tiene incrustado un perno redondo con volanda al centro y a 0.20 m. del piso, con la nomenclatura A006 con pintura roja  
Condicion: En regular estado de conservacion

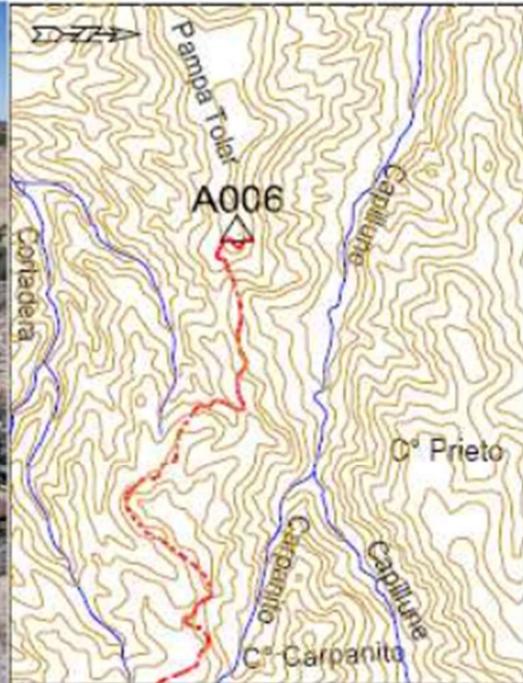
**ITINERARIO:**

Partiendo desde la Garita de Quellaveco en un vehiculo 4x4 se continua con direccion a Toquepala aproximadamente a 3.5 km. voltear a la derecha, en el siguiente desvio voltear a la derecha, continuar hasta el desvio a papajune cruza la quebrada capillune sigue por el cerro carpanito girar a la derecha en el siguiente desvio, continuar hasta la parte alta del cerro pampa tolar donde se encuentra la estacion.

**Referencia:**

Hoja Carta Nacional 35-u Escala: 1/100 000

**CROQUIS TOPOGRAFICO**



NOMBRE DEL PROYECTO:

**PROYECTO QUELLAVECO**

### FICHA DESCRIPTIVA

LOCALIDAD: <b>MOQUEGUA</b>	NOMBRE DE LA ESTACION <b>A007</b>		
PROVINCIA: <b>MARISCAL NIETO</b>	CARACTERISTICAS DE LA MARCA: <b>FIERRO CORRUGADO Ø 1/2"</b>		
DEPARTAMENTO: <b>MOQUEGUA</b>	ESTABLECIDA POR:	ORDEN: <b>A</b>	FECHA:
DATUM PROPORCIONADO POR: <b>FLUOR CHILE</b>	PROCESADO Y CERTIFICADO POR: <b>GEOTOPOMIN SAC</b>		FECHA: <b>17-04-2008</b>
COORDENADAS UTM WGS 84	NORTE (Y)	ESTE (X)	ALT. ELIPSOIDAL
	8.110.654,0238	324.811,1657	3.735,7705

#### DESCRIPCION :

Es un hito de concreto de 0.30x0.30 empotrado en el piso y tiene incrustado un fierro corrugado de Ø 1/2" en la parte central, a 0.20 m. del piso, con la nomenclatura A007 con pintura negra

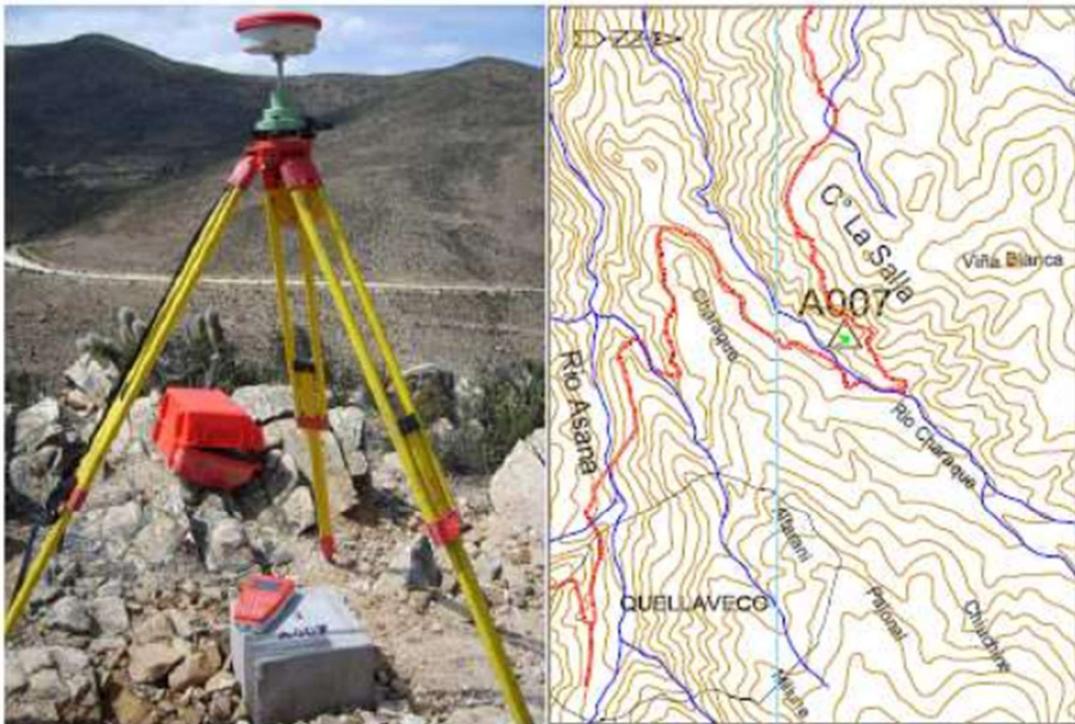
Condicion: Hito nuevo

#### ITINERARIO:

Partiendo desde la Garita del aeropuerto de Cuajone en un vehiculo 4x4 se continua con direccion a quellaveco aproximadamente a 22.7 km. al cotado derecho a 30 m. de la trocha en el cerro La Salla se ubica la estacion.

Hoja Carta Nacional 35-u Escala: 1/100 000

#### CROQUIS TOPOGRAFICO



NOMBRE DEL PROYECTO:

**PROYECTO QUELLAVECO**

### FICHA DESCRIPTIVA

LOCALIDAD: <b>MOQUEGUA</b>	NOMBRE DE LA ESTACION <b>A008</b>		
PROVINCIA: <b>MARISCAL NIETO</b>	CARACTERISTICAS DE LA MARCA: <b>PERNO REDONDO Ø 1"</b>		
DEPARTAMENTO: <b>MOQUEGUA</b>	ESTABLECIDA POR:	ORDEN: <b>A</b>	FECHA:
DATUM PROPORCIONADO POR: <b>FLUOR CHILE</b>	PROCESADO Y CERTIFICADO POR: <b>GEOTOPOMIN SAC</b>		FECHA: <b>20-04-2008</b>
COORDENADAS UTM WGS 84	NORTE (Y)	ESTE (X)	ALT. ELIPSOIDAL
	<b>8.100.129,5945</b>	<b>331.352,4735</b>	<b>3.727,1509</b>

#### DESCRIPCION :

Es un hito de piedra grande irregular y tiene incrustado un perno redondo con volanda al centro y a 0.20 m. del piso, con la nomenclatura A008 en pintura blanca.

Condicion: En regular estado de conservacion

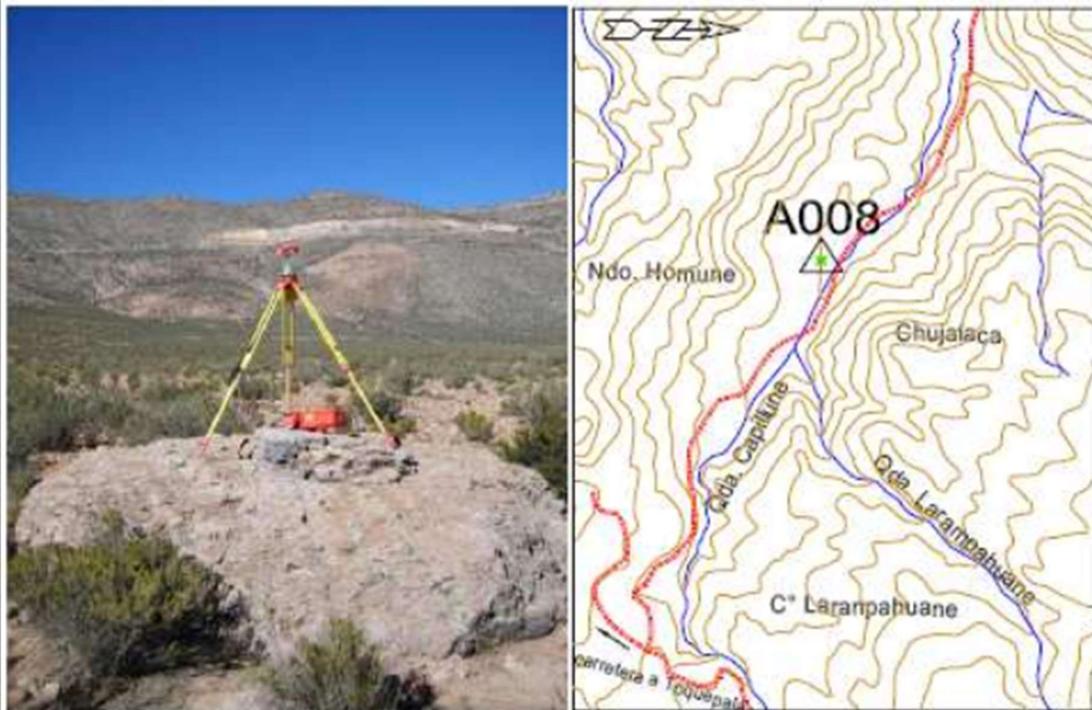
#### ITINERARIO:

Partiendo desde la Garita de Quellaveco en un vehiculo 4x4, se continua con direccion a Toquepala aproximadamente en el km. 25 hay un desvio a la quebrada capillune hacia la derecha y a 3.5 km siguiendo por la trocha en la misma quebrada de Capillune se ubica la estacion.

Referencia:

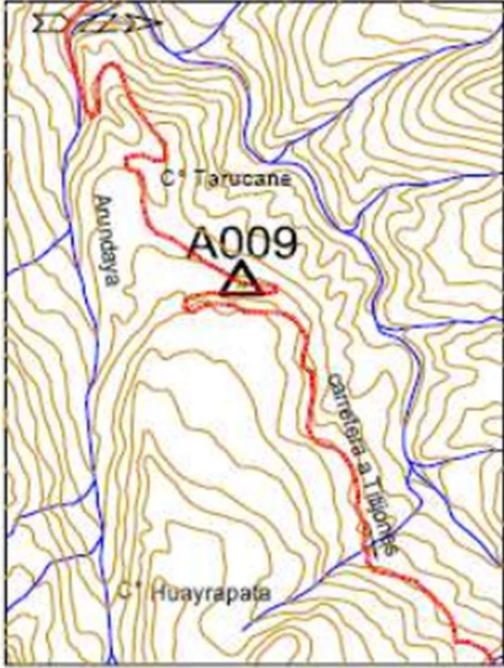
Hoja Carta Nacional 35-u Escala: 1/100 000

#### CROQUIS TOPOGRAFICO



NOMBRE DEL PROYECTO:

**PROYECTO QUELLAVECO**

<b>FICHA DESCRIPTIVA</b>			
LOCALIDAD: <b>MOQUEGUA</b>	NOMBRE DE LA ESTACION <b>A009</b>		
PROVINCIA: <b>MARISCAL NIETO</b>	CARACTERISTICAS DE LA MARCA: <b>PERNO Ø 1" INCRUSTADO EN PIEDRA</b>		
DEPARTAMENTO: <b>MOQUEGUA</b>	ESTABLECIDA POR:	ORDEN: <b>A</b>	FECHA:
DATUM PROPORCIONADO POR: <b>FLUOR CHILE</b>	PROCESADO Y CERTIFICADO POR: <b>GEOTOPOMIN SAC</b>		FECHA: <b>22-04-2008</b>
COORDENADAS UTM WGS 84	NORTE (Y)	ESTE (X)	ALT. ELIPSOIDAL
	<b>8.121.513,0238</b>	<b>330.188,0376</b>	<b>4.402,6322</b>
<b>DESCRIPCION :</b>			
Es un Hito de piedra grande y tiene incrustado a un costado, un perno de fierro redondo Ø 1" con volanda de forma circular a 0.70 m. del piso, con la nomenclatura A009 en alambre Ø 1/4", tambien incrustado en la piedra			
Condicion: En regular estado de conservacion			
<b>ITINERARIO:</b>			
Partiendo de la garita Aeropuerto de cuajone con direccion al reservorio titijones en un vehiculo 4x4, a la altura del km. 28, antes de llegar a una curva de volteo, a 5 metros lado derecho en el cerro Tarucane se ubica la estacion.			
Referencia:			
Hoja Carta Nacional 34-u Escala: 1/100 000			
		<b>CROQUIS TOPOGRAFICO</b>	
			
NOMBRE DEL PROYECTO:			
<b>PROYECTO QUELLAVECO</b>			

### FICHA DESCRIPTIVA

LOCALIDAD: <b>MOQUEGUA</b>	NOMBRE DE LA ESTACION <b>A010</b>		
PROVINCIA: <b>MARISCAL NIETO</b>	CARACTERISTICAS DE LA MARCA: <b>PERNO Ø 1" INCRUSTADO EN PIEDRA</b>		
DEPARTAMENTO: <b>MOQUEGUA</b>	ESTABLECIDA POR:	ORDEN: <b>A</b>	FECHA:
DATUM PROPORCIONADO POR: <b>FLUOR CHILE</b>	PROCESADO Y CERTIFICADO POR: <b>GEOTOPOMIN SAC</b>		FECHA: <b>23-04-2008</b>
COORDENADAS UTM WGS 84	NORTE (Y)	ESTE (X)	ALT. ELIPSOIDAL
	8.106.910,8039	335.201,0779	4.359,3221

#### DESCRIPCION :

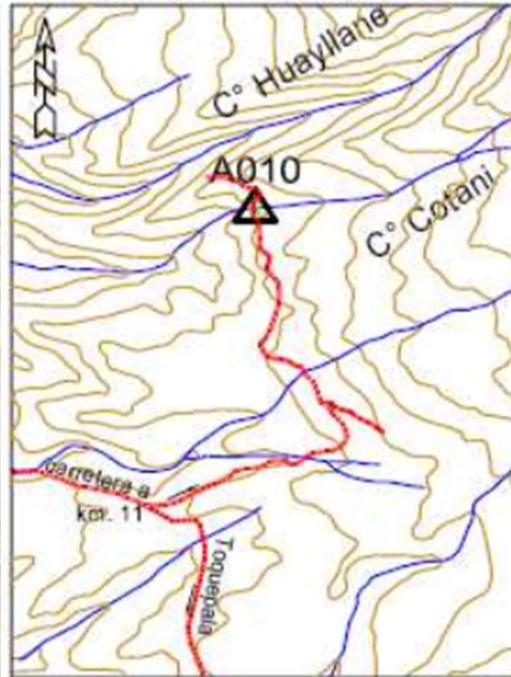
Es un Hito de piedra y tiene incrustado en el centro un perno de fierro redondo Ø 1" con volanda de forma circular, con la nomenclatura A010 con pintura blanca.

Condicion: En regular estado de conservacion

#### ITINERARIO:

Partiendo desde la Garita de Quellaveco en un vehiculo 4x4 se continua con direccion a Toquepala aproximadamente en el km. 11 hay un desvio hacia la izquierda y a 4.2 km siguiendo por la trocha a 3 m. a la derecha en la ladera del cerro Cotani se ubica la estacion.  
Hoja Carta Nacional 35-u Escala: 1/100 000

#### CROQUIS TOPOGRAFICO



NOMBRE DEL PROYECTO:

**PROYECTO QUELLAVECO**

**FICHA DESCRIPTIVA**

LOCALIDAD: <b>MOQUEGUA</b>	NOMBRE DE LA ESTACION <b>A011</b>		
PROVINCIA: <b>MARISCAL NIETO</b>	CARACTERISTICAS DE LA MARCA: <b>PERNO Ø 1" INCRUSTADO EN PIEDRA</b>		
DEPARTAMENTO: <b>MOQUEGUA</b>	ESTABLECIDA POR:	ORDEN: <b>A</b>	FECHA:
DATUM PROPORCIONADO POR: <b>FLUOR CHILE</b>	PROCESADO Y CERTIFICADO POR: <b>GEOTOPOMIN SAC</b>		FECHA: <b>21-04-2008</b>
COORDENADAS UTM WGS 84	NORTE (Y)	ESTE (X)	ALT. ELIPSOIDAL
	<b>8.139.206,8157</b>	<b>337.181,2912</b>	<b>4.517,6826</b>

**DESCRIPCION :**

Es un Hito de piedra y tiene incrustado en el centro un perno de fierro redondo Ø 1" con volanda de forma circular, con la nomenclatura A010 con pintura blanca.

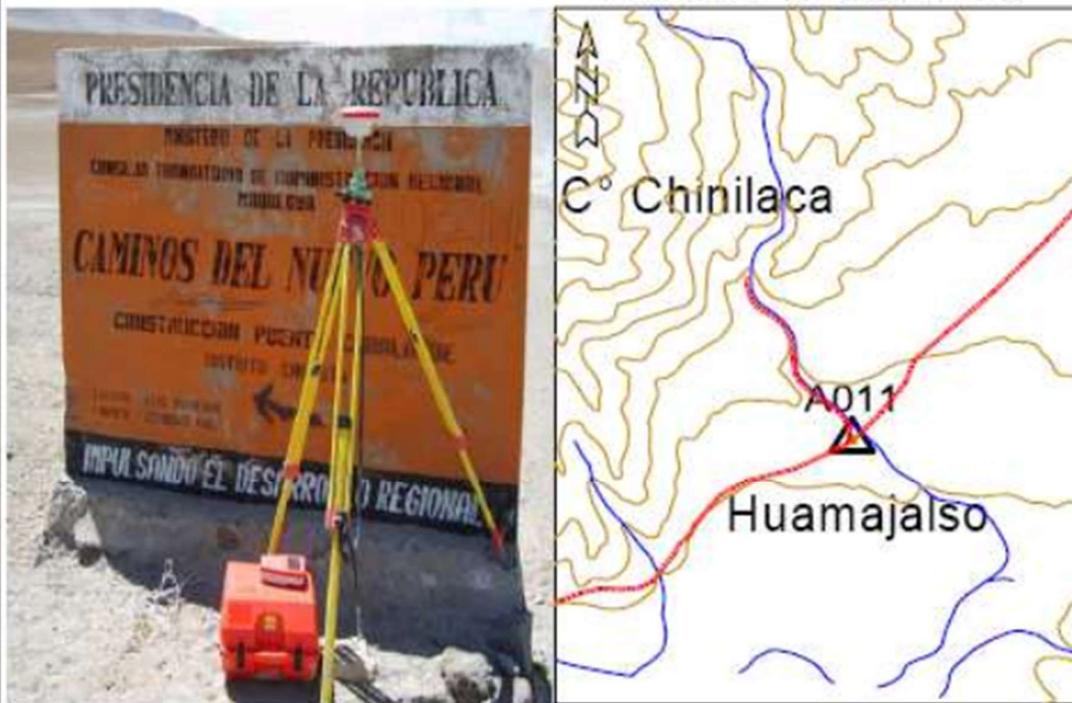
Condicion: En regular estado de conservacion

**ITINERARIO:**

Partiendo desde el ovalo de salida de Moquegua con direccion a torata en un vehiculo 4x4, se continua por la carretera Binacional y a la altura de la quebrada de Camilata aproximadamente en el km 73, hay un desvio hacia la izquierda a la ciudad de Puno, desde este cruce siguiendo por la trocha a 13.2 km en la pampa de Huamajalso, a la izquierda de la trocha, a 10 metros al costado de un muro de concreto se ubica la estacion.

Hoja Carta Nacional 34-u Escala: 1/100 000

**CROQUIS TOPOGRAFICO**



NOMBRE DEL PROYECTO:

**PROYECTO QUELLAVECO**

### FICHA DESCRIPTIVA

LOCALIDAD: <b>MOQUEGUA</b>	NOMBRE DE LA ESTACION <b>A012</b>		
PROVINCIA: <b>MARISCAL NIETO</b>	CARACTERISTICAS DE LA MARCA: <b>PERNO Ø 1" INCRUSTADO EN PIEDRA</b>		
DEPARTAMENTO: <b>MOQUEGUA</b>	ESTABLECIDA POR:	ORDEN: <b>A</b>	FECHA:
DATUM PROPORCIONADO POR: <b>FLUOR CHILE</b>	PROCESADO Y CERTIFICADO POR: <b>GEOTOPOMIN SAC</b>		FECHA: <b>22-04-2008</b>
COORDENADAS UTM WGS 84	NORTE (Y)	ESTE (X)	ALT. ELIPSOIDAL
	<b>8.132.834,6163</b>	<b>345.763,7756</b>	<b>4.764,9820</b>

#### DESCRIPCION :

Es un Hito de concreto de forma conica, base superior 0.20x0.20 base inferior 0.40x0.40 a una altura de 0.50 m. sobre el piso con la nomenclatura SPL y tiene incrustado en el centro un fierro corrugado de Ø 1/2".

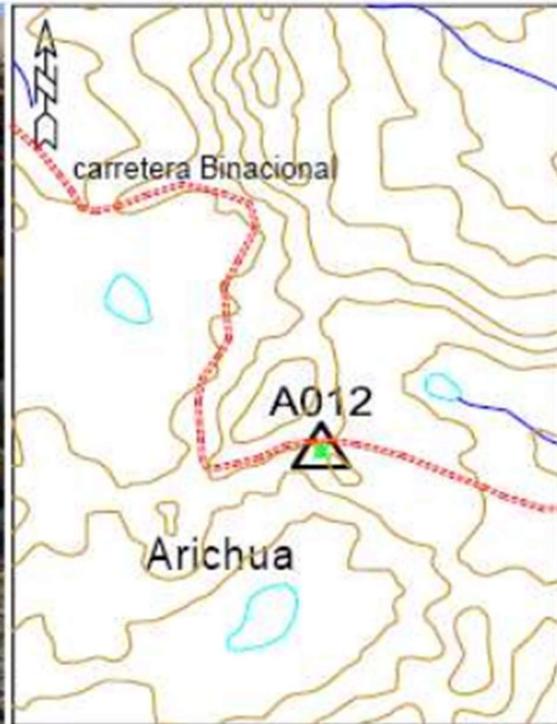
Condicion: En regular estado de conservacion

#### ITINERARIO:

Partiendo desde el ovalo de salida de moquegua, con direccion a torata en un vehiculo 4x4, se continua por la carretera Binacional hacia desaguadero, aproximadamente en el km 100 a 20 metros lado derecho de la carretera en el cerro Arichua se ubica la estacion.

Hoja Carta Nacional 34-u Escala: 1/100 000

#### CROQUIS TOPOGRAFICO



NOMBRE DEL PROYECTO:

**PROYECTO QUELLAVECO**

### FICHA DESCRIPTIVA

LOCALIDAD: <b>MOQUEGUA</b>	NOMBRE DE LA ESTACION <b>A013</b>		
PROVINCIA: <b>MARISCAL NIETO</b>	CARACTERISTICAS DE LA MARCA: <b>PERNO Ø 1" INCRUSTADO EN PIEDRA</b>		
DEPARTAMENTO: <b>MOQUEGUA</b>	ESTABLECIDA POR:	ORDEN: <b>A</b>	FECHA:
DATUM PROPORCIONADO POR: <b>FLUOR CHILE</b>	PROCESADO Y CERTIFICADO POR: <b>GEOTOPOMIN SAC</b>		FECHA: <b>21-04-2008</b>
COORDENADAS UTM WGS 84	NORTE (Y)	ESTE (X)	ALT. ELIPSOIDAL
	<b>8.151.386,7586</b>	<b>345.510,3312</b>	<b>4.428,2625</b>

#### DESCRIPCION :

Es un Hito de piedra irregular a una altura de 0.20 m. sobre el piso, y tiene un perno de fierro redondo Ø 1" con volanda de forma circular incrustado en el centro, con la nomenclatura A0013 en pintura blanca.

Condicion: En regular estado de conservacion

#### ITINERARIO:

Partiendo desde el ovalo de salida de Moquegua con direccion a torata en un vehiculo 4x4, se continua por la carretera Binacional y a la altura de la quebrada de Camilata aproximadamente en el km 73, hay un desvio hacia la izquierda a la ciudad de Puno, desde este cruce siguiendo por la trocha, a 29.0 km aproximadamente en los Bofedales de la Quebrada de Saltiajahuira, al costado derecho de la trocha a 150 metros se ubica la estacion.

Referencia: Hoja Carta Nacional 34-u Escala: 1/100 000



NOMBRE DEL PROYECTO:

**PROYECTO QUELLAVECO**

**FICHA DESCRIPTIVA**

LOCALIDAD: <b>MOQUEGUA</b>	NOMBRE DE LA ESTACION <b>A014</b>		
PROVINCIA: <b>MARISCAL NIETO</b>	CARACTERISTICAS DE LA MARCA: <b>PERNO Ø 1" INCRUSTADO EN PIEDRA</b>		
DEPARTAMENTO: <b>MOQUEGUA</b>	ESTABLECIDA POR:	ORDEN: <b>A</b>	FECHA:
DATUM PROPORCIONADO POR: <b>FLUOR CHILE</b>	PROCESADO Y CERTIFICADO POR: <b>GEOTOPOMIN SAC</b>		FECHA: <b>22-04-2008</b>
COORDENADAS UTM WGS 84	NORTE (Y)	ESTE (X)	ALT. ELIPSOIDAL
	<b>8.150.169,8850</b>	<b>355.446,7460</b>	<b>4.553,0137</b>

**DESCRIPCION :**

Es un Hito de piedra de forma irregular a 0.10 m. del piso, y tiene un perno de fierro redondo Ø 1" con volanda de forma circular incrustado en el centro, con la nomenclatura A0014 en pintura blanca.

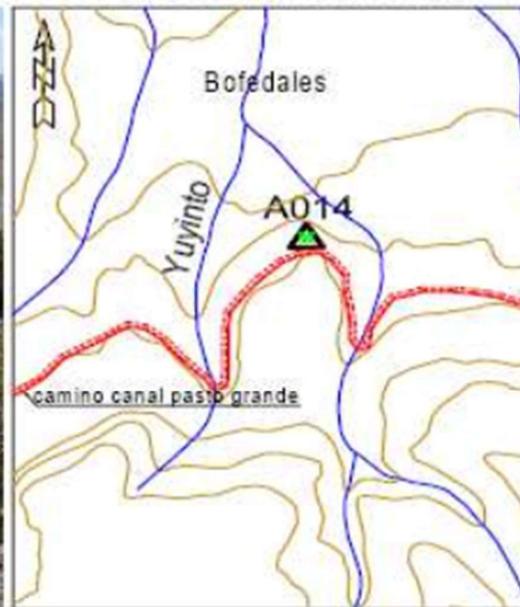
Condicion: En regular estado de conservacion

**ITINERARIO:**

Partiendo desde el ovalo de salida de Moquegua con direccion a torata en un vehiculo 4x4, se continua por la carretera Binacional y a la altura de la quebrada de Camilata aproximadamente en el km 73, hay un desvio hacia la izquierda a la ciudad de Puno, desde este cruce siguiendo por la trocha, a 2.8 km continuar por la derecha e ingresar al camino de mantenimiento del canal Pasto Grande, desde este punto recorrer aproximadamente 41 km. hasta llegar a los Bofedales de la Quebrada de Yuyinto, al costado izquierdo de la trocha a 15 metros se ubica la estacion.

Referencia: Hoja Carta Nacional 34-v Escala: 1/100 000

**CROQUIS TOPOGRAFICO**



NOMBRE DEL PROYECTO:

**PROYECTO QUELLAVECO**

### FICHA DESCRIPTIVA

LOCALIDAD: <b>MOQUEGUA</b>	NOMBRE DE LA ESTACION <b>A015</b>		
PROVINCIA: <b>MARISCAL NIETO</b>	CARACTERISTICAS DE LA MARCA: <b>PERNO Ø 1" INCRUSTADO EN PIEDRA</b>		
DEPARTAMENTO: <b>MOQUEGUA</b>	ESTABLECIDA POR:	ORDEN: <b>A</b>	FECHA:
DATUM PROPORCIONADO POR: <b>FLUOR CHILE</b>	PROCESADO Y CERTIFICADO POR: <b>GEOTOPOMIN SAC</b>		FECHA: <b>21-04-2008</b>
COORDENADAS UTM WGS 84	NORTE (Y)	ESTE (X)	ALT. ELIPSOIDAL
	<b>8.161.842,6297</b>	<b>349.442,6885</b>	<b>4.351,3749</b>

#### DESCRIPCION :

Es un Hito de piedra de forma irregular al ras de piso, y tiene un perno de fierro redondo Ø 1" con volanda de forma circular incrustado en el centro, con la nomenclatura A015 en pintura roja.

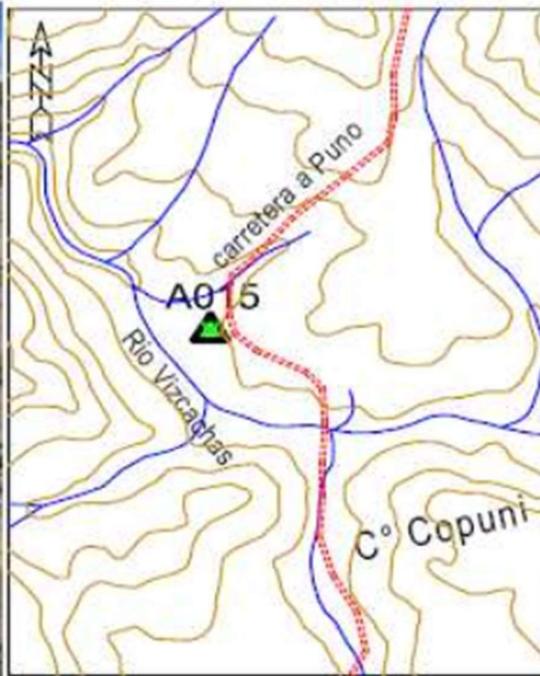
Condicion: En regular estado de conservacion

#### ITINERARIO:

Partiendo desde el ovalo de salida de Moquegua con direccion a torata en un vehiculo 4x4, se continua por la carretera Binacional y a la altura de la quebrada de Camilata aproximadamente en el km 73, hay un desvio hacia la izquierda a la ciudad de Puno, desde este cruce siguiendo por la trocha, a 41.0 km aproximadamente en la Quebrada del Rio Vizcachas, al costado izquierdo a 3 metros se ubica la estacion.

Referencia: Hoja Carta Nacional 34-v Escala: 1/100 000

#### CROQUIS TOPOGRAFICO



NOMBRE DEL PROYECTO:

**PROYECTO QUELLAVECO**

### FICHA DESCRIPTIVA

LOCALIDAD: <b>MOQUEGUA</b>	NOMBRE DE LA ESTACION <b>A016</b>		
PROVINCIA: <b>MARISCAL NIETO</b>	CARACTERISTICAS DE LA MARCA: <b>PERNO Ø 1" INCRUSTADO EN PIEDRA</b>		
DEPARTAMENTO: <b>MOQUEGUA</b>	ESTABLECIDA POR:	ORDEN: <b>A</b>	FECHA:
DATUM PROPORCIONADO POR: <b>FLUOR CHILE</b>	PROCESADO Y CERTIFICADO POR: <b>GEOTOPOMIN SAC</b>		FECHA: <b>21-04-2008</b>
COORDENADAS UTM WGS 84	NORTE (Y)	ESTE (X)	ALT. ELIPSOIDAL
	<b>8.167.702,0842</b>	<b>355.015,0409</b>	<b>4.584,4066</b>

**DESCRIPCION :**

Es un Hito de piedra de forma irregular a 0.40 m. del piso, y tiene un perno de fierro redondo Ø 1" con volanda de forma circular incrustado en el centro, con la nomenclatura A016 en pintura blanca.

Condicion: En regular estado de conservacion

**ITINERARIO:**

Partiendo desde el ovalo de salida de Moquegua con direccion a torata en un vehiculo 4x4, se continua por la carretera Binacional y a la altura de la quebrada de Camilata aproximadamente en el km 73, hay un desvio hacia la izquierda a la ciudad de Puno, desde este cruce siguiendo por la trocha, a 51.0 km aproximadamente en el cerro Monjoñani, a 2 m. lado derecho de la trocha se ubica la estacion.

Referencia: Hoja Carta Nacional 34-v Escala: 1/100 000

**CROQUIS TOPOGRAFICO**



NOMBRE DEL PROYECTO:

**PROYECTO QUELLAVECO**

### FICHA DESCRIPTIVA

LOCALIDAD: <b>MOQUEGUA</b>	NOMBRE DE LA ESTACION <b>LADERAS</b>		
PROVINCIA: <b>MARISCAL NIETO</b>	CARACTERISTICAS DE LA MARCA: <b>FIERRO CORRUGADO Ø 1/2"</b>		
DEPARTAMENTO: <b>MOQUEGUA</b>	ESTABLECIDA POR: <b>IAGS - IGN</b>	ORDEN: <b>A</b>	FECHA: <b>Ago-96</b>
DATUM PROPORCIONADO POR: <b>IGN</b>	VERIFICADO Y CERTIFICADO POR: <b>GEOTOPOMIN SAC</b>		FECHA: <b>15-04-2008</b>
COORDENADAS UTM WGS 84	NORTE (Y)	ESTE (X)	ALT. ELIPSOIDAL
	<b>8.070.280,6820</b>	<b>283.024,1620</b>	<b>1.448,2252</b>

#### DESCRIPCION :

Es un hito de concreto en forma de círculo irregular, con la nomenclatura: IGN LADERAS INADE MAR- 93

Condición: En regular estado de conservación diámetro 0.25m. a una altura de 0.05 m. del piso, tiene una varilla de fierro corrugado de Ø 1/2" anclado en la parte central a nivel de la base del hito

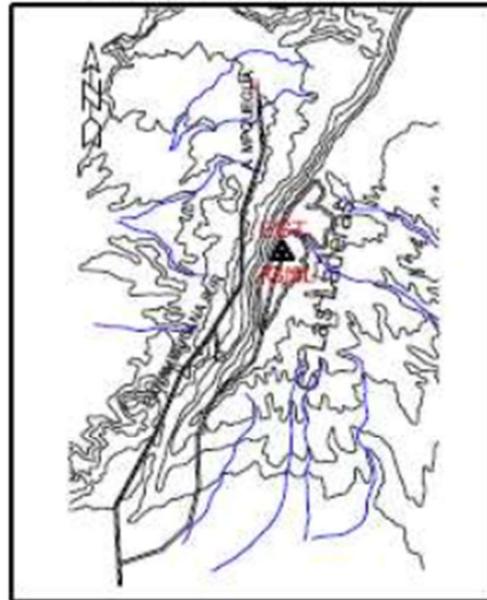
#### ITINERARIO:

Partiendo de Moquegua en un vehículo 4x4 por la panamericana sur se llega a un desvío lado izquierdo a la altura del km 1 174 se continúa hasta llegar a la parte alta del cerro Laderas donde se ubica la estación.

Referencia: Hoja Carta Nacional 35-t Escala: 1/100 000



CROQUIS TOPOGRAFICO



NOMBRE DEL PROYECTO:

**PROYECTO QUELLAVECO**

## Anexo 07: Extracto Manual de Carreteras del Ministerio de Obras Publicas de Chile Volumen 2 – Fuente la empresa.

VOLUMEN N° 2

Procedimientos de Estudios Viales

MANUAL DE CARRETERAS

2.301.4

Diciembre 2001

El procedimiento seleccionado consiste en:

i) Definir "Sistemas Locales Transversales de Mercator" (LTM) cuya cobertura se extiende sólo 1/2 grado a cada lado de un cierto meridiano central (Normalmente en los grados enteros o medios grados de las coordenadas geodésicas) (Ver 2.303.4 y Fig. 4 de la Lámina 2.303.2A). Allí se puede apreciar que para 1° (aprox 52,5 km a cada lado del meridiano central en el extremo norte de Chile), se tienen precisiones en el borde del huso del orden de 1:33.000, es decir superiores a las de un control secundario según se define en 2.307, y si la extensión utilizada no supera los 35 km a cada lado del meridiano central, las precisiones son del orden de 1:100.000, muy superior a la precisión de un orden de control primario. Con ello se solucionan los problemas de proyección que presenta el Sistema UTM.

Ahora bien, para proyectos de mucha longitud en sentido este-oeste, es posible que se deban definir dos y hasta tres husos de 1°, con sus respectivas fronteras, en las que existirán "ecuaciones de coordenadas" para puntos correspondientes.

ii) Definir "Planos Topográficos Locales" con los que se resuelve el problema de reducción de distancias que se deriva de la diferencia de cota de los distintos sectores de un proyecto. (Ver 2.302.302).

Es decir, para mantener una precisión planimétrica en términos de cálculo numérico de 1:40.000, que equivale a 25 mm por kilómetro, correspondiente a un orden de control primario, se requiere definir un plano de referencia altimétrica de cota tal, que las cotas extremas de terreno del sector asociado a dicho plano, difieran de éste como máximo en  $\pm 150$  m (Ver Fig. 2 de Lámina 2.302.301A). Ello es más que suficiente para cumplir con la precisión gráfica de un plano escala 1:1.000 en el que se debe poder discriminar hasta 1/3 de mm a la escala del plano, o sea 30 cm, e incluso para un 1:500 en que la exigencia es de 15 cm.

Del mismo modo si se exige una precisión de orden secundario, 1:20.000 ó 50 mm por kilómetro, las cotas extremas de terreno en el sector asociado al plano de referencia, no deberán diferir de la cota de éste en más de  $\pm 300$  m, cumpliendo también ampliamente con la precisión gráfica para 1:1.000 y 1:500.

En definitiva, lo anterior significa que altimétricamente se trabajará igual que se ha hecho hasta ahora, con cotas referidas al NMM, pero dejando constancia entre que kilómetros del proyecto la proyección está referida a tal o cual plano de referencia altimétrica. Para precisiones de 1:40.000 se definirán planos de referencia cada 300 m de variación de cota y para 1:20.000 cada 600 m.

Al actuar según lo expuesto en i) e ii) resulta indispensable entregar una completa memoria de referenciación del proyecto, e incluso un plano general que ilustre los LTM "Sistemas Locales Transversales de Mercator" empleados y los PTL "Planos Topográficos Locales" que corresponden a cada sector. Con ello siempre será posible, mediante ecuaciones de transformación, establecer las "ecuaciones de coordenadas" y de altura de proyección entre proyectos, que habiendo sido desarrollados a partir de distintos LTM y PTL, lleguen a cruzarse o empalmarse. De igual modo, también será posible volver a un Sistema UTM tradicional, si se desea incorporar los datos del proyecto al Sistema de Información Geográfica SIG que está desarrollando la Dirección de Vialidad, ello en tanto el SIG utilice escalas 1:25.000 o menores, en que la discriminación gráfica no permite detectar las discrepancias y preferentemente se empleen coordenadas geodésicas WGS-84.

En el Tópico 2.301.5 se presenta un ejemplo de Referenciación Geodésica de proyectos Viales, explicitando las diversas transformaciones y correcciones que se deberán considerar para las coordenadas geodésicas de una Figura Base GPS o una Línea Base GPS; sus distancias equivalentes sobre el terreno y el azimut de los elementos que las conforman, que son los únicos elementos que requieren este tratamiento.

### 2.301.4 REFERENCIACION PLANIMETRICA EN TERRENO MEDIANTE GPS

**2.301.401 Aspectos Generales.** A contar de la entrada en vigencia de esta versión actualizada del Volumen N° 2, los trabajos topográficos para el estudio de obras viales quedarán referidos a bases con coordenadas geodésicas (WGS-84), determinadas mediante GPS. Las características de dichas bases dependerán del Orden de Control del Sistema de Transporte de Coordenadas (STC) que se está implementando, cuyas características se definen cualitativamente en lo que sigue y cuantitativamente en 2.307.

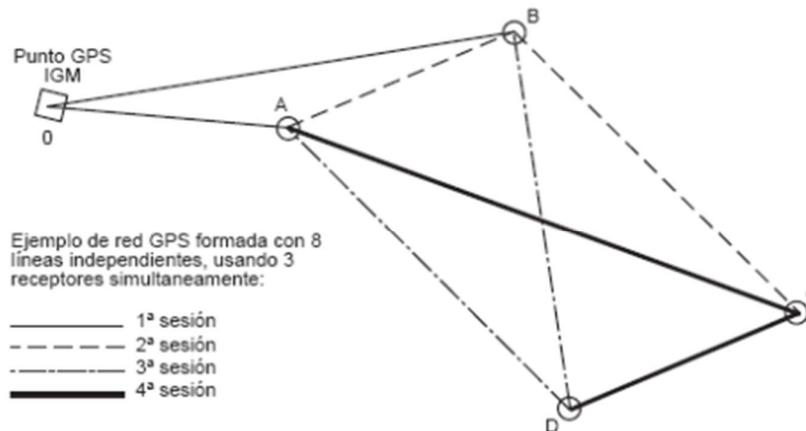
**2.301.402 Referenciación de un STC de Orden Primario.** El Orden de Control Primario con una precisión planimétrica de 1:40.000, se reservará para el desarrollo de proyectos viales que requieren de altas precisiones tanto en la etapa de los estudios como en la de replanteo, como son los túneles, los puentes de más 500 m de longitud, o aquellos que poseen una estructuración particularmente compleja, los estudios asociados a controles geotécnicos especiales, control de estructuras importantes y todos aquellos otros que se definan en los Términos de Referencia Específicos (TRE).

Por lo general estas obras no cubrirán extensiones superiores a 5 km, pudiendo en oportunidades extenderse hasta 10 km si se consideran sus accesos inmediatos.

La Base de Referenciación determinada con GPS deberá estar constituida por una Figura Base, figura geométrica con determinaciones redundantes que permitan su verificación, tal como un cuadrilátero y sus diagonales. Las determinaciones de cada uno de los elementos que forman parte de la figura se deberá hacer mediante mediciones independientes, y la verificación de la calidad del cierre se tratará mediante los métodos y principios que se indican en la Sección 2.309 TRILATERACIONES, Párrafo 2.309.403 "Cálculo y Compensación de un Cuadrilátero Aislado".

En lo que sigue se ilustra un ejemplo de un cuadrilátero indicando el número de sesiones de medición con GPS geodésico que se deben hacer, para ligarse a un Punto Geodésico GPS del IGM y determinar las coordenadas de los vértices mediante medidas independientes. (En la Lámina 2.005.3 A se ilustra un esquiso de Chile con indicación de la localización aproximada de los 231 Puntos Geodésicos GPS del IGM existentes a Diciembre de 1999).

Determinación de un Cuadrilátero Completo Mediante GPS



Para el caso en la ilustración anterior, se ha formado una red GPS compuesta por un cuadrilátero completo ligado en dos puntos a la Red GPS Geodésica del IGM, totalizando 8 bases GPS independientes. Considerando que el número de líneas determinadas independientemente (NL) en una sesión, respecto del número de receptores rastreando simultáneamente (NR), está dado por  $NL = NR - 1$ , se preparó la tabla que figura a continuación:

Nº de líneas por determinar	Nº de receptores	Nº de líneas independientes por sesión	Nº de receptores
8	2	1	8
8	3	2	4
8	4	3	3
8	5	4	2 ó 3

**2.301.403 Referenciación de un STC de Orden Secundario.** El Orden de Control Secundario con una precisión planimétrica de 1:20.000, se empleará en la referenciación de estudios de trazados de todo tipo de carreteras y caminos y de sus estructuras, siempre que éstas no correspondan al orden primario, y además para las intersecciones y enlaces, tanto en la etapa de levantamiento del terreno que dará origen a planos en escala 1:2.000, 1:1.000 ó 1:500 y la de replanteo de las obras.

Las Bases de Referenciación determinadas con GPS estarán constituidas en este caso por Líneas Base, ligadas a un Vértice Geodésico GPS del IGM, las que deberán tener una longitud mínima absoluta de 1.000 m, con vértices invisibles cuya diferencia de cota no genere un ángulo vertical mayor que 5°. Las coordenadas deberán determinarse con observaciones independientes (sobre la Línea), y su precisión deberá ser mayor o igual que 1:60.000, de modo que ante una determinación distanciométrica constituya un patrón de comparación.

En el Párrafo 2.312.302 "Determinación de Bases GPS para Proyectos Viales" se detalla el procedimiento que deberá emplearse.

Para estudios cuya extensión no supere los 5 km bastará con establecer una sola Línea Base, sobre la cual se podrá iniciar y cerrar una poligonal para el transporte de coordenadas.

Para estudios con longitudes sobre 5 km se materializarán y medirán Líneas Bases cada aproximadamente 10 km o fracción si es el caso, cuyas exigencias serán las mismas establecidas precedentemente. Si el proyecto consulta más de un Huso LTM, se deberá establecer una Línea Base a no más de 1,0 km de la frontera, en uno u otro Huso indistintamente.

Se podrán establecer Líneas Base de las mismas características a distancias menores que 10 km, si ello resulta conveniente por condiciones topográficas o de otra índole. Por otra parte, en terrenos especialmente favorables (sin vegetación, pendientes moderadas, etc.) que faciliten poligonales con lados de 2 ó 3 km, las Líneas Base se podrán espaciar hasta 15 km.

La existencia de Líneas Bases separadas un máximo de 15 km o menos, justifica la elección de un Orden de Control Secundario, con una precisión planimétrica de 1:20.000, para estudios de cualquier longitud ya que, cada Línea Base constituye un patrón de comparación (cierre) de orden superior, que prácticamente no está afectado por la distancia al origen, si se hacen las determinaciones GPS con los equipos y procedimientos adecuados. Es decir, grabación de fase portadora L1 para distancias hasta  $\pm 30$  km y grabación de fases portadoras L1 y L2 para distancias sobre 30km, empleando los procedimientos descritos en 2.312.302.

**2.301.404 Referenciación de un STC de Orden Terciario.** El Orden de Control Terciario con una precisión planimétrica de 1:15.000, está destinado a densificar un STC de orden secundario, es decir se deriva de él y se cierra contra él, por lo tanto la longitud del circuito no superará en estos casos los 3 a 4 km y no se requerirá un Línea Base determinada mediante GPS.

Si se establece un STC de orden terciario como sistema de control de un Levantamiento a Escala Intermedia, 1:5.000 ó 1:10.000, con el objeto de dar coordenadas y cotas a punto estereoscópicos de una restitución aerofotogramétrica a dichas escalas, la poligonal podrá tener una longitud total de hasta 15 km, ya sea que se trate de una poligonal cerrada contra si misma o cerrada contra otro STC de orden superior. De todos modos se deberá materializar al menos una Línea Base de las mismas características definidas en 2.301.403, localizada aproximadamente en el punto medio del estudio con el objeto de referenciar los trabajos topográficos encomendados.

**2.301.405 Monumentación de Figuras Base y Línea Base.** Los monumentos con que se materializarán en terreno los vértices de las Figuras Base y Línea Base, serán de Hormigón Grado H-20, construidos in situ, según lo definido en 2.307.3. Se excluyen aquéllos prefabricados que se ilustran en la Lámina 2.307.302(3)A.

**2.301.406 Verificaciones Obligatorias.** Ya sea que se trate de una Figura Base (Orden Primario) o de Líneas Base (Orden Secundario), antes de iniciar la materialización de la poligonal que se derivará y cerrará contra dichas bases, se procederá a medir distanciométricamente los elementos intervisibles de la figura y/o todas y cada una de las líneas base, a fin de verificar simultáneamente la calidad de la determinación mediante GPS y el estado del equipo distanciométrico.

La precisión del promedio de las determinaciones distanciométricas horizontalizadas, hechas en ambos sentidos, respecto del elemento determinado mediante GPS, que se considerará como medida patrón, deberá ser igual o mejor que 1:40.000. Si así no ocurriera, se verificará la instalación del distanciómetro y del prisma, en particular el aplome del bastón porta prisma y, si la situación no mejora, se deberá poner en duda el buen funcionamiento del distanciómetro, procediendo a medir con otro instrumento. Si el error o discrepancia se mantiene, se pondrá en duda la calidad de las determinaciones mediante GPS, debiendo repetirse las determinaciones GPS.

**2.301.407 Referencia Altimétrica.** Los estudios de carreteras y caminos estarán referidos al nivel medio del mar (NMM), para lo cual bastará con ligarse a un punto de nivelación (PN) de la Red Altimétrica materializada por el IGM. Si en la zona del estudio no existieran puntos de dicha red, la Dirección de Vialidad podrá autorizar se determine la cota de partida desde un sistema local, determinándola con GPS, la que deberá ser corregida mediante el modelo EGM-96 (Ver 2.312.7), en tanto no existan en el país métodos más precisos para corregir la cota. Las exigencias y tolerancias del transporte de la coordenada altimétrica se establecen en la Sección 2.307, según sean el orden de control asignado y la utilización que se le dará a la cota transportada (Red Altimétrica Básica y Redes Auxiliares).

#### 2.301.5 EJEMPLO DE REFERENCIACION GEODESICA DE PROYECTOS VIALES

Considerando datos representativos pertenecientes a un tramo proyectado entre La Negra y Estación Varillas, en la II Región, se ilustrará un ejemplo de referenciación geodésica empleando Husos LTM y Planos PTL. Este tramo cubre una distancia aproximada de 140 km en sentido Oeste-Este y alturas que van desde los 400 m hasta los 3.100 m sobre el NMM. Ver Lámina 2.301.5 A. De acuerdo con lo establecido en 2.301.403, al proyecto le corresponde un Orden de Control Planimétrico Secundario y una Poligonal como método de Transporte de Coordenadas, cuyas tolerancias son: Angular  $20'' \sqrt{N}$ ; Posición 1:20.000, según lo establecido en la Lámina 2.307.203 B.

**SECCION 2.312 TRANSPORTE DE COORDENADAS MEDIANTE GPS****2.312.1 ASPECTOS GENERALES**

En esta Sección se tratan las determinaciones GPS destinadas a referenciar un Sistema de Transporte de Coordenadas para proyectos viales. Las determinaciones deberán ser de orden geodésico, en consecuencia se deberán observar las fases portadoras.

**2.312.2 COMPATIBILIDAD Y LIMITACIONES**

**2.312.201 Formato Rinex.** El formato RINEX (Receiver Independent Exchange Format) fue desarrollado para permitir el intercambio de observaciones GPS independientes de marca y tipo de receptores. La Asociación Internacional de Geodesia (IAG) oficializó este formato y hoy día todos los productores de receptores GPS ofrecen programas convertidores para sus propios formatos binarios al formato RINEX. También muchos softwares de procesamiento aceptan RINEX para el ingreso de datos GPS.

RINEX considera diferentes archivos para:

- Datos de observaciones GPS
- Informaciones de navegación de los satélites
- Datos meteorológicos

Detalles específicos sobre el formato RINEX pueden ser obtenidos a través de internet, por ejemplo en <http://www.eng.auburn.edu/~yoonseo/gpswww/documents/rinex2.txt>.

**2.312.202 Receptores GPS.** La refracción ionosférica (ver Tópico 2.304.4) limita a los receptores de una frecuencia a la observación de líneas o vectores de hasta alrededor de 30 km (con datos de calidad y en cantidad suficiente), para mantener la precisión nominal de aproximadamente 1 ppm (parte por millón) de la longitud del vector. El transporte de coordenadas a distancias mayores requiere receptores de dos frecuencias. Un hecho importante es que, debido a que la frecuencia L2 es más ruidosa que L1, para líneas cortas (menores que 10 km) se recomienda usar medidas en una sola frecuencia (L1), generalmente la solución con solo L1 es más consistente que con ambas frecuencias.

**2.312.3 PROCEDIMIENTOS PARA EL TRANSPORTE DE COORDENADAS MEDIANTE GPS**

**2.312.301 Conceptos Básicos.** En posicionamiento relativo de alta precisión, la posición de un punto se calcula en relación a otro con coordenadas fijas en WGS-84. Se determinan las componentes relativas  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Z$  del vector que, sumadas a las coordenadas fijas del punto base, proporcionan las coordenadas deseadas, ver figura 5 de la Lámina 2.304.202A.

Se denomina sesión de rastreo, al intervalo de tiempo en que dos o más receptores graban datos simultáneamente en modo estático, con objeto de hacer un transporte de coordenadas.

Líneas o vectores independientes. Para cada sesión de rastreo habrá un número ( $N_b$ ) de líneas independientes igual a:

$$N_b = N_r - 1 \quad ; \quad N_r = \text{número de receptores}$$

Independiente del número de receptores rastreando simultáneamente en una misma sesión, no se formarán figuras cerradas que permitan el control de una red; deberá por lo tanto haber medidas superabundantes, de forma análoga a una red de triangulación. Para posibilitar el control (ajuste) de figuras medidas con GPS, éstas se deben formar con observaciones de más de una sesión. Por ejemplo, en el caso de 3 receptores instalados simultáneamente en los puntos A, B y C, Figura 1 de la Lámina 2.312.301A, forman el triángulo ABC, si bien es posible procesar las líneas AB, AC y BC, una de ellas es combinación (dependiente) de las otras dos, por el hecho de provenir del mismo conjunto de observaciones. En este caso existen sólo dos líneas independientes, por lo tanto no se forma una figura cerrada. En el ejemplo, para permitir algún control de cierre de la figura y posterior ajuste, se debe rastrear en otra sesión, una de las líneas de la figura ABC. Para la misma figura, se puede obtener una figura cerrada a partir de 3 sesiones usando solo 2 receptores.

**2.312.302 Determinación de Bases GPS Para Proyectos Viales.** Cuando se requieran determinaciones de precisión en métodos GPS geodésicos, el transporte de coordenadas debe realizarse mediante observación directa sobre la línea en que se desea alta precisión relativa; dicho de otro modo, las coordenadas relativas entre dos puntos GPS obedecen a las leyes de propagación de errores de la misma forma que en geodesia y topografía convencional. En el ejemplo de la Figura 2 de la Lámina 2.312.301A, el primer caso representa una determinación indirecta entre los puntos B y C, de más baja

<p><b>MANUAL DE CARRETERAS</b> VOL. N° 2</p>	<p><b>ILUSTRACION GRAFICA DE CONCEPTOS Y PROCEDIMIENTOS DE TRANSPORTE DE COORDENADAS</b></p>	<p>2.312.301 A Diciembre 2001</p>
--	--	---------------------------------------

**Figura 1 - Sesiones de Rastreo**

**Figura 2 - Avance de figuras GPS**

**Figura 3 - Superficies de Referencia**

**Figura 4 - Perfil de Ondulaciones sentido Oeste - Este**

precisión que el segundo caso, donde existe una determinación directa de coordenadas relativas entre B y C. Esta regla adquiere especial significado al implantarse Bases GPS con vértices cercanos e invisibles, que serán empleados como lados de inicio y/o cierre para STC mediante poligonales.

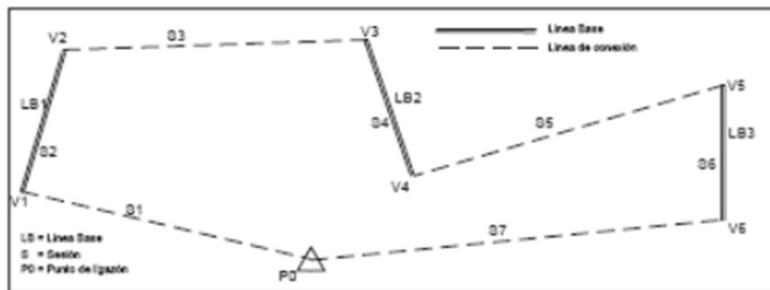
Según lo establecido en 2.301.403, al transporte de coordenadas planimétricas de los proyectos viales en general, les corresponde un Orden de Control Secundario, debiendo establecerse para ello Líneas Base determinadas mediante GPS, las que en general estarán distanciadas del orden de 10 km entre sí (ver Lámina 2.307.202A). Los puntos que definen los extremos de cada Línea Base deben ser intervisibles y la proyección horizontal de la distancia entre ellos será mayor o igual que 1.000 m. La densificación del STC entre Líneas Base se podrá ejecutar mediante Poligonales Secundarias que inicien en una Línea Base y cierren contra la siguiente.

La medición del conjunto de Líneas Base deberá responder a los mismos criterios de una poligonal cerrada o controlada, de modo que sea posible determinar la calidad del cierre y, si cumple en tolerancia, proceder al ajuste correspondiente; consecuentemente, se deberá medir sobre cada Línea Base y entre cada una de ellas. Además se debe realizar una ligazón redundante de la figura GPS a puntos Geodésicos GPS del IGM que serán empleados como referencia.

No se aceptará el procedimiento de medición por radiación, esto es, manteniendo un instrumento fijo y determinando puntos GPS radiados, lo que imposibilita evaluar la calidad de cierre.

En lo que sigue se ilustra un procedimiento correcto mediante un ejemplo de 3 Líneas Base medidas con 2 y 3 receptores.

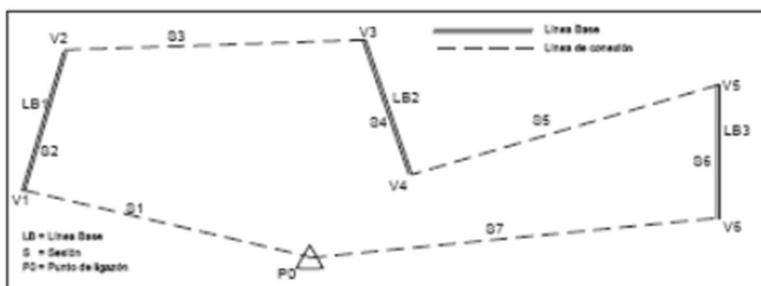
a) **Caso 1, Empleando 2 Receptores.** En cada sesión de rastreo se podrá determinar solo una base GPS, sea esta Línea Base o de conexión, que equivale a determinar las coordenadas de un vértice de cada Línea Base. Se requiere además, una sesión adicional para cerrar la figura, de esa forma serán necesarias 7 sesiones.



Los receptores, representados por R1 y R2, deben trasladarse ocupando todos los vértices GPS de acuerdo al siguiente esquema:

Línea GPS Determinada	Sesión	Posición de receptores	
		R1	R2
P0 - V1	S1	P0	V1
V1 - V2	S2	V2	V3
V2 - V3	S3	V4	
V3 - V4	S4		V6
V4 - V5	S5	V6	
V5 - V6	S6		
V6 - P0	S7		

b) **Caso 2, Empleando 3 Receptores.** En cada sesión de rastreo se podrán determinar dos bases GPS, sean éstas una Línea Base y una base de conexión, o bien dos del mismo tipo, que equivale a determinar las coordenadas de dos vértices. Se requiere además, una sesión adicional para cerrar la figura, de esa forma serán necesarias 4 sesiones.



Los receptores, representados por R1, R2 y R3, deben trasladarse ocupando todos los vértices GPS de acuerdo al siguiente esquema:

Líneas GPS Determinadas	Sesión	Posición de receptores		
		R1	R2	R3
P0 - V1 - V2	S1	P0	V1	
V2 - V3 - V4	S2		V3	V2
V4 - V5 - V6	S3	V4	V5	
V6 - P0	S4		P0	V6

Es evidente que dependiendo de la logística, entre ello: el número de vehículos y la accesibilidad a los puntos, es posible diseñar diferentes secuencias de traslado de los receptores, siempre respetando los criterios establecidos precedentemente: Todos los puntos GPS deben ser parte de líneas medidas que definan una figura cerrada.

El número mínimo de sesiones para formar una figura cerrada puede ser calculado a partir del número de vértices por ser medidos y del número de receptores disponibles, de acuerdo a la siguiente relación:

$$N^{\circ} \text{ de sesiones} = [N^{\circ} \text{ de vértices} / (N^{\circ} \text{ de receptores} - 1)] + 1 \quad (\text{aproximado al entero inferior si el resultado presenta decimales})$$

**2.312.303 Azimut de una Línea Base.** La medición de una Línea Base mediante fase portadora (L1 o L1/L2) permite una determinación precisa del azimut geodésico de la línea, aunque ella no esté ligada a un punto fijo de coordenadas conocidas. Existirá, en este caso, un error en posición (traslación paralela) por no contarse con el apoyo que provee el punto fijo, el que estará en un orden de  $\pm 20$  m. Lo anterior significa que la precisión de la determinación azimutal de una Línea Base es independiente de la ligazón a un punto de referencia con coordenadas conocidas.

### 2.312.4 PRECISION

La precisión esperada en el posicionamiento estático con la fase portadora es del orden de 0,5 a 1cm + 1 a 2 ppm (cuando se solucionan las ambigüedades enteras, solución FIJA o FIX). Existen en el mercado programas comerciales, en que el procesamiento con la portadora L1 está limitada a la solución FLOTANTE o FLOAT (llamada usualmente solución «decimétrica»), por lo tanto no alcanzando la precisión requerida de la observable, aunque los datos pueden ser procesados, eventualmente, hasta la solución FIJA.

En la fase de ajuste de líneas procesadas pertenecientes a una red GPS, los datos de entrada son las componentes  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Z$ , de cada base independiente. El proceso de ajuste utiliza modelos matemáticos (Método de Mínimos Cuadrados), que distribuye los errores de acuerdo a principios estadísticos; el resultado final serán coordenadas ajustadas para cada estación y las estimativas estadísticas de precisión, por ejemplo, desviación estándar. La optimización de una red GPS mediante el proceso de ajuste no mejora la calidad de las coordenadas, pero sí da consistencia a la red como un todo, asignando valores únicos a las coordenadas finales, independiente del camino que se utilice para calcularlas, además, entrega antecedentes de precisión de la figura y de las observaciones. En resumen, el ajuste aporta información numérica que permite calificar las observaciones y resultados de una red o figura geodésica.

Se debe destacar que no obstante se cumpla con todos los criterios antes señalados, si la operación en terreno es poco cuidadosa: mal centrado del instrumento sobre la señal, medición bajo condiciones inaceptables de PDOP (2.304.404), multirayectoria de señales (2.304.405), entre las más frecuentes, el resultado será deficiente a pesar de las altas precisiones intrínsecas asociadas a las determinaciones geodésicas efectuadas mediante instrumental GPS. Se

reitera además la obligación de medir con precisión y registrar la altura de antena en todas las determinaciones que se efectúen.

### 2.312.5 METODOS ESTATICOS

El transporte de coordenadas se realiza, normalmente, rastreando estaciones por períodos que pueden variar desde decenas de minutos hasta varias horas, permaneciendo los receptores estáticos durante ese período. La duración de la sesión es relativamente larga en el método estático, con el objeto de solucionar las ambigüedades en un proceso de ajuste de las observaciones.

De la calidad y cantidad de las observaciones: respecto a la cantidad, después de un cierto período de grabación de datos, la precisión se estabiliza y desde ese punto en adelante las observaciones adicionales solo aportan a la confiabilidad de la solución; respecto a la calidad, ésta depende básicamente del equipamiento utilizado y el PDOP, a no ser que existan obstrucciones a la señal o perturbaciones externas. Tal como en topografía tradicional, se deberá contar con Trípodes provistos de Base Centradora en perfecto estado de operación.

La evolución tecnológica incorporada a los equipos GPS, ha permitido reducir la cantidad de datos para obtener la solución FIX y, consecuentemente, el tiempo de ocupación en modo estático, surgiendo más recientemente el método "estático rápido", este es esencialmente igual al estático, pero requiere menor tiempo de ocupación. También existe el método llamado "seudo estático", en que el receptor móvil o itinerante ocupa y observa en el mismo punto dos sesiones cortas (2 a 5 minutos), en períodos separados en aproximadamente 1 hora, se aprovecha en este modo el cambio de posición de la constelación; este método fue superado por el estático rápido.

Se han publicado valores empíricos que relacionan el tiempo de observación, en modo estático, al largo de la línea base; dependiendo de la generación de los equipos y programas los valores cambian. Considerando la media de receptores disponibles en el mercado, se puede tomar como aproximación los valores de la siguiente tabla:

TABLA 2.312.5A

	L1	L1/L2
Dist < 10 km	30 min	20 min
10 km < dist < 30 km	1 h	40 min
30 km < dist < 60 km	-	1 h
60 km < dist < 100 km	-	1,5 h
100 km < dist < 200 km	-	2 h
Dist > 200 km	-	> 3 h

Los valores de tiempo de observación indicados son a título informativo, pueden ser menores, en caso de receptores de última generación tecnológica o en combinación con GLONASS, y mayores en el caso de receptores más antiguos, influyendo también al grado de perturbación imperante en la tropósfera y la inósfera (Ver 2.304.4), el grado de "encajonamiento" del área en que se está midiendo, situación frecuente en los cajones cordilleranos por los que se desarrollan los trazados viales, etc.

### 2.312.6 METODO DINAMICO

El método dinámico corresponde a aquellas situaciones, en que el equipo móvil se desplaza entre los puntos de interés, registrando en forma continua las señales satelitales. Se reservará en este Capítulo el término «cinemático» para aquellas determinaciones efectuadas con equipo geodésicos con capacidad de medir fases.

Este procedimiento puede ser empleado para Transporte de Coordenadas de Orden Terciario si se opera mediante fases portadoras. Para fines de este Manual el uso del método se asocia a los levantamientos rápidos de puntos discretos y al levantamiento de ejes, como por ejemplo, relevamiento de la geometría de un camino existente, tanto en planta como en alzado (Ver 2.313.404). El relevamiento en alzado no representará la cota referida al NMM; pero si dará, con buena aproximación, información respecto de las pendientes, curvas verticales, etc., y en la medida que se conozca la corrección de cotas elipsoidicas a geoidales, se podrá tener una altimetría corregida más representativa de cotas referidas al NMM.

El método cinemático con observación de las portadoras requiere de una etapa de inicialización, con el objeto de resolver las ambigüedades enteras (N). La inicialización puede realizarse mediante varios procedimientos, siendo tres los principales:

Ocupación de una base conocida. Conocidas las coordenadas de la estación base y ocupada otra estación cercana (hasta aproximadamente 10 km), las componentes relativas entre estaciones (dX, dY y dZ) también serán conocidas

y se usarán como datos de inicialización, proceso que demora algunos segundos;

Cálculo de una base. En caso de no existir una base conocida se ocupa una estación cercana (hasta aproximadamente 10 km) y se acumulan datos en el receptor móvil, para el cálculo de dX, dY y dZ, todo el proceso puede demorar entre 5 y 20 minutos;

Inicialización en movimiento. Este procedimiento conocido como OTF (On The Fly) es el más moderno y ágil, se usa también en solución pos procesada. Permite, sin ocupar una estación conocida y en movimiento, determinar las ambigüedades en un lapso en torno de 1 minuto o menos. Con receptores de generación moderna, la inicialización OTF es posible con receptores de una sola frecuencia (L1), aunque los de doble frecuencia (L1 y L2) tienen la ventaja de conseguir la solución de forma más rápida y consistente.

Dos son las clases de modos cinemáticos: «stop&go» (pare y ande) en que se asignan coordenadas a puntos ocupados durante pocos segundos, y cinemático «continuo» para dar coordenadas al itinerario de la antena en movimiento. En el Tópico 2.313.4 se entregan detalles de este método.

### 2.312.7 ALTIMETRIA

La altura geométrica o elipsoidica es un concepto puramente analítico y tiene uso práctico en posicionamiento por GPS, no así la altura ortométrica o altitud, que es la coordenada vertical respecto del geoide, superficie ondulada que coincide aproximadamente con el Nivel Medio del Mar - NMM. En cualquier método GPS relativo, el transporte de coordenadas se realiza a partir del elipsoide del sistema WGS-84 y los valores finales de coordenadas, pos procesamiento o ajuste, se transforman respecto al datum o sistema de coordenadas de interés del usuario, por lo tanto la componente altimétrica continuará siendo geométrica (respecto al elipsoide).

Para compatibilizar alturas elipsoidicas con las ortométricas se debe recurrir a valores de «ondulación geoidal» (N) que relacione el geoide a la superficie elipsoidica; debido a que estas dos superficies rigurosamente no son paralelas, el valor de N varía punto a punto y debe ser conocido en cada estación GPS que sea parte en el transporte. Tomando como ejemplo la Figura 3 de la Lámina 2.312.301A, la diferencia de nivel respecto al geoide entre los puntos A y B esta dada por:

$$\Delta H = H_B - H_A$$

siendo:

$$H_A = h_A - N_A \text{ y } H_B = h_B - N_B$$

resulta

$$\Delta H = (h_B - N_B) - (h_A - N_A) = h_B - h_A - (N_B - N_A)$$

$$\Delta H = \Delta h - \Delta N$$

Finalmente,

$$H_B = H_A + \Delta h - \Delta N$$

con:

$H_A$  : altura de A respecto al geoide ~ NMM

$\Delta h$  : desnivel entre A y B respecto al elipsoide (obtenido con GPS)

$\Delta N$  : diferencia de ondulación geoidal entre A y B (obtenido de un modelo geoidal)

Diversos criterios se pueden adoptar para realizar la reducción al geoide:

1. Aceptar que el área del levantamiento es suficientemente pequeña y que la tolerancia del levantamiento sea mayor que los errores. En este caso el geoide puede ser considerado plano y paralelo al elipsoide. Luego se está omitiendo la ondulación del geoide en extensiones de pocos kilómetros (dependiendo de la ubicación geográfica, esta extensión puede variar entre 0 y 3 kilómetros). Obviamente, se deberá determinar el valor de N para al menos uno de los puntos GPS, comparando la cota nivelada de dicho punto con la Cota GPS de él y aplicar esa corrección a todos los demás puntos GPS del área.
2. Aceptar que el geoide es plano y no paralelo al elipsoide. Este caso es más preciso que el anterior y se puede determinar con la ocupación de un mínimo de 3 puntos GPS con altura ortométrica conocida en la periferia del área considerada, las diferencias entre las alturas elipsoidicas y ortométricas en esos puntos determinan un plano considerado como un geoide local plano. Las reducciones a ese plano se aplican proporcionalmente de acuerdo a la posición de cada punto GPS restante.
3. Uso directo de un modelo. De los modelos hoy disponibles, por ejemplo el EGM98, se pueden extraer en forma automática valores de N para puntos con coordenadas determinadas, de esa manera basta aplicar los valores extraídos

a cada punto del levantamiento. Se debe prestar atención al valor usado en la estación GPS base al reducir la altura al elipsoide, antes del procesamiento; este debe ser el mismo usado en la fase posterior al procesamiento, al momento de aplicar los diversos valores a todos los restantes puntos.

4. Determinación de un geode local. Igualmente como en el caso 2, pero con un mayor número de puntos GPS uniformemente distribuidos con altura elipsoidal y ortométrica conocidas. En este caso se puede generar una superficie tridimensional que refleje más fielmente el comportamiento del geode en la región por ser levantada. En este sentido el IGM inició el año 2000 la recuperación de la red de Nivelación Geodésica, con corrección gravimétrica. Esto implica el establecimiento de alturas ortométricas en los Pilares de Nivelación, motivo por el cual es fundamental proteger y mantener estos pilares en el tiempo.

La Figura 4 de la Lámina 2.312.301A muestra un perfil esquemático de la zona central de Chile, con ejemplos de ondulaciones geoidales extraídas del modelo EGM96, en él se nota claramente la falta de paralelismo entre las superficies elipsoidal y geoidal.

El EGM-96 es de uso público y está a disposición un programa de extracción automática de ondulaciones, con su respectivo banco de datos, en la página internet de la NASA: <http://cddisa.gsfc.nasa.gov/026/egm96/egm96.html> o en: <http://164.214.2.59/GandG/wgs-84/egm96.html>. Aún así, los usuarios deben estar atentos a nuevos modelos globales, continentales o regionales mejor adaptados a nuestro país.

Se destaca que el Modelo EGM-96, si bien corrige en algún grado la determinación altimétrica hecha con GPS, por tratarse de un modelo global (mundial), no posee una discriminación suficiente como para corregir la totalidad de la discrepancia. A la fecha de edición de la presente versión de este Volumen N° 2 del Manual de Carreteras, se espera disponer de los resultados de un Proyecto de Innovación Tecnológica, auspiciado por el MOP, referente a estudios que indiquen la bondad del modelo para el territorio chileno, denominado Procedimientos para Mejorar la Precisión en las Determinaciones Altimétricas Mediante GPS en Chile, desarrollado por Len/Aerotop/Lange/Zepeda.

Una regla válida para cualquier caso de posicionamiento GPS es: el error de la altura elipsoidal determinada es aproximadamente el doble del error planimétrico. La precisión final de la altura ortométrica transportada, depende de la precisión anteriormente citada y de la precisión en la reducción de la altura elipsoidal al geode, siendo este último, por lo general, mucho mayor que el primero.

## 2.312.8 REDES ACTIVAS

El concepto de red activa se refiere a la observación permanente en las principales estaciones fijas pertenecientes a una red geodésica de precisión científica, con un receptor GPS de alto desempeño, rastreando la constelación durante las 24 horas del día. Los datos se almacenan continuamente y los maneja un organismo oficial. Principalmente estas redes tienen carácter científico en redes globales, geodinámica de la Tierra y cálculo de parámetros orbitales. Diversos países e instituciones internacionales han implantado esta clase de redes con la intención de colocar a disposición de sus usuarios GPS los datos disponibles de estaciones específicas. Los receptores GPS de las redes activas son de tecnología avanzada, graban todos los datos posibles en las dos frecuencias y pueden servir de base a trabajos geodésicos estáticos de alta precisión y DGPS pos procesado. El uso de datos de redes activas tiene las siguientes ventajas:

- Economía de un receptor GPS en la estación base que se usaría de referencia.
- Seguridad de no errar en la ocupación.
- Disponibilidad de coordenadas de alta precisión y exactitud como referencia.

En Chile el IGM y algunas Universidades poseen estaciones fijas activas instaladas en el territorio nacional y es posible que, en un futuro cercano, la información que ellas recogen puedan estar habilitada al uso público (Ver página web: <http://www.igm.cl>).

## 2.312.9 ASPECTOS NORMATIVOS

**2.312.901 Formato de Entrega de Datos.** A fin de posibilitar la verificación de procesamiento de los datos brutos, se debe entregar copia de estos datos en formato RINEX, identificados claramente según la ocupación. Estos archivos deben incluir en su encabezado interno las siguientes informaciones: identificación de la(s) estación(es), altura de antena y, para la estación base, las coordenadas fijas iniciales.

**2.312.902 Coordenadas de Partida.** Las coordenadas iniciales de la estación fija (Punto GPS Geodésico del IGM), se ingresan al procesamiento como coordenadas en el sistema WGS-84. En caso que las coordenadas originales no sean en el sistema WGS-84, se debe justificar la situación e indicar los parámetros usados para la transformación entre los sistemas geodésicos, así como la fuente de esos valores. A partir de la fecha de Edición de este Volumen no deberán emplearse datos correspondientes a la Red de Triangulación Geodésica (Terrestre) del IGM, en tanto dicho Instituto no vuelva a dar coordenadas a los vértices de esa Red mediante GPS.

## SECCION 2.309 TRILATERACIONES

### 2.309.1 ASPECTOS GENERALES

**2.309.101 Objetivos y Alcances.** La trilateración considerada en este Volumen del Manual es la de máxima precisión, Primer Orden, pues en los demás casos hay métodos más rápidos y económicos. Constituye un método alternativo para el transporte de coordenadas que sólo vino a ser considerado seriamente cuando aparecieron en el mercado los distanciómetros capaces de medir grandes longitudes con alta precisión.

Los vértices de una trilateración se pueden establecer de manera que su proyección sobre un plano forme un cuadrilátero, una sucesión de cuadriláteros o cualquier otra figura geométrica con suficientes lados por medir, como para tener comprobación de los resultados. La figura resultante será la que más convenga para el transporte de coordenadas como base de los trabajos topográficos que corresponderá realizar. Ver Lámina 2.309.101 A.

Quando se realicen estos trabajos, el Consultor presentará a la Inspección un esquema de la trilateración, con información suficiente sobre los lugares en que se ubicarán los vértices y, con mayor razón, los puntos obligados de esta red básica del levantamiento, incluyendo la ligazón necesaria para definir el sistema único de coordenadas.

**2.309.102 Oportunidad de Uso de la Trilateración.** Resultará conveniente establecer una trilateración como red básica de transporte de coordenadas, cuando el terreno presente puntos altos o de buena visibilidad distribuidos de tal manera que permitan establecer vértices formando cuadriláteros u otras figuras planas compuestas por triángulos y diagonales de comprobación, cuya longitud de lado esté dentro de los órdenes recomendados. Debe evitarse que las visuales estén expuestas a reflexiones en superficies tales como espejos de aguas si se está usando instrumental electro óptico, o a interferencias causadas por campos magnéticos intensos al usar instrumentos electro magnéticos, que pueden, eventualmente, inducir recorridos zigzagueantes que se traducen, obviamente, en una determinación errónea de la distancia.

Su empleo es útil en aquellos casos en que se necesita mayor confianza en cuanto a la verificación del trabajo topográfico y la trilateración presenta cierre verificatorio a través de la medición de la diagonal de un conjunto de triángulos. El método de verificación de cierre de un cuadrilátero expuesto aquí para las Trilateraciones, podrá emplearse también para verificar las Figuras Base determinadas mediante GPS geodésico.

### 2.309.2 CONDICIONES BASICAS DE UNA TRILATERACION

**2.309.201 Aspectos Generales.** El éxito de un trabajo de trilateración depende, en buena medida, de su planificación previa. Los principales factores por considerar se establecen en los párrafos siguientes.

**2.309.202 Ubicación Recomendable de los Vértices y Formas más Convenientes de la Trilateración.** Los vértices de una trilateración deberán ser ubicados de forma tal, que la figura resulte completamente comprobada, es decir, no debe quedar ningún tramo de ella sin medidas que, independientemente, comprueben el resultado del trabajo.

En general la figura más fácil de tratar es un cuadrilátero o una sucesión de cuadriláteros, y para dichas figuras se desarrolla el método de este Capítulo. Cualquiera otra figura que se forme obligará a deducir métodos de compensación distintos a los que aquí se proponen.

**2.309.203 Número de Triángulos.** Si la longitud de los lados está comprendida entre las magnitudes permitidas y se garantiza la precisión en la medición de cada uno de ellos, no hay razón valedera para limitar el número de triángulos, lados o cuadriláteros que compongan una trilateración.

**2.309.204 Verificación de Visuales.** Antes de monumentar los vértices de la trilateración será necesario revisar la perfecta intervisibilidad entre ellos, evitando que las visuales sean próximas al suelo en parte importante de su trayecto.

**2.309.205 Informe y Discusión de la Trilateración Propuesta.** Una vez terminada la programación de una trilateración, el Consultor presentará a la Inspección un informe en que analizará los motivos que lo llevan a ubicar los vértices en los lugares que propone. También incluirá los cálculos y resultados de los análisis de precisión y exactitud de la medida de los lados que va a efectuar.

**2.309.206 Materialización de los Vértices.** Antes de efectuar cualquiera medición, los vértices de la trilateración deben estar perfectamente materializados, según se indica en 2.307.3.

### 2.309.3 EXIGENCIA DE LAS TRILATERACIONES

**2.309.301 Objetivos y Alcances.** Las trilateraciones consideradas en esta versión del Manual son las de máxima precisión, pues en los demás casos hay métodos más rápidos y económicos para lograr los mismos objetivos.

Las exigencias a que deben someterse las trilateraciones en cuanto a: monumentación, instrumental por usar y tolerancias admisibles, se detallan en los párrafos siguientes:

**2.309.302 Monumentación.** Las exigencias en cuanto a monumentación corresponden a aquéllas especificadas en 2.307.3.

**2.309.303 Instrumental.** Para la medida de distancias se usará distanciómetro cuyo error no exceda la relación:  $E_{m\acute{a}x.} = 3 \text{ mm} + 3 \text{ K (mm)}$ , en que K es la distancia que se mide, expresada en kilómetros. El alcance debe ser a lo menos de 2 kilómetros, o mayor si la planificación del trabajo consulta lados de longitudes superiores a 2 km.

**2.309.304 Tolerancias Admisibles.**

**2.309.304(1) Aspectos Generales.** Las tolerancias admisibles en las trilateraciones primarias son las siguientes:

**2.309.304(2) Distancia entre Vértices.** La longitud de los lados puede estar comprendida entre 1.000 y 4.000 m. En casos especiales, impuestos por las características del relieve, se podrá rebajar el mínimo a 500 m y aumentar el máximo a 6.000 m, pero siempre que se cumpla con todas las exigencias de precisión antes señaladas (Ver Lámina 2.307.203A). Cabe recordar que lados menores a 1.000 m, tenderán a introducir errores azimutales en el avance de la figura.

**2.309.304(3) Desnivel entre Vértices.** Se recomienda que todos los vértices de una trilateración primaria se encuentren en el mismo plano horizontal, con una tolerancia de 5 grados centesimales en vertical.

Cuando las dificultades de terreno lo justifiquen, el Consultor podrá proponer a la Inspección desniveles más pronunciados.

**2.309.304(4) Método de Medida de las Distancias.** Los lados de la trilateración se medirán a lo menos 5 veces con distanciómetros autorizados por la Dirección de Vialidad; se corregirán los errores sistemáticos y se calculará el valor más probable o promedio.

**2.309.304(5) Tolerancia en la Medida de las Distancias.** El error probable del promedio de las medidas de un lado no debe exceder de 1:40.000 de la longitud del lado.

**2.309.304(6) Tolerancia en la Determinación de Desniveles entre Vértices.** Cuando el cálculo de la distancia horizontal ( $D_h$ ) se hace recurriendo a la expresión trigonométrica  $D_i \cos \alpha$ , el error probable en la determinación del ángulo vertical no debe exceder de 50 (cc). Este ángulo  $\alpha$  debe ser observado en directa y en tránsito, al menos dos veces en cada estación, con un teodolito en que, por lo menos, se lea en lectura directa 50 (cc) y se aprecie 25 (cc).

Cuando el cálculo de la distancia horizontal se haga por la expresión  $D_h = \sqrt{[(D_i)^2 - (\Delta h)^2]}^{1/2}$ , en que  $D_i$  es la distancia inclinada y  $\Delta h$  el desnivel entre los dos puntos, se deberá determinar el valor de  $\Delta h$  con un error máximo de 0,1 metro por kilómetro de distancia, siempre que el ángulo vertical entre los dos vértices no sea mayor que 10°, para ángulos verticales mayores se debe determinar  $\Delta h$  con mayor precisión

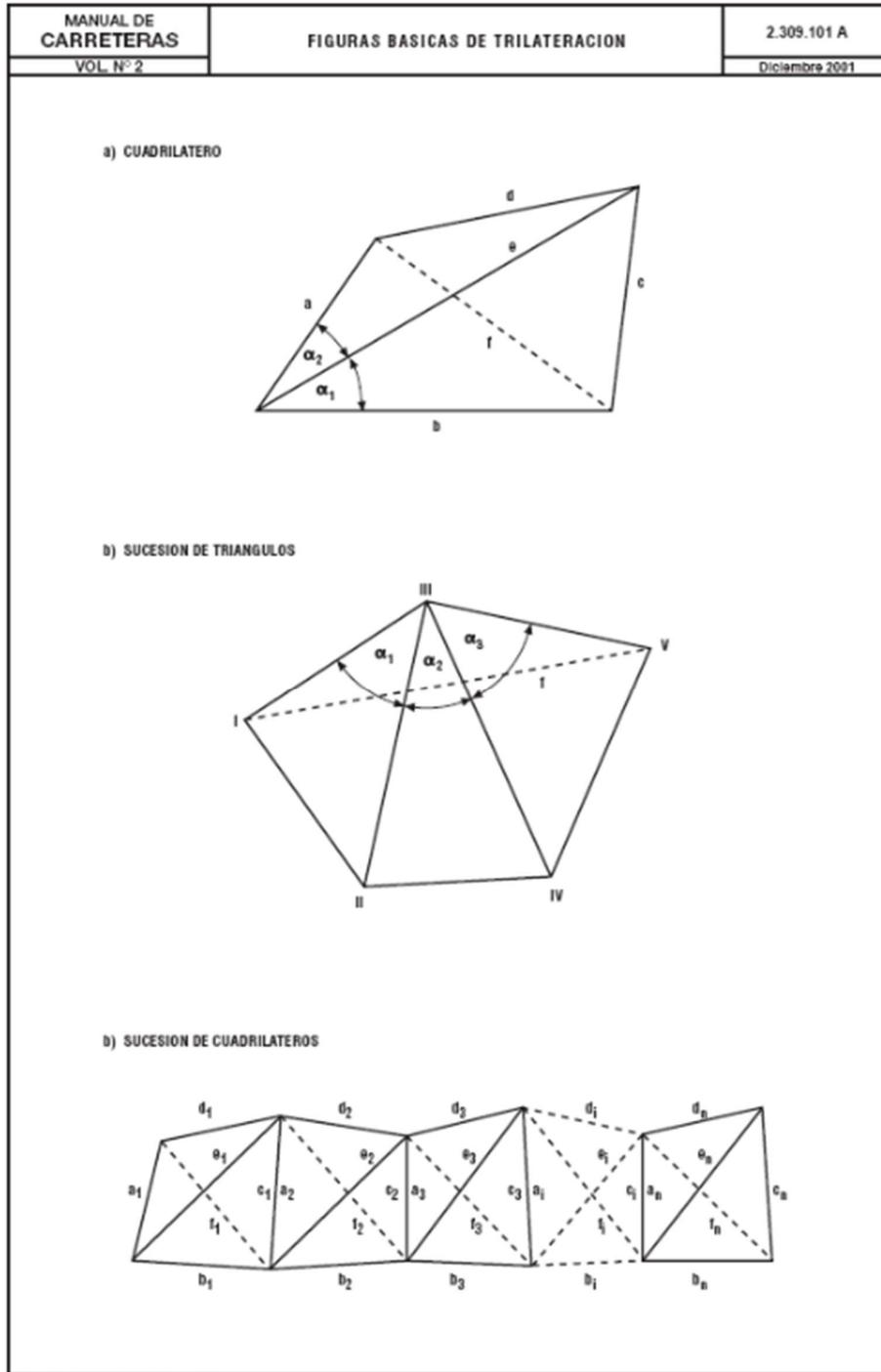
**2.309.304(7) Discrepancia Máxima Respecto de la Diagonal de Cierre.** Una sucesión de triángulos, ligados entre sí con lados comunes, a los cuales se les ha medido sus tres lados, irán formando cuadriláteros sucesivos. Esta figura no es compensable o cerrada en tanto no se mida una diagonal adicional. El error de cierre de esa diagonal no debe exceder la relación 1:40.000 de su longitud.

Se llama error de cierre a la diferencia entre la longitud de la diagonal calculada a través de los triángulos y su longitud observada.

#### 2.309.4 REGISTRO, CALCULO Y COMPENSACION DE LAS TRILATERACIONES

**2.309.401 Aspectos Generales.** Las metodologías que se citan a continuación, son las que, a la fecha de redacción de este Capítulo, resultan las más recomendables; con el transcurso del tiempo pueden surgir nuevas proposiciones de acuerdo al instrumental de terreno, calculadoras y otros elementos de que se disponga. En todo caso, el Consultor podrá proponer la Dirección de Vialidad la metodología que él considere con ventaja respecto a la que aquí se incluye. No obstante lo anterior, el contenido de esta Sección representa un mínimo de referencia.

**2.309.402 Métodos y Procedimientos Recomendados.** Los métodos y procedimientos recomendados para el Registro, Cálculo y Compensación de las Trilateraciones se deberán consultar en el Tópico 2.305.6 del Volumen N° 2, versión 1983. No obstante ello, se incluye aquí el procedimiento de cálculo y compensación de un cuadrilátero aislado, por ser adecuado para verificar las Figuras Base determinadas mediante GPS.



### 2.309.403 Cálculo y Compensación de un Cuadrilátero Aislado.

**2.309.403(1) Procedimiento General.** La figura a) de la Lámina 2.309.101 A, ilustra el problema que se trata a continuación.

Se resuelve el cuadrilátero con una de las diagonales observadas (e) y se calcula la longitud que correspondería a la otra diagonal (f').

Esta segunda diagonal también fue medida, determinándose para ella un valor f, lo que permita comparar ambos valores.

Sean:

$$S_1 = \frac{1}{2} (b + c + e)$$

$$K_1 = \sqrt{S_1(S_1 - b)(S_1 - c)(S_1 - e)}$$

$$\text{sen } \alpha_1 = \frac{2K_1}{be}$$

$$S_2 = \frac{1}{2} (a + d + e)$$

$$K_2 = \sqrt{S_2(S_2 - a)(S_2 - d)(S_2 - e)}$$

$$\text{sen } \alpha_2 = \frac{2K_2}{ae}$$

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$$

$$f = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos(\alpha_1 + \alpha_2)}$$

La máxima discrepancia aceptable para la diagonal calculada respecto de su valor medido será :

$$\frac{f-f'}{f} = \frac{1}{f(f-f')} = \pm \frac{1}{X}$$

en que:

X mínimo para una trilateración primaria es 40.000.

En condiciones normales, siguiendo el procedimiento adecuado, las tolerancias señaladas son fáciles de lograr, según ha sido verificado en casos reales. Por ejemplo, en un trabajo en que la longitud mínima de los lados fue 1.400 m, el valor de X alcanzó a 70.000. Hay que considerar que mientras mayor sea la longitud de los lados, mejor será el cierre de la red.

**2.309.403(2) Cualquiera Sucesión de Triángulos.** En un caso cualquiera, como el que se ilustra en la figura b) de la Lámina 2.309.101A, puede ser práctico dar coordenadas a los vértices hasta llegar al otro extremo de la diagonal f. El sistema de coordenadas puede ser arbitrario, exclusivamente para este cálculo. Se necesitará calcular algunos ángulos, para lo cual:

$$\cos \psi = (a^2 + b^2 - c^2) / 2bc$$

en que c es el lado opuesto al ángulo  $\psi$ ; a y b son los lados que forman el ángulo  $\psi$ .

Si este procedimiento resulta muy laborioso se puede aplicar el método explicado en 2.309.403(1), con la diferencia que al vértice III concurren tres ángulos, por lo que  $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$ .

Una vez calculado el valor f se compara con el valor f medido y se verifica si la discrepancia está dentro de tolerancia.

**2.309.403(3) Longitud de Cada Lado y Verificación de Tolerancias.** La longitud horizontal asignada a cada lado, antes de compensar, será el valor más probable o promedio de las observaciones corregidas por condiciones atmosféricas y características de fabricación del distanciómetro y accesorios.

El error probable del promedio estará dado por:

$$Eo, m = 0,6745 \left[ \frac{\sum l^2}{n(n-1)} \right]^{1/2}$$

y la precisión determinada deberá estar dentro de las tolerancias especificadas.

#### 2.309.404 Compensaciones del Cuadrilátero.

**2.309.404(1) Aspectos Generales.** En una trilateración se han medido las longitudes de lados y diagonales, por lo tanto la compensación debe afectar a esas longitudes.

Para compensar la figura se debe buscar una relación que ésta tenga que cumplir. En este caso se ha escogido la superficie de la figura plana, la que debería mantenerse invariable cualquiera que sean los triángulos que se consideren para calcularla. La diferencia de superficie que se determine a partir de diversos conjuntos de triángulos formados sobre la figura total, será el error por compensar.

**2.309.404(2) Compensación de un Cuadrilátero Trilaterado.** En el cuadrilátero de la figura a) de la Lámina 2.309.101 A, se han medido las longitudes de sus cuatro lados y sus dos diagonales.

Las superficies que se deben comparar son la encerrada por los lados a, e y d, más la encerrada por los lados b, c y e; con la encerrada por los lados a, b y f, más la encerrada por c, d y f.

Sea:  $K_p$  = Superficie encerrada por a, e y d:

$$K_p = (p(p-a)(p-e)(p-d))^{1/2}$$

$$\text{en que } p = \frac{1}{2}(a+e+d)$$

$K_q$  = Superficie encerrada por b, c y e:

$$K_q = (q(q-b)(q-c)(q-e))^{1/2}$$

$$\text{en que } q = \frac{1}{2}(b+c+e)$$

$K_r$  = Superficie encerrada por a, b y f:

$$K_r = (r(r-a)(r-b)(r-f))^{1/2}$$

$$\text{en que } r = \frac{1}{2}(a+b+f)$$

$K_s$  = Superficie encerrada por c, d y f:

$$K_s = (s(s-c)(s-d)(s-f))^{1/2}$$

$$\text{en que } s = \frac{1}{2}(c+d+f)$$

si las longitudes de los lados estuvieron exentas de error debería cumplirse:

$$(K_p + K_q) - (K_r + K_s) = 0$$

pero por tratarse de medidas efectuadas en terreno habrá alguna discrepancia (E) y se tendrá:

$$(K_p + K_q) - (K_r + K_s) = E$$

si el error de cierre en superficie es +E, la corrección que deberá hacerse será -E.

Cada lado se compensará de manera tal, que los lados compensados hagan iguales las sumas de las superficies. Por otra parte, la suma de los cuadrados de las correcciones o compensaciones debe ser mínima.

La corrección de cada lado se designa por v con un subíndice correspondiente al lado. Se entiende que la corrección se suma algebraicamente a la longitud horizontal medida en terreno para ese lado y corregida por condiciones ambientales y de fabricación de los equipos usados.

Si las longitudes son relativamente similares, se tiene:

$$U = v_a^2 + v_b^2 + v_c^2 + v_d^2 + v_e^2 + v_f^2$$

Sea:

$$F(\ ) = F(p, q, r, s) = (Kp + Kq) - (Kr + Ks)$$

$$E = \frac{\delta F(\ )}{\delta a} v_a + \frac{\delta F(\ )}{\delta b} v_b + \frac{\delta F(\ )}{\delta c} v_c + \frac{\delta F(\ )}{\delta d} v_d + \frac{\delta F(\ )}{\delta e} v_e + \frac{\delta F(\ )}{\delta f} v_f$$

obteniéndose finalmente:

$$v_a = \frac{II(-E)}{I^2 + II^2 + III^2 + IV^2 + V^2 + VI^2}$$

$$v_b = \frac{III}{II} v_a$$

$$v_c = \frac{IV}{II} v_a$$

$$v_d = \frac{-1}{I} (E + I v_a + III v_b + IV v_c + V v_e + VI v_f)$$

$$v_e = \frac{V}{II} v_a$$

$$v_f = \frac{VI}{II} v_a$$

en que:

$$I = \frac{d(a^2 - d^2 + e^2)}{8K_p} - \frac{d(c^2 - d^2 + f^2)}{8K_s}$$

$$II = \frac{a(-a^2 + d^2 + e^2)}{8K_p} - \frac{a(-a^2 + b^2 + f^2)}{8K_s}$$

$$III = \frac{b(-b^2 + c^2 + e^2)}{8K_q} - \frac{b(a^2 - b^2 + f^2)}{8K_s}$$

$$IV = \frac{c(b^2 - c^2 + e^2)}{8K_q} - \frac{c(-c^2 + d^2 + f^2)}{8K_s}$$

$$V = \frac{e(a^2 + d^2 - e^2)}{8K_p} + \frac{e(b^2 + c^2 - e^2)}{8K_q}$$

$$VI = \frac{-f(a^2 + b^2 - f^2)}{8K_r} - \frac{f(c^2 + d^2 - f^2)}{8K_s}$$



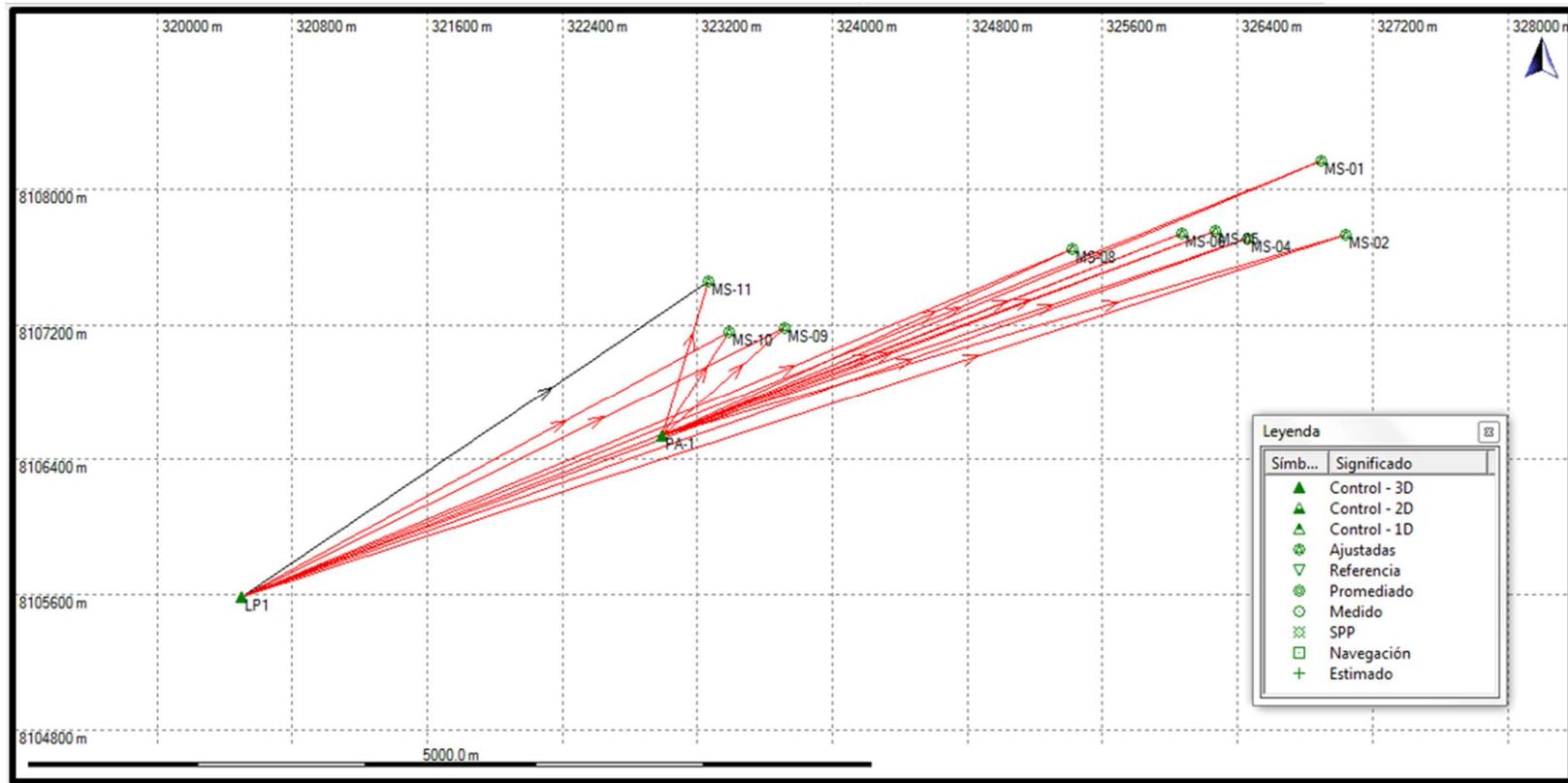
Las longitudes corregidas para lados y diagonales serán:

$$a_1 = a + v_a; b_1 = b + v_b; c_1 = c + v_c$$

$$d_1 = d + v_d; e_1 = e + v_e; f_1 = f + v_f$$

En general debe tenerse una convergencia rápida. En todo caso, es necesario comprobar la discrepancia de las nuevas superficies, para asegurarse que la corrección se ha hecho apropiadamente.

**Anexo 08: Croquis de Red puntos base – Fuente la empresa.**



## Anexo 09: Resumen de Procesamiento Global Mapping – Fuente la empresa.



### Resumen de procesamiento

#### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	GPS_OT-MQ10-014_GM-008-15
Fecha de creación:	04/17/2015 16:31:25
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84 UTM 19S EGM96
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 7.0
Fecha y hora de inicio:	04/16/2015 10:05:04
Fecha y hora de término:	04/16/2015 17:23:50
Puntos ocupados manualmente:	18
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	04/17/2015 16:47:00

#### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	15°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	Automático
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad ionosférica:	Automático

#### Inf. general de línea base

PA-1 - MS-11	Referencia: PA-1	Móvil: MS-11
Coordenadas:		
X local:	322989.6588 m	323267.3453 m
Y local:	8106541.8150 m	8107456.0024 m
Alt Elip.:	3817.6611 m	3772.5398 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS / GLONASS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	



<b>LP1 - MS-11</b>	<b>Referencia: LP1</b>	<b>Móvil: MS-11</b>
Coordenadas:		
X local:	320497.6546 m	323267.3408 m
Y local:	8105585.8010 m	8107455.9640 m
Alt Elip.:	3592.4640 m	3772.5583 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS / GLONASS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	

<b>PA-1 - MS-10</b>	<b>Referencia: PA-1</b>	<b>Móvil: MS-10</b>
Coordenadas:		
X local:	322989.6588 m	323391.1142 m
Y local:	8106541.8150 m	8107157.3585 m
Alt Elip.:	3817.6611 m	3899.2299 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS / GLONASS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	

<b>LP1 - MS-10</b>	<b>Referencia: LP1</b>	<b>Móvil: MS-10</b>
Coordenadas:		
X local:	320497.6546 m	323391.1124 m
Y local:	8105585.8010 m	8107157.3260 m
Alt Elip.:	3592.4640 m	3899.2488 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS / GLONASS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	

<b>PA-1 - MS-09</b>	<b>Referencia: PA-1</b>	<b>Móvil: MS-09</b>
Coordenadas:		
X local:	322989.6588 m	323716.2984 m
Y local:	8106541.8150 m	8107185.1585 m
Alt Elip.:	3817.6611 m	3946.2136 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS / GLONASS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	

<b>LP1 - MS-09</b>	<b>Referencia: LP1</b>	<b>Móvil: MS-09</b>
Coordenadas:		
X local:	320497.6546 m	323716.2937 m
Y local:	8105585.8010 m	8107185.1245 m
Alt Elip.:	3592.4640 m	3946.2226 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS / GLONASS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	



LP1 - MS-05	Referencia: LP1	Móvil: MS-05
Coordenadas:		
X local:	320497.6546 m	326270.7893 m
Y local:	8105585.8010 m	8107755.6689 m
Alt Elip.:	3592.4640 m	3744.4790 m
Tipo de solución: Fase: todo fijo		
Tipo GNSS: GPS / GLONASS		
Frecuencia: L1 y L2		
Ambigüedad: Sí		
PA-1 - MS-04	Referencia: PA-1	Móvil: MS-04
Coordenadas:		
X local:	322989.6588 m	326461.1020 m
Y local:	8106541.8150 m	8107708.1312 m
Alt Elip.:	3817.6611 m	3725.9448 m
Tipo de solución: Fase: todo fijo		
Tipo GNSS: GPS / GLONASS		
Frecuencia: L1 y L2		
Ambigüedad: Sí		
LP1 - MS-04	Referencia: LP1	Móvil: MS-04
Coordenadas:		
X local:	320497.6546 m	326461.1022 m
Y local:	8105585.8010 m	8107708.1006 m
Alt Elip.:	3592.4640 m	3725.9540 m
Tipo de solución: Fase: todo fijo		
Tipo GNSS: GPS / GLONASS		
Frecuencia: L1 y L2		
Ambigüedad: Sí		
PA-1 - MS-02	Referencia: PA-1	Móvil: MS-02
Coordenadas:		
X local:	322989.6588 m	327043.5887 m
Y local:	8106541.8150 m	8107733.4717 m
Alt Elip.:	3817.6611 m	3695.9129 m
Tipo de solución: Fase: todo fijo		
Tipo GNSS: GPS / GLONASS		
Frecuencia: L1 y L2		
Ambigüedad: Sí		
LP1 - MS-02	Referencia: LP1	Móvil: MS-02
Coordenadas:		
X local:	320497.6546 m	327043.5830 m
Y local:	8105585.8010 m	8107733.4378 m
Alt Elip.:	3592.4640 m	3695.9240 m
Tipo de solución: Fase: todo fijo		
Tipo GNSS: GPS / GLONASS		
Frecuencia: L1 y L2		
Ambigüedad: Sí		



<b>PA-1 - MS-01</b>	<b>Referencia: PA-1</b>	<b>Móvil: MS-01</b>
Coordenadas:		
X local:	322989.6588 m	326897.4776 m
Y local:	8106541.8150 m	8108166.7526 m
Alt Elip.:	3817.6611 m	3679.0164 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS / GLONASS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	

<b>LP1 - MS-01</b>	<b>Referencia: LP1</b>	<b>Móvil: MS-01</b>
Coordenadas:		
X local:	320497.6546 m	326897.4723 m
Y local:	8105585.8010 m	8108166.7206 m
Alt Elip.:	3592.4640 m	3679.0348 m
Tipo de solución:	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	GPS / GLONASS	
Frecuencia:	L1 y L2	
Ambigüedad:	Sí	

## Red Ajuste

### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	GPS_OT-MQ10-014_GM-008-15
Fecha de creación:	04/17/2015 16:31:25
Huso horario:	-5h 00'
Sistema de coordenadas:	WGS84 UTM 19S EGM96
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 7.0
Kernel de procesamiento:	MOVE3 4.0.1

### Información general

#### Ajuste

Tipo:	Forzado
Dimensión:	3D
Sistema de coordenadas:	WGS 1984
Tipo de altura:	Elipsoidal
Número de iteraciones:	1
Corrección máxima de coordenadas en la última iteración:	0.0000 m ✓ (tolerancia alcanzada)

#### Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas:	2
Número de estaciones desconocidas:	9
Total:	11

#### Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS:	54 (18 líneas base)
Coordenadas conocidas:	6
Total:	60

#### Incógnitas

Coordenadas:	33
Total:	33

Grados de libertad:	27
---------------------	----

#### Pruebas

Alfa (multi dimensional):	0.4680
Alfa 0 (una dimensión):	5.0 %
Beta:	80.0 %
Sigma a-priori (GPS):	10.0
Valor crítico de prueba W:	1.96
Valor crítico de la prueba T (2 dimensiones):	2.42
Valor crítico de la prueba T (3 dimensiones):	1.89
Valor crítico de prueba F:	1.00
Prueba F:	1195.22 ⚠ (rechazado)



## Resultados del ajuste

### Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
LP1	Latitud	17° 07' 38.21412" S	0.0000 m	-	fijo
	Longitud	70° 41' 14.30559" W	0.0000 m	-	fijo
	Altura	3592.4640 m	0.0000 m	-	fijo
MS-01	Latitud	17° 06' 16.03298" S	0.0000 m	0.0113 m	
	Longitud	70° 37' 37.07245" W	-0.0001 m	0.0107 m	
	Altura	3679.0231 m	0.0003 m	0.0275 m	
MS-02	Latitud	17° 06' 30.16679" S	0.0000 m	0.0102 m	
	Longitud	70° 37' 32.25245" W	-0.0002 m	0.0155 m	
	Altura	3695.9168 m	0.0004 m	0.0283 m	
MS-04	Latitud	17° 06' 30.83269" S	0.0000 m	0.0088 m	
	Longitud	70° 37' 51.96311" W	0.0000 m	0.0141 m	
	Altura	3725.9486 m	0.0000 m	0.0314 m	
MS-05	Latitud	17° 06' 29.23339" S	-0.0001 m	0.0100 m	
	Longitud	70° 37' 58.38726" W	-0.0004 m	0.0127 m	
	Altura	3744.4687 m	-0.0018 m	0.0293 m	
MS-06	Latitud	17° 06' 29.78869" S	-0.0001 m	0.0146 m	
	Longitud	70° 38' 05.27897" W	0.0002 m	0.0134 m	
	Altura	3761.9800 m	-0.0024 m	0.0295 m	
MS-08	Latitud	17° 06' 32.54606" S	0.0000 m	0.0081 m	
	Longitud	70° 38' 27.21793" W	0.0001 m	0.0085 m	
	Altura	3817.2761 m	-0.0006 m	0.0260 m	
MS-09	Latitud	17° 06' 47.09018" S	0.0000 m	0.0075 m	
	Longitud	70° 39' 24.96044" W	-0.0001 m	0.0093 m	
	Altura	3946.2162 m	-0.0001 m	0.0184 m	
MS-10	Latitud	17° 06' 47.90434" S	0.0003 m	0.0123 m	
	Longitud	70° 39' 35.96844" W	-0.0011 m	0.0100 m	
	Altura	3899.2400 m	0.0043 m	0.0259 m	
MS-11	Latitud	17° 06' 38.15571" S	0.0001 m	0.0080 m	
	Longitud	70° 39' 40.06898" W	-0.0004 m	0.0100 m	
	Altura	3772.5475 m	0.0012 m	0.0252 m	
PA-1	Latitud	17° 07' 07.81505" S	0.0000 m	-	fijo
	Longitud	70° 39' 49.72640" W	0.0000 m	-	fijo
	Altura	3817.6611 m	0.0000 m	-	fijo

### Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. aius.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
<b>DX</b>	LP1	MS-11	2867.1636 m	-0.0017 m	-0.0028 m	0.0102 m
<b>DY</b>			246.8753 m	-0.0036 m	-0.0257 m	0.0234 m
<b>DZ</b>			1712.5217 m	-0.0277 m	0.0109 m	0.0122 m
<b>DX</b>	LP1	MS-10	2992.4902 m	0.0001 m	-0.0005 m	0.0114 m
<b>DY</b>			256.0465 m	-0.0019 m	-0.0226 m	0.0224 m
<b>DZ</b>			1388.6470 m	-0.0242 m	0.0088 m	0.0171 m
<b>DX</b>	LP1	MS-09	3317.0374 m	-0.0035 m	-0.0034 m	0.0109 m
<b>DY</b>			314.5735 m	-0.0003 m	-0.0236 m	0.0169 m

DZ			1398.7589 m	-0.0245 m	0.0064 m	0.0087 m
DX	LP1	MS-08	4931.3457 m	-0.0012 m	-0.0013 m	0.0106 m
DY			872.6102 m	-0.0005 m	-0.0193 m	0.0236 m
DZ			1864.2795 m	-0.0202 m	0.0061 m	0.0119 m
DX	LP1	MS-06	5534.3446 m	-0.0001 m	-0.0025 m	0.0143 m
DY			1114.0817 m	-0.0074 m	-0.0258 m	0.0268 m
DZ			1961.6108 m	-0.0291 m	0.0153 m	0.0185 m
DX	LP1	MS-05	5722.7816 m	0.0016 m	0.0004 m	0.0143 m
DY			1192.7297 m	-0.0035 m	-0.0202 m	0.0268 m
DZ			1983.0873 m	-0.0223 m	0.0103 m	0.0142 m
DX	LP1	MS-04	5891.3825 m	-0.0001 m	0.0000 m	0.0164 m
DY			1286.1001 m	0.0001 m	-0.0179 m	0.0293 m
DZ			1941.5181 m	-0.0187 m	0.0054 m	0.0115 m
DX	LP1	MS-02	6433.8852 m	-0.0037 m	-0.0039 m	0.0154 m
DY			1500.8818 m	-0.0014 m	-0.0231 m	0.0272 m
DZ			1969.9295 m	-0.0242 m	0.0072 m	0.0132 m
DX	LP1	MS-01	6336.4499 m	-0.0017 m	-0.0036 m	0.0127 m
DY			1348.1783 m	-0.0060 m	-0.0208 m	0.0245 m
DZ			2390.4166 m	-0.0233 m	0.0117 m	0.0155 m
DX	PA-1	MS-11	344.1676 m	0.0008 m	0.0021 m	0.0102 m
DY			-118.0648 m	0.0040 m	0.0127 m	0.0234 m
DZ			885.2035 m	0.0144 m	-0.0076 m	0.0122 m
DX	PA-1	MS-10	469.4942 m	-0.0008 m	0.0015 m	0.0114 m
DY			-108.8935 m	0.0068 m	0.0099 m	0.0224 m
DZ			561.3288 m	0.0124 m	-0.0100 m	0.0171 m
DX	PA-1	MS-09	794.0415 m	0.0017 m	0.0016 m	0.0109 m
DY			-50.3666 m	0.0000 m	0.0104 m	0.0169 m
DZ			571.4407 m	0.0107 m	-0.0026 m	0.0087 m
DX	PA-1	MS-08	2408.3497 m	0.0010 m	0.0007 m	0.0106 m
DY			507.6702 m	-0.0007 m	0.0126 m	0.0236 m
DZ			1036.9613 m	0.0129 m	-0.0029 m	0.0119 m
DX	PA-1	MS-06	3011.3487 m	0.0010 m	0.0011 m	0.0143 m
DY			749.1417 m	0.0006 m	0.0119 m	0.0268 m
DZ			1134.2925 m	0.0125 m	-0.0039 m	0.0185 m
DX	PA-1	MS-05	3199.7856 m	0.0005 m	0.0004 m	0.0143 m
DY			827.7897 m	-0.0002 m	0.0133 m	0.0268 m
DZ			1155.7691 m	0.0138 m	-0.0037 m	0.0142 m
DX	PA-1	MS-04	3368.3865 m	0.0001 m	0.0000 m	0.0164 m
DY			921.1601 m	-0.0001 m	0.0128 m	0.0293 m
DZ			1114.1999 m	0.0134 m	-0.0038 m	0.0115 m
DX	PA-1	MS-02	3910.8893 m	0.0018 m	0.0021 m	0.0154 m
DY			1135.9417 m	0.0013 m	0.0107 m	0.0272 m
DZ			1142.6113 m	0.0114 m	-0.0039 m	0.0132 m
DX	PA-1	MS-01	3813.4539 m	0.0009 m	0.0021 m	0.0127 m
DY			983.2383 m	0.0036 m	0.0112 m	0.0245 m
DZ			1563.0984 m	0.0127 m	-0.0067 m	0.0155 m

#### Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajus. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	LP1	MS-11	3348.7766	0.0280	8.4
DV	LP1	MS-10	3308.9119	0.0242	7.3
DV	LP1	MS-09	3613.6160	0.0247	6.8
DV	LP1	MS-08	5343.7025	0.0202	3.8



DV	LP1	MS-06	5976.4593	0.0301	5.0
DV	LP1	MS-05	6172.9627	0.0227	3.7
DV	LP1	MS-04	6334.9770	0.0187	2.9
DV	LP1	MS-02	6894.0661	0.0245	3.6
DV	LP1	MS-01	6905.2352	0.0241	3.5
DV	PA-1	MS-11	957.0663	0.0150	15.6
DV	PA-1	MS-10	739.8464	0.0142	19.2
DV	PA-1	MS-09	979.5832	0.0108	11.0
DV	PA-1	MS-08	2670.7987	0.0129	4.8
DV	PA-1	MS-06	3303.9452	0.0125	3.8
DV	PA-1	MS-05	3501.3805	0.0138	3.9
DV	PA-1	MS-04	3665.5156	0.0134	3.6
DV	PA-1	MS-02	4229.7729	0.0116	2.7
DV	PA-1	MS-01	4237.0349	0.0132	3.1

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desy. Est. Alt [m]
LP1	0.0000	0.0000	1.0	0°	0.0000
MS-01	0.0113	0.0107	1.1	-6°	0.0275
MS-02	0.0158	0.0098	1.6	76°	0.0283
MS-04	0.0142	0.0085	1.7	-80°	0.0314
MS-05	0.0131	0.0095	1.4	-70°	0.0293
MS-06	0.0150	0.0130	1.2	26°	0.0295
MS-08	0.0094	0.0071	1.3	49°	0.0260
MS-09	0.0095	0.0072	1.3	71°	0.0184
MS-10	0.0126	0.0097	1.3	19°	0.0259
MS-11	0.0101	0.0079	1.3	75°	0.0252
PA-1	0.0000	0.0000	1.0	90°	0.0000

### Pruebas y errores estimados

#### Pruebas de coordenadas

Estación		MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
LP1	Latitud	0.0178 m	999.9	7.18102748258732e+1.53	8.91
	Longitud	0.0211 m	999.9	7.181000646072475e+1.53	
	Altura	0.0490 m	999.9	0.00	
PA-1	Latitud	0.0178 m	999.9	7.18102748258732e+1.53	8.91
	Longitud	0.0211 m	999.9	7.181000646072475e+1.53	
	Altura	0.0490 m	999.9	0.00	

#### Pruebas de observación

	Estación	Pto visado	MDB	Red	BNR	Prueba W	Prueba T
<b>DX</b>	LP1	MS-11	0.0568 m	67	1.9	-0.40	1.73
<b>DY</b>			0.0922 m	66	1.9	1.43	
<b>DZ</b>			0.0488 m	66	2.0	-2.27	
<b>DX</b>	LP1	MS-10	0.0696 m	79	1.5	-0.14	0.50
<b>DY</b>			0.0997 m	75	1.5	0.60	
<b>DZ</b>			0.0752 m	66	1.8	-1.21	
<b>DX</b>	LP1	MS-09	0.0593 m	69	1.9	-0.11	1.51
<b>DY</b>			0.0819 m	69	1.9	0.88	
<b>DZ</b>			0.0462 m	69	1.9	-2.11	



DX	LP1	MS-08	0.0492 m	60	2.3	0.18	1.29
DY			0.0803 m	60	2.3	1.31	
DZ			0.0467 m	61	2.3	-1.97	⚠
DX	LP1	MS-06	0.0783 m	63	2.1	-0.13	0.48
DY			0.1230 m	63	2.1	0.54	
DZ			0.0905 m	70	1.9	-1.18	
DX	LP1	MS-05	0.0690 m	58	2.4	-0.59	0.95
DY			0.1146 m	57	2.4	0.91	
DZ			0.0577 m	61	2.3	-1.69	
DX	LP1	MS-04	0.0791 m	58	2.4	-0.55	1.08
DY			0.1292 m	58	2.4	0.89	
DZ			0.0498 m	58	2.4	-1.80	
DX	LP1	MS-02	0.0906 m	68	1.9	0.00	0.81
DY			0.1264 m	68	1.9	0.89	
DZ			0.0623 m	68	1.9	-1.55	
DX	LP1	MS-01	0.0645 m	65	2.0	-0.43	0.64
DY			0.1036 m	65	2.0	0.55	
DZ			0.0676 m	64	2.1	-1.36	
DX	PA-1	MS-11	0.0568 m	32	4.1	0.40	1.73
DY			0.0922 m	33	4.0	-1.43	
DZ			0.0488 m	33	4.0	2.27	⚠
DX	PA-1	MS-10	0.0696 m	20	5.3	0.14	0.50
DY			0.0997 m	24	5.3	-0.60	
DZ			0.0752 m	33	4.8	1.21	
DX	PA-1	MS-09	0.0593 m	30	4.2	0.11	1.51
DY			0.0819 m	30	4.2	-0.88	
DZ			0.0462 m	30	4.2	2.11	⚠
DX	PA-1	MS-08	0.0492 m	39	3.4	-0.18	1.29
DY			0.0803 m	39	3.4	-1.31	
DZ			0.0467 m	38	3.5	1.97	⚠
DX	PA-1	MS-06	0.0783 m	36	3.7	0.13	0.48
DY			0.1230 m	36	3.7	-0.54	
DZ			0.0905 m	29	4.1	1.18	
DX	PA-1	MS-05	0.0690 m	41	3.3	0.59	0.95
DY			0.1146 m	42	3.3	-0.91	
DZ			0.0577 m	38	3.4	1.69	
DX	PA-1	MS-04	0.0791 m	41	3.3	0.55	1.08
DY			0.1292 m	41	3.3	-0.89	
DZ			0.0498 m	41	3.3	1.80	
DX	PA-1	MS-02	0.0906 m	31	4.1	0.00	0.81
DY			0.1264 m	31	4.2	-0.89	
DZ			0.0623 m	31	4.1	1.55	
DX	PA-1	MS-01	0.0645 m	34	3.8	0.43	0.64
DY			0.1036 m	34	3.9	-0.55	
DZ			0.0676 m	35	3.8	1.36	

Redundancia:

Prueba W:

Prueba T (3 dimensiones):

Errores estimados para estaciones rechazadas por las pruebas T (máx. 10)



---

Estación		Prueba T	<u>Fact</u>	<u>Err est</u>
LP1	Latitud	8.91	2.2	-0.0333 m
	Longitud			-0.0031 m
	Altura			0.0131 m
PA-1	Latitud	8.91	2.2	0.0333 m
	Longitud			0.0031 m
	Altura			-0.0131 m

**Errores estimados (observaciones)**

**Errores estimados para observaciones rechazadas por las pruebas W (máx. 10)**

	Estación	<u>Pto visado</u>	Prueba W	<u>Fact</u>	<u>Err est</u>
DZ	PA-1	MS-11	2.27	1.2	0.0395 m
DZ	LP1	MS-11	-2.27	1.2	-0.0395 m
DZ	PA-1	MS-09	2.11	1.1	0.0348 m
DZ	LP1	MS-09	-2.11	1.1	-0.0348 m
DZ	PA-1	MS-08	1.97	1.0	0.0328 m
DZ	LP1	MS-08	-1.97	1.0	-0.0328 m

## Compensación

### Información del proyecto

Nombre del proyecto: GPS\_OT-MQ10-014\_GM-008-15  
 Fecha de creación: 04/17/2015 16:31:25  
 Huso horario: -5h 00'  
 Sistema de coordenadas: WGS84 UTM 19S EGM96  
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 7.0  
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.0.1  
 El valor crítico de la prueba W es: 1.96  
 Dimensión: 3D

### Cierres de líneas base GPS

#### Cierre 1

Desde	A	dX[m]	dY[m]	dZ[m]
MS-10	PA-1	-469.4935	108.8867	-561.3412
PA-1	MS-11	344.1683	-118.0607	885.2179
MS-11	LP1	-2867.1618	-246.8717	-1712.4940
LP1	MS-10	2992.4903	256.0447	1388.6228
X:	0.0033 m	Prueba W:	3.26	
S:	-0.0010 m		-0.49	
Z:	0.0055 m		4.31	
X local:	0.0028 m	Prueba W:	2.39	
Y local:	0.0059 m		4.35	
Altura:	0.0003 m		0.17	
Error de cierre:	0.0065 m	(0.8 ppm)	Razón:(1:1281181)	
Longitud:	8354.5961 m			

#### Cierre 2

Desde	A	dX[m]	dY[m]	dZ[m]
MS-11	PA-1	-344.1683	118.0607	-885.2179
PA-1	MS-09	794.0431	-50.3666	571.4514
MS-09	LP1	-3317.0340	-314.5732	-1398.7345
LP1	MS-11	2867.1618	246.8717	1712.4940
X:	0.0027 m	Prueba W:	2.86	
S:	-0.0074 m		-4.16	
Z:	-0.0070 m		-7.56	
X local:	0.0001 m	Prueba W:	0.06	
Y local:	-0.0043 m		-4.29	
Altura:	0.0095 m		5.78	
Error de cierre:	0.0105 m	(1.2 ppm)	Razón:(1:848362)	
Longitud:	8899.0341 m			



### Cierre 3

Desde	A	dX[m]	dY[m]	dZ[m]
MS-11	PA-1	-344.1683	118.0607	-885.2179
PA-1	MS-08	2408.3507	507.6695	1036.9742
MS-08	LP1	-4931.3445	-872.6097	-1864.2593
LP1	MS-11	2867.1618	246.8717	1712.4940
X:	-0.0003 m	Prueba W:	-0.37	
S:	-0.0078 m		-3.91	⚠
Z:	-0.0091 m		-8.84	⚠
X local:	-0.0029 m	Prueba W:	-2.71	⚠
Y local:	-0.0065 m		-5.78	⚠
Altura:	0.0096 m		5.20	⚠
Error de cierre:	0.0120 m	(1.0 ppm)	Razón:(1:1029064)	
Longitud:	12320.3389 m			

### Cierre 4

Desde	A	dX[m]	dY[m]	dZ[m]
MS-11	PA-1	-344.1683	118.0607	-885.2179
PA-1	MS-06	3011.3496	749.1423	1134.3050
MS-06	LP1	-5534.3446	-1114.0743	-1961.5816
LP1	MS-11	2867.1618	246.8717	1712.4940
X:	-0.0014 m	Prueba W:	-1.34	
S:	0.0004 m		0.17	
Z:	-0.0005 m		-0.39	
X local:	-0.0012 m	Prueba W:	-0.99	
Y local:	-0.0008 m		-0.52	
Altura:	-0.0006 m		-0.31	
Error de cierre:	0.0016 m	(0.1 ppm)	Razón:(1:8673544)	
Longitud:	13586.2388 m			

### Cierre 5

Desde	A	dX[m]	dY[m]	dZ[m]
MS-11	PA-1	-344.1683	118.0607	-885.2179
PA-1	MS-05	3199.7861	827.7894	1155.7829
MS-05	LP1	-5722.7832	-1192.7262	-1983.0650
LP1	MS-11	2867.1618	246.8717	1712.4940
X:	-0.0036 m	Prueba W:	-3.46	⚠
S:	-0.0044 m		-2.06	⚠
Z:	-0.0060 m		-5.36	⚠
X local:	-0.0049 m	Prueba W:	-4.01	⚠
Y local:	-0.0049 m		-3.99	⚠
Altura:	0.0046 m		2.32	⚠
Error de cierre:	0.0083 m	(0.6 ppm)	Razón:(1:1685883)	
Longitud:	13980.1819 m			



**Cierre 6**

Desde	A	dX[m]	dY[m]	dZ[m]
MS-11	PA-1	-344.1683	118.0607	-885.2179
PA-1	MS-04	3368.3865	921.1600	1114.2132
MS-04	LP1	-5891.3824	-1286.1003	-1941.4994
LP1	MS-11	2867.1618	246.8717	1712.4940
X:	-0.0024 m	Prueba W:	-2.07	⚠
S:	-0.0079 m		-3.54	⚠
Z:	-0.0101 m		-10.08	⚠
X local:	-0.0049 m	Prueba W:	-3.70	⚠
Y local:	-0.0077 m		-6.72	⚠
Altura:	0.0093 m		4.53	⚠
Error de cierre:	0.0131 m	(0.9 ppm)	Razón:(1:1095733)	
Longitud:	14306.3309 m			

**Cierre 7**

Desde	A	dX[m]	dY[m]	dZ[m]
MS-11	PA-1	-344.1683	118.0607	-885.2179
PA-1	MS-02	3910.8911	1135.9430	1142.6227
MS-02	LP1	-6433.8816	-1500.8804	-1969.9053
LP1	MS-11	2867.1618	246.8717	1712.4940
X:	0.0030 m	Prueba W:	2.61	⚠
S:	-0.0050 m		-2.29	⚠
Z:	-0.0065 m		-5.90	⚠
X local:	0.0012 m	Prueba W:	0.89	
Y local:	-0.0045 m		-3.70	⚠
Altura:	0.0074 m		3.62	⚠
Error de cierre:	0.0088 m	(0.6 ppm)	Razón:(1:1759906)	
Longitud:	15429.6736 m			

**Cierre 8**

Desde	A	dX[m]	dY[m]	dZ[m]
MS-11	PA-1	-344.1683	118.0607	-885.2179
PA-1	MS-01	3813.4548	983.2419	1563.1110
MS-01	LP1	-6336.4482	-1348.1723	-2390.3933
LP1	MS-11	2867.1618	246.8717	1712.4940
X:	0.0001 m	Prueba W:	0.11	
S:	0.0019 m		0.92	
Z:	-0.0062 m		-5.16	⚠
X local:	0.0007 m	Prueba W:	0.62	
Y local:	-0.0064 m		-5.00	⚠
Altura:	0.0001 m		0.08	
Error de cierre:	0.0065 m	(0.4 ppm)	Razón:(1:2393233)	
Longitud:	15448.1057 m			

**REPORTE DE NIVELACION GEOMETRICA DE PRECISION**

Proyecto: : QUELLAVECO - OT-MQ10-014

Topógrafo : Dany Esquivel

FECHA: 11/04/2015

PtID	BS_HEIGHT	IS_HEIGHT	FS_HEIGHT	dH	MEAN_dH	Elevation	BS_DIST	FS_DIST	Δ Ida-Regreso	Tolerancia
PA-21	2.5601		0.6312	1.9289		100.0000	5.739	7.757	0.0003	0.0012
PA22	2.5440		0.6153	1.9287			5.744	7.758		
PA22					1.9288	101.9288				
PA22	2.8618		0.1735	2.6884		101.9288	8.377	5.832	-0.0007	0.0012
PA23	2.7819		0.0928	2.6890			8.404	5.810		
PA23					2.6887	104.6175				
PA23	3.2076		0.2445	2.9631		104.6175	8.444	7.048	0.0003	0.0012
PA24	3.1745		0.2117	2.9628			8.452	7.047		
PA24					2.9629	107.5805				
PA24	2.8432		0.5748	2.2684		107.5805	12.085	15.937	-0.0005	0.0017
PA25	2.7793		0.5103	2.2690			12.071	15.936		
PA25					2.2687	109.8492				
PA25	3.0711		1.1181	1.9530		109.8492	12.641	4.673	-0.0004	0.0013
PA26	2.9502		0.9968	1.9534			12.626	4.691		
PA26					1.9532	111.8024				
PA26	2.6268		0.5256	2.1012		111.8024	13.890	14.844	-0.0002	0.0017
PA27	2.6423		0.5409	2.1014			13.879	14.851		
PA27					2.1013	113.9037				
PA27	3.3121		0.6716	2.6405		113.9037	13.448	16.251	-0.0008	0.0017
PA28	3.2876		0.6463	2.6413			13.465	16.246		
PA28					2.6409	116.5446				

**REPORTE DE NIVELACION GEOMETRICA DE PRECISION**

Proyecto: : QUELLAVECO - OT-MQ10-014

Topógrafo : Dany Esquivel

FECHA: 11/04/2015

PtID	BS_HEIGHT	IS_HEIGHT	FS_HEIGHT	dH	MEAN_dH	Elevation	BS_DIST	FS_DIST	Δ Ida-Regreso	Tolerancia
PA28	3.4833		0.9115	2.5718		116.5446	13.818	18.470	0.0005	0.0018
PA29	3.5191		0.9478	2.5713			13.814	18.464		
PA29					2.5715	119.1161				
PA29	3.1659		0.4695	2.6964		119.1161	5.937	14.335	-0.0001	0.0014
PA30	3.2248		0.5282	2.6966			5.955	14.333		
PA30					2.6965	121.8126				
PA30	2.4659		0.4295	2.0364		121.8126	9.305	21.500	-0.0002	0.0018
PA31	2.4494		0.4128	2.0366			9.295	21.487		
PA31					2.0365	123.8491				
PA31	2.8867		0.5715	2.3152		123.8491	17.101	19.752	-0.0001	0.0019
PA32	2.8595		0.5442	2.3153			17.107	19.748		
PA32					2.3153	126.1644				
PA32	2.4081		0.6038	1.8044		126.1644	17.245	13.980	0.0005	0.0018
PA33	2.3937		0.5898	1.8039			17.233	13.993		
PA33					1.8042	127.9685				
PA33	2.8391		0.9348	1.9042		127.9685	10.179	16.022	0.0007	0.0016
PA34	2.8672		0.9637	1.9035			10.109	16.013		
PA34					1.9039	129.8724				
PA34	2.1430		1.1753	0.9677		129.8724	25.841	26.458	0.0009	0.0023
PA35	2.1220		1.1552	0.9668			25.863	26.456		
PA35					0.9673	130.8396				

**REPORTE DE NIVELACION GEOMETRICA DE PRECISION**

Proyecto: : QUELLAVECO - OT-MQ10-014

Topógrafo : Dany Esquivel

FECHA: 11/04/2015

PtID	BS_HEIGHT	IS_HEIGHT	FS_HEIGHT	dH	MEAN_dH	Elevation	BS_DIST	FS_DIST	Δ Ida-Regreso	Tolerancia
PA35	3.0674		2.2692	0.7982		130.8396	21.202	29.204	0.0003	0.0022
PA36	3.0482		2.2503	0.7979			21.207	29.220		
PA36					0.7980	131.6377				
PA36	3.2347		0.5316	2.7030		131.6377	16.716	7.426	0.0001	0.0016
PA37	3.2197		0.5167	2.7029			16.716	7.420		
PA37					2.7030	134.3407				
PA37	3.4192		0.4015	3.0177		134.3407	16.671	3.778	-0.0011	0.0014
MS-01	3.3870		0.3682	3.0188			16.647	3.776		
MS-01					3.0183	137.3590				
<b>SUMATORIA</b>	<b>98.8463</b>	<b>37.3590</b>	<b>24.1284</b>		<b>37.3590</b>	<b>37.3590</b>	<b>228.612</b>	<b>243.258</b>	<b>-0.0006</b>	<b>0.0049</b>

**RESUMEN DE NIVELACION**

Punto de inicio / elevación

PA-21

100.0000

Punto final / elevación

MS-01

137.3590

Longitud Linea de nivelación

471.869 m

Diferencia de Elevación

37.359 m

**REPORTE DE NIVELACION GEOMETRICA DE PRECISION**

Proyecto: : QUELLAVECO - OT-MQ10-014  
Topógrafo : Dany Esquivel

FECHA: 11/04/2015

PtID	BS_HEIGHT	IS_HEIGHT	FS_HEIGHT	dH	MEAN_dH	Elevation	BS_DIST	FS_DIST	Δ Ida-Regreso	Tolerancia
MS-01	3.0782		0.3071	2.7711		100.0000	9.401	6.259	-0.0003	0.0013
MS02	3.0534		0.2820	2.7714			9.400	6.248		
MS02					2.7712	102.7712				
MS02	2.1664		0.4735	1.6930		102.7712	9.376	9.821	0.0002	0.0014
MS03	2.1329		0.4402	1.6927			9.370	9.814		
MS03					1.6929	104.4641				
MS03	2.1789		1.3417	0.8371		104.4641	16.223	9.567	-0.0011	0.0016
MS04	2.2032		1.3649	0.8383			16.203	9.553		
MS04					0.8377	105.3018				
MS04	3.8225		0.9565	2.8660		105.3018	6.606	14.015	-0.0012	0.0014
MS05	3.8062		0.9389	2.8673			6.584	14.020		
MS05					2.8667	108.1685				
MS05	2.8608		0.1690	2.6918		108.1685	6.548	10.059	0.0008	0.0013
MS06	2.8256		0.1347	2.6910			6.555	10.061		
MS06					2.6914	110.8598				
MS06	2.3183		0.5126	1.8057		110.8598	20.113	11.706	-0.0002	0.0018
MS07	2.2735		0.4676	1.8059			20.135	11.712		
MS07					1.8058	112.6657				
MS07	3.1450		0.3769	2.7681		112.6657	17.724	7.716	0.0000	0.0016
MS08	3.1184		0.3503	2.7681			17.726	7.715		
MS08					2.7681	115.4337				
MS08	3.6464		0.2304	3.4160		115.4337	27.070	12.766	0.0002	0.0020
MS09	3.6223		0.2065	3.4158			27.078	12.779		
MS09					3.4159	118.8496				
MS09	3.0651		0.1460	2.9191		118.8496	18.813	17.515	0.0008	0.0019
MS10	3.0373		0.1190	2.9183			18.817	17.514		
MS10					2.9187	121.7683				
MS10	2.6923		1.3744	1.3179		121.7683	25.855	24.305	0.0001	0.0022

**REPORTE DE NIVELACION GEOMETRICA DE PRECISION**

Proyecto: : QUELLAVECO - OT-MQ10-014  
Topógrafo : Dany Esquivel

FECHA: 11/04/2015

PtID	BS_HEIGHT	IS_HEIGHT	FS_HEIGHT	dH	MEAN_dH	Elevation	BS_DIST	FS_DIST	Δ Ida-Regreso	Tolerancia
MS11	2.6686		1.3508	1.3178			25.749	24.315		
MS11					1.3179	123.0862				
MS11	1.2878		0.9785	0.3093		123.0862	45.598	60.739	-0.0002	0.0033
MS12	1.2733		0.9638	0.3095			45.618	60.717		
MS12					0.3094	123.3956				
MS12	2.5411		1.0327	1.5084		123.3956	56.231	9.077	0.0003	0.0026
MS13	2.5105		1.0024	1.5082			56.209	9.080		
MS13					1.5083	124.9039				
MS13	0.9885		2.3784	-1.3899		124.9039	7.165	40.485	-0.0001	0.0022
MS14	0.9190		2.3087	-1.3898			7.168	40.436		
MS14					-1.3898	123.5141				
MS14	1.0516		1.9100	-0.8584		123.5141	49.078	53.229	-0.0008	0.0032
MS15	1.0674		1.9250	-0.8576			49.077	53.320		
MS15					-0.8580	122.6561				
MS15	1.8799		1.1658	0.7141		122.6561	11.304	15.806	0.0000	0.0016
AUX-1	1.9561		1.2421	0.7140			11.358	15.819		
AUX-1					0.7141	123.3701				
AUX-1	1.2420		3.0443	-1.8023		123.3701	15.817	3.884	0.0004	0.0014
MS17	1.2184		3.0211	-1.8027			15.834	3.938		
MS17					-1.8025	121.5676				
MS17	0.7938		2.9916	-2.1978		121.5676	9.329	9.771	-0.0004	0.0014
MS18	0.7823		2.9798	-2.1974			9.328	9.736		
MS18					-2.1976	119.3700				
MS18	0.2264		2.6473	-2.4209		119.3700	9.362	8.520	-0.0008	0.0013
MS-02	0.2554		2.6746	-2.4201			9.361	8.632		
MS-02					-2.4201	116.9500				
<b>SUMATORIA</b>	<b>77.7088</b>	<b>16.9499</b>	<b>43.8089</b>	<b>16.9484</b>	<b>16.9499</b>	<b>16.9500</b>	<b>361.590</b>	<b>325.325</b>	<b>-0.0022</b>	<b>0.0059</b>

**REPORTE DE NIVELACION GEOMETRICA DE PRECISION**

Proyecto: : QUELLAVECO - OT-MQ10-014  
 Topógrafo : Dany Esquivel

FECHA: 11/04/2015

PtID	BS_HEIGHT	IS_HEIGHT	FS_HEIGHT	dH	MEAN_dH	Elevation	BS_DIST	FS_DIST	Δ Ida-Regreso	Tolerancia
------	-----------	-----------	-----------	----	---------	-----------	---------	---------	---------------	------------

**RESUMEN DE NIVELACION**

Punto de inicio / elevación	MS-01	100.0000
Punto final / elevación	MS-02	116.9500
Longitud Línea de nivelación		686.915 m
Diferencia de Elevación		16.950 m

**REPORTE DE NIVELACION GEOMETRICA DE PRECISION**

Proyecto: : QUELLAVECO - OT-MQ10-014

Topógrafo : Dany Esquivel

FECHA: 11/04/2015

PTID	BS_HEIGHT	IS_HEIGHT	FS_HEIGHT	dH	MEAN_dH	Elevation	BS_DIST	FS_DIST	Δ Ida-Regreso	Tolerancia
AUX-1	2.3065		1.6895	0.6170		123.3700	34.171	28.967	-0.0011	0.0025
MS17	2.2899		1.6718	0.6181			34.239	28.991		
MS17					0.6176	123.9876				
MS17	2.1227		0.1623	1.9604		123.9876	27.491	18.725	0.0006	0.0021
MS18	2.0981		0.1383	1.9598			27.504	18.730		
MS18					1.9601	125.9477				
MS18	1.5855		0.1891	1.3964		125.9477	42.872	21.423	0.0001	0.0025
MS19	1.5578		0.1616	1.3962			42.874	21.433		
MS19					1.3963	127.3440				
MS19	1.3591		2.3653	-1.0062		127.3440	18.859	25.075	-0.0002	0.0021
MS20	1.3323		2.3384	-1.0060			18.833	25.061		
MS20					-1.0061	126.3378				
MS20	0.4801		2.7471	-2.2670		126.3378	15.416	23.986	0.0024	0.0020
MS21	0.4557		2.7250	-2.2694			15.407	23.914		
MS21					-2.2682	124.0696				
MS21	1.7926		2.6875	-0.8950		124.0696	41.331	22.163	0.0004	0.0025
MS22	1.7677		2.6630	-0.8954			41.416	22.224		
MS22					-0.8952	123.1745				
MS22	2.4270		1.4274	0.9996		123.1745	33.890	13.584	-0.0017	0.0022
MS23	2.4110		1.4097	1.0013			33.923	13.581		
MS23					1.0005	124.1750				
MS23	2.2410		3.0339	-0.7928		124.1750	52.063	23.316	-0.0010	0.0027
MS24	2.2342		3.0260	-0.7918			52.290	23.249		
MS24					-0.7923	123.3826				
MS24	0.2463		2.3515	-2.1053		123.3826	46.546	52.351	0.0016	0.0031
MS25	0.2212		2.3281	-2.1068			46.616	52.355		
MS25					-2.1060	121.2766				
MS25	1.1088		1.4866	-0.3778		121.2766	47.343	49.889	0.0011	0.0031
MS26	1.0804		1.4593	-0.3789			47.350	49.944		
MS26					-0.3784	120.8982				

**REPORTE DE NIVELACION GEOMETRICA DE PRECISION**

Proyecto: : QUELLAVECO - OT-MQ10-014

Topógrafo : Dany Esquivel

FECHA: 11/04/2015

PtID	BS_HEIGHT	IS_HEIGHT	FS_HEIGHT	dH	MEAN_dH	Elevation	BS_DIST	FS_DIST	Δ Ida-Regreso	Tolerancia
MS26	0.1831		1.5613	-1.3782		120.8982	34.152	53.325	0.0011	0.0030
MS27	0.1681		1.5474	-1.3793			34.198	53.377		
MS27					-1.3788	119.5194				
MS27	2.1302		1.4326	0.6976		119.5194	34.042	37.741	0.0003	0.0027
MS28	2.1055		1.4082	0.6973			34.050	37.766		
MS28					0.6974	120.2168				
MS28	1.2796		1.4399	-0.1603		120.2168	30.783	40.733	0.0007	0.0027
MS29	1.2695		1.4304	-0.1610			30.758	40.718		
MS29					-0.1607	120.0562				
MS29	0.4165		1.9409	-1.5244		120.0562	41.058	40.801	-0.0008	0.0029
MS30	0.3997		1.9233	-1.5236			41.061	40.762		
MS30					-1.5240	118.5322				
MS30	0.7228		1.1187	-0.3959		118.5322	31.626	30.318	0.0004	0.0025
MS31	0.7128		1.1091	-0.3963			31.537	30.340		
MS31					-0.3961	118.1361				
MS31	0.4994		0.8398	-0.3403		118.1361	44.568	40.614	-0.0007	0.0029
MS32	0.4816		0.8212	-0.3396			44.572	40.673		
MS32					-0.3400	117.7961				
MS32	0.8943		0.2301	0.6642		117.7961	20.774	12.661	-0.0007	0.0018
MS33	0.9252		0.2604	0.6648			20.761	12.670		
MS33					0.6645	118.4606				
MS33	2.8858		1.3330	1.5528		118.4606	30.066	15.000	0.0000	0.0021
MS34	2.8712		1.3185	1.5527			30.070	15.046		
MS34					1.5528	120.0133				
MS34	0.4111		1.4909	-1.0799		120.0133	49.657	35.406	0.0017	0.0029
MS35	0.3807		1.4624	-1.0816			49.438	35.364		
MS35					-1.0807	118.9326				
MS35	0.5435		1.0156	-0.4721		118.9326	32.689	38.351	-0.0010	0.0027
MS36	0.5237		0.9948	-0.4711			32.662	38.343		
MS36					-0.4716	118.4610				

**REPORTE DE NIVELACION GEOMETRICA DE PRECISION**

Proyecto: : QUELLAVECO - OT-MQ10-014  
Topógrafo : Dany Esquivel

FECHA: 11/04/2015

PTID	BS_HEIGHT	IS_HEIGHT	FS_HEIGHT	dH	MEAN_dH	Elevation	BS_DIST	FS_DIST	Δ Ida-Regreso	Tolerancia
MS36	4.5369		0.5796	3.9573		118.4610	20.962	17.122	0.0015	0.0020
MS37	4.5123		0.5565	3.9558			20.938	17.129		
MS37					3.9565	122.4175				
MS37	2.9067		1.0056	1.9012		122.4175	13.654	23.896	-0.0013	0.0019
MS38	2.8821		0.9796	1.9025			13.710	23.853		
MS38					1.9018	124.3193				
MS38	3.3234		0.4393	2.8841		124.3193	13.726	14.904	0.0015	0.0017
MS39	3.3009		0.4192	2.8826			13.681	14.905		
MS39					2.8829	127.2022				
MS39	2.3102		0.7554	1.5548		127.2022	12.567	14.185	-0.0012	0.0016
MS40	2.2939		0.7378	1.5560			12.610	14.205		
MS40					1.5554	128.7577				
MS40	3.4858		1.0058	2.4800		128.7577	16.321	16.061	0.0001	0.0018
MS41	3.4630		0.9854	2.4799			16.286	16.042		
MS41					2.4788	131.2365				
MS41	2.7621		0.8421	1.9199		131.2365	14.315	15.720	-0.0006	0.0017
MS42	2.7581		0.8375	1.9206			14.347	15.729		
MS42					1.9203	133.1567				
MS42	3.7155		1.1535	2.5621		133.1567	17.100	15.465	-0.0004	0.0018
MS43	3.6945		1.1321	2.5624			17.098	15.475		
MS43					2.5622	135.7190				
MS43	4.4324		0.6280	3.8044		135.7190	16.342	16.759	0.0009	0.0018
MS44	4.4105		0.6070	3.8035			16.341	16.795		
MS44					3.8040	139.5229				
MS44	2.9898		1.1456	1.8442		139.5229	10.407	18.513	-0.0006	0.0017
MS45	2.9730		1.1281	1.8449			10.376	18.506		
MS45					1.8446	141.3675				
MS45	3.1241		0.8229	2.3012		141.3675	14.836	9.475	0.0008	0.0016
MS46	3.1574		0.8570	2.3004			14.818	9.490		
MS46					2.3008	143.6683				

**REPORTE DE NIVELACION GEOMETRICA DE PRECISION**

Proyecto: : QUELLAVECO - OT-MQ10-014

Topógrafo : Dany Esquivel

FECHA: 11/04/2015

PtID	BS_HEIGHT	IS_HEIGHT	FS_HEIGHT	dH	MEAN_dH	Elevation	BS_DIST	FS_DIST	Δ Ida-Regreso	Tolerancia
MS46	2.3480		0.3866	1.9614		143.6683	20.427	6.830	-0.0002	0.0017
MS47	2.3255		0.3639	1.9616			20.367	6.828		
MS47					1.9615	145.6298				
MS47	2.8113		1.3409	1.4703		145.6298	7.192	5.136	-0.0009	0.0011
MS-04	2.8026		1.3314	1.4712			7.207	5.100		
MS-04					1.4708	147.1005				
<b>SUMATORIA</b>	<b>128.2419</b>	<b>23.7305</b>	<b>80.7809</b>		<b>23.7305</b>	<b>23.7305</b>	<b>887.293</b>	<b>798.545</b>	<b>0.0030</b>	<b>0.0092</b>

**RESUMEN DE NIVELACION**

Punto de inicio / elevación

AUX-1
MS-04

123.3700
147.1010

Punto final / elevación

Longitud Línea de nivelación

1685.838 m

Diferencia de Elevación

23.731 m

**REPORTE DE NIVELACION GEOMETRICA DE PRECISION**

Proyecto: : QUELLAVECO - OT-MQ10-014

Topógrafo : Dany Esquivel

FECHA: 11/04/2015

PtID	BS_HEIGHT	IS_HEIGHT	FS_HEIGHT	dH	MEAN_dH	Elevation	BS_DIST	FS_DIST	Δ Ida-Regreso	Tolerancia
MS-04	2.4437		1.1108	1.3330		100.0000	18.912	26.666	0.0003	0.002
MS05	2.4242		1.0915	1.3327			18.872	26.680		
MS05					1.3328	101.3328				
MS05	3.0649		0.4907	2.5742		101.3328	34.180	26.249	0.0004	0.002
MS06	3.0444		0.4706	2.5738			34.184	26.276		
MS06					2.5740	103.9069				
MS06	3.2644		1.2536	2.0108		103.9069	29.143	33.007	0.0005	0.002
MS07	3.3008		1.2904	2.0104			29.200	33.016		
MS07					2.0106	105.9175				
MS07	3.8156		0.5447	3.2709		105.9175	15.255	21.506	-0.0003	0.002
MS08	3.7947		0.5235	3.2712			15.254	21.503		
MS08					3.2711	109.1885				
MS08	3.5519		0.9209	2.6309		109.1885	15.523	26.159	0.0012	0.002
MS09	3.5252		0.8955	2.6298			15.354	26.189		
MS09					2.6303	111.8189				
MS09	3.5925		1.1663	2.4241		111.8189	17.325	20.713	0.0003	0.002
MS10	3.5767		1.1530	2.4238			17.520	20.782		
MS10					2.4250	114.2438				
MS10	3.6474		0.7836	2.8638		114.2438	16.343	28.956	0.0001	0.002
MS11	3.6299		0.7662	2.8637			16.339	28.932		
MS11					2.8638	117.1076				
MS11	3.1164		1.6772	1.4392		117.1076	7.972	4.235	0.0006	0.001
MS-05	3.0998		1.6617	1.4386			7.947	4.256		
MS-05					1.4386	118.5462				
<b>SUMATORIA</b>	<b>52.8925</b>	<b>18.5462</b>	<b>15.8000</b>	<b>18.5471</b>	<b>18.5462</b>	<b>18.5462</b>	<b>154.661</b>	<b>187.562</b>	<b>0.0031</b>	<b>0.0041</b>

**REPORTE DE NIVELACION GEOMETRICA DE PRECISION**

Proyecto: : QUELLAVECO - OT-MQ10-014

Topógrafo : Dany Esquivel

FECHA: 11/04/2015

PtID	BS_HEIGHT	IS_HEIGHT	FS_HEIGHT	dH	MEAN_dH	Elevation	BS_DIST	FS_DIST	Δ Ida-Regreso	Tolerancia
------	-----------	-----------	-----------	----	---------	-----------	---------	---------	---------------	------------

**RESUMEN DE NIVELACION**

Punto de inicio / elevación

MS-04

100.0000

Punto final / elevación

MS-05

118.5460

Longitud Línea de nivelación

342.223 m

Diferencia de Elevación

18.546 m

**REPORTE DE NIVELACION GEOMETRICA DE PRECISION**

Proyecto: : QUELLAVECO - OT-MQ10-014

Topógrafo : Dany Esquivel

FECHA: 11/04/2015

PtID	BS_HEIGHT	IS_HEIGHT	FS_HEIGHT	dH	MEAN_dH	Elevation	BS_DIST	FS_DIST	MEAS TYPE	Δ Ida-Regreso	Tolerancia
MS-05	1.6599		0.8510	0.8089		100.0000	4.168	41.259	Upright	-0.0002	0.0021
MS13	1.6418		0.8327	0.8091			4.190	41.243	Upright		
MS13					0.8090	100.8090					
MS13	3.3774		0.2073	3.1701		100.8090	10.322	7.349	Upright	0.0000	0.0013
MS14	3.3631		0.1931	3.1700			10.331	7.354	Upright		
MS14					3.1701	103.9790					
MS14	2.6920		0.9270	1.7650		103.9790	22.397	31.450	Upright	0.0001	0.0023
MS15	2.6723		0.9075	1.7649			22.451	31.460	Upright		
MS15					1.7649	105.7440					
MS15	3.9072		0.6877	3.2195		105.7440	10.872	17.237	Upright	0.0009	0.0017
MS16	3.9288		0.7103	3.2186			10.830	17.266	Upright		
MS16					3.2190	108.9630					
MS16	2.6355		0.8627	1.7727		108.9630	32.020	15.280	Upright	-0.0006	0.0022
MS17	2.6196		0.8462	1.7734			32.016	15.277	Upright		
MS17					1.7731	110.7360					
MS17	3.6720		0.6845	2.9874		110.7360	5.272	33.581	Upright	0.0003	0.0020
MS18	3.6584		0.6714	2.9871			5.298	33.529	Upright		
MS18					2.9872	113.7233					
MS18	2.7129		0.7254	1.9874		113.7233	25.829	19.908	Upright	0.0006	0.0021
MS19	2.6845		0.6976	1.9868			25.806	19.908	Upright		
MS19					1.9871	115.7104					
MS19	3.2977		1.4611	1.8367		115.7104	11.782	30.360	Upright	-0.0002	0.0021
MS-06	3.2784		1.4416	1.8368			11.773	30.383	Upright		
MS-06					1.8367	117.5471					
<b>SUMATORIA</b>	<b>47.8014</b>	<b>17.5471</b>	<b>12.7071</b>		<b>17.5471</b>	<b>17.5471</b>	<b>122.679</b>	<b>196.422</b>		<b>0.0010</b>	<b>0.0040</b>

**REPORTE DE NIVELACION GEOMETRICA DE PRECISION**

Proyecto: : QUELLAVECO - OT-MQ10-014

Topógrafo : Dany Esquivel

FECHA: 11/04/2015

PtID	BS_HEIGHT	IS_HEIGHT	FS_HEIGHT	dH	MEAN_dH	Elevation	BS_DIST	FS_DIST	MEAS TYPE	Δ Ida-Regreso	Tolerancia
------	-----------	-----------	-----------	----	---------	-----------	---------	---------	-----------	---------------	------------

**RESUMEN DE NIVELACION**

Punto de inicio / elevación	MS-05	100.0000
Punto final / elevación	MS-06	117.5470
Longitud Linea de nivelación		319.101 m
Diferencia de Elevación		17.547 m

### 10: Fichas técnicas de puntos Base – Fuente la empresa

		<b>FICHA TECNICA DE PUNTO GEODESICO</b>		<b>GP-F-05</b>	
				V.02 (marzo 2014)	
<b>IDENTIFICACION:</b> <b>MS-01</b>		<b>PROYECTO:</b> OT-MQ10-014 - LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO SECTOR CAMINO PLANTA MINA			
DEPARTAMENTO: PROVINCIA: DISTRITO: LOCALIDAD O SECTOR:		MOQUEGUA MARISCAL NIETO TORATA QUELLAVECO		ORDEN DEL PUNTO <b>C</b> PUNTOS BASE - GPS	
TECNICA DE MEDICIÓN GPS DIFERENCIAL - ESTATICO				<b>LP1 y PA-1</b>	
COORDENADAS GEOGRAFICAS Zona 19 Sur		COORDENADAS UTM Zona 19 Sur		COORDENADA TOPOGRAFICA (PTL: LP1)	
<b>WGS 84</b>	17° 06' 16.03298" S 70° 37' 37.07245" W	<i>N: 8108166.7410</i> <i>E: 326897.4756</i>	- -		
<b>PSAD 56 (IGN)</b>	17° 06' 3.20105" S 70° 37' 30.36399" W	<i>N: 8108539.9216</i> <i>E: 327085.4769</i>	<i>N: 8108541.386</i> <i>E: 327089.212</i>		
<b>ALTURA ELIPSOIDAL (WGS 84)</b> 3679.0231		<b>ALTURA GEOIDAL (EGM 96)</b> 3638.3681		<b>ELEV. GEOMETRICA (Base: PA-21)</b> 3636.346	
Fecha de medición <b>16 de abril de 2015</b>		Equipo GPS Leica GS-09		Factor Combinado (WGS84-UTM) <b>0.99939277571</b>	
<b>CROQUIS DE UBICACIÓN:</b>				<b>FOTOGRAFIA:</b>	
<b>DESCRIPCIÓN:</b> El punto MS-01 se ubica a la izquierda de la carretera Cujajone-Toquepala a 800 m pasando el puente Quellaveco. El hito consiste en un dado de concreto simple de 0.25x0.25x0.40 m (LxAxH), anclado bajo el nivel del terreno, sobre cuyo eje lleva fijado un perno de 5"x3/8" de cabeza circular con una marca en bajo relieve en forma de "X" que precisa la ubicación del punto.					

		<b>FICHA TECNICA DE PUNTO GEODESICO</b>		<b>GP-F-05</b>
				V.02 (marzo 2014)
<b>IDENTIFICACION:</b> <b>MS-02</b>		<b>PROYECTO:</b> OT-MQ10-014 - LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO SECTOR CAMINO PLANTA MINA		
<b>DEPARTAMENTO:</b> <b>PROVINCIA:</b> <b>DISTRITO:</b> <b>LOCALIDAD O SECTOR:</b>		<b>MOQUEGUA</b> <b>MARISCAL NIETO</b> <b>TORATA</b> <b>QUELLAVECO</b>		<b>ORDEN DEL PUNTO</b>  <b>C</b>  PUNTOS BASE - GPS
<b>TECNICA DE MEDICIÓN</b> GPS DIFERENCIAL - ESTATICO				<b>LP1 y PA-1</b>
<b>COORDENADAS GEOGRAFICAS</b>		<b>COORDENADAS UTM</b>		<b>COORDENADA TOPOGRAFICA</b>
Zona 19 Sur		Zona 19 Sur		(PTL: LP1)
<b>WGS 84</b>	17° 06' 30.16679" S 70° 37' 32.25245" W	N: 8107733.4610 E: 327043.5867		- -
<b>PSAD 56 (IGN)</b>	17° 06' 17.33463" S 70° 37' 25.54414" W	N: 8108106.6408 E: 327231.5871		N: 8108107.862 E: 327235.414
<b>ALTURA ELIPSOIDAL (WGS 84)</b>		<b>ALTURA GEOIDAL (EGM 96)</b>		<b>ELEV. GEOMETRICA (Base: PA-21)</b>
3695.9168		3655.2920		3653.296
Fecha de medición		Equipo GPS		Factor Combinado (WGS84-UTM)
16 de abril de 2015		Leica GS-09		0.99938950094
<b>CROQUIS DE UBICACIÓN:</b>				<b>FOTOGRAFIA:</b>
<b>DESCRIPCIÓN:</b> El punto MS-02 se ubica a la izquierda de la carretera Cuajone-Toquepala a 1.3 Km pasando el puente Quellaveco. El Hito consiste en un dado de concreto simple de 0.25x0.25x0.40 m (LxAxH), anclado bajo el nivel del terreno, sobre cuyo eje lleva fijado un perno de 5"x3/8" de cabeza circular con una marca en bajo relieve en forma de "X" que precisa la ubicación del punto.				

		<b>FICHA TECNICA DE PUNTO GEODESICO</b>		<b>GP-F-05</b>	
				V.02 (marzo 2014)	
<b>IDENTIFICACION:</b> <b>MS-04</b>		<b>PROYECTO:</b> OT-MQ10-014 - LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO SECTOR CAMINO PLANTA MINA			
<b>DEPARTAMENTO:</b> <b>PROVINCIA:</b> <b>DISTRITO:</b> <b>LOCALIDAD O SECTOR:</b>		<b>MOQUEGUA</b> <b>MARISCAL NIETO</b> <b>TORATA</b> <b>QUELLAVECO</b>		<b>ORDEN DEL PUNTO</b> <b>C</b> <b>PUNTOS BASE - GPS</b>	
<b>TECNICA DE MEDICIÓN</b> GPS DIFERENCIAL - ESTATICO				<b>LP1 y PA-1</b>	
<b>COORDENADAS GEOGRAFICAS</b> Zona 19 Sur		<b>COORDENADAS UTM</b> Zona 19 Sur		<b>COORDENADA TOPOGRAFICA</b> (PTL: LP1)	
<b>WGS 84</b>	17° 06' 30.83269" S 70° 37' 51.96311" W	<i>N: 8107708.1180</i> <i>E: 326461.1021</i>	- -		
<b>PSAD 56 (IGN)</b>	17° 06' 18.00072" S 70° 37' 45.25366" W	<i>N: 8108081.2988</i> <i>E: 326649.1017</i>	<i>N: 8108082.511</i> <i>E: 326652.595</i>		
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> (WGS 84) 3725.9486		<b>ALTURA GEOIDAL</b> (EGM 96) 3685.3601		<b>ELEV. GEOMETRICA</b> (Base: PA-21) 3683.447	
Fecha de medición <b>16 de abril de 2015</b>		Equipo GPS Leica GS-09		Factor Combinado (WGS84-UTM) <b>0.99938728474</b>	
<b>CROQUIS DE UBICACIÓN:</b>			<b>FOTOGRAFIA:</b>		
<b>DESCRIPCIÓN:</b> El punto MS-04 se ubica 600m al oeste del punto MS-02. El hito consiste en un dado de concreto simple de 0.25x0.25x0.40 m (LxAxH), anclado bajo el nivel del terreno, sobre cuyo eje lleva fijado un perno de 5"x3/8" de cabeza circular con una marca en bajo relieve en forma de "X" que precisa la ubicación del punto.					

		<b>FICHA TECNICA DE PUNTO GEODESICO</b>		<b>GP-F-05</b>	
<b>IDENTIFICACION:</b> <b>MS-05</b>		<b>PROYECTO:</b> OT-MQ10-014 - LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO SECTOR CAMINO PLANTA MINA			
<b>DEPARTAMENTO:</b> <b>PROVINCIA:</b> <b>DISTRITO:</b> <b>LOCALIDAD O SECTOR:</b>		<b>MOQUEGUA</b> <b>MARISCAL NIETO</b> <b>TORATA</b> <b>QUELLAVECO</b>		<b>ORDEN DEL PUNTO</b> <b>C</b> <b>PUNTOS BASE - GPS</b>	
<b>TECNICA DE MEDICIÓN</b> GPS DIFERENCIAL - ESTATICO				<b>LP1 y PA-1</b>	
<b>COORDENADAS GEOGRAFICAS</b> Zona 19 Sur		<b>COORDENADAS UTM</b> Zona 19 Sur		<b>COORDENADA TOPOGRAFICA</b> (PTL: LP1)	
<b>WGS 84</b>	17° 06' 29.23339" S 70° 37' 58.38726" W	<i>N: 8107755.6890</i> <i>E: 326270.7888</i>	- -		
<b>PSAD 56 (IGN)</b>	17° 06' 16.40149" S 70° 37' 51.67745" W	<i>N: 8108128.8701</i> <i>E: 326458.7886</i>	<i>N: 8108130.112</i> <i>E: 326462.177</i>		
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> (WGS 84) 3744.4687		<b>ALTURA GEOIDAL</b> (EGM 96) 3703.8870		<b>ELEV. GEOMETRICA</b> (Base: PA-21) 3701.993	
Fecha de medición <b>16 de abril de 2015</b>		Equipo GPS Leica GS-09		Factor Combinado (WGS84-UTM) 0.99938519666	
<b>CROQUIS DE UBICACIÓN:</b>				<b>FOTOGRAFIA:</b>	
<b>DESCRIPCIÓN:</b> El punto MS-05 se ubica 800 m al oeste del punto MS-02 y a 650 al norte de la Línea Gravitacional Quimsuta-Caracoles. El Hito consiste en un dado de concreto simple de 0.25x0.25x0.40 m (LxAxH), anclado bajo el nivel del terreno, sobre cuyo eje lleva fijado un perno de 5"x3/8" de cabeza circular con una marca en bajo relieve en forma de "X" que precisa la ubicación del punto.					

		<b>FICHA TECNICA DE PUNTO GEODESICO</b>		<b>GP-F-05</b>	
				<b>V.02 (marzo 2014)</b>	
<b>IDENTIFICACION:</b> <b>MS-06</b>		<b>PROYECTO:</b> <b>OT-MQ10-014 - LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO SECTOR CAMINO PLANTA MINA</b>			
<b>DEPARTAMENTO:</b> <b>PROVINCIA:</b> <b>DISTRITO:</b> <b>LOCALIDAD O SECTOR:</b>		<b>MOQUEGUA</b> <b>MARISCAL NIETO</b> <b>TORATA</b> <b>QUELLAVECO</b>		<b>ORDEN DEL PUNTO</b>  <b>C</b>  <b>PUNTOS BASE - GPS</b>	
<b>TECNICA DE MEDICIÓN</b> <b>GPS DIFERENCIAL - ESTATICO</b>				<b>LP1 y PA-1</b>	
<b>COORDENADAS GEOGRAFICAS</b> Zona 19 Sur		<b>COORDENADAS UTM</b> Zona 19 Sur		<b>COORDENADA TOPOGRAFICA</b> (PTL: LP1)	
<b>WGS 84</b>	17° 06' 29.78869" S	<i>N: 8107736.9100</i>		-	
	70° 38' 05.27897" W	<i>E: 326067.2095</i>		-	
<b>PSAD 56 (IGN)</b>	17° 06' 16.95684" S	<i>N: 8108110.0913</i>		<i>N: 8108111.326</i>	
	70° 37' 58.56875" W	<i>E: 326255.2090</i>		<i>E: 326258.484</i>	
<b>ALTURA ELIPSOIDAL (WGS 84)</b> <b>3761.9800</b>		<b>ALTURA GEOIDAL (EGM 96)</b> <b>3721.4118</b>		<b>ELEV. GEOMETRICA (Base: PA-21)</b> <b>3719.540</b>	
<b>Fecha de medición</b> <b>16 de abril de 2015</b>		<b>Equipo GPS</b> <b>Leica GS-09</b>		<b>Factor Combinado (WGS84-UTM)</b> <b>0.99938332477</b>	
<b>CROQUIS DE UBICACIÓN:</b>				<b>FOTOGRAFIA:</b>	
<b>DESCRIPCIÓN:</b> El punto MS-06 se ubica 200 m al oeste del punto MS-05 y a 550 al norte de la Línea Gravitacional Quimsuta-Caracoles. El Hito consiste en un dado de concreto simple de 0.25x0.25x0.40 m (LxAxH), anclado bajo el nivel del terreno, sobre cuyo eje lleva fijado un perno de 5"x3/8" de cabeza circular con una marca en bajo relieve en forma de "X" que precisa la ubicación del punto.					

		<b>FICHA TECNICA DE PUNTO GEODESICO</b>		<b>GP-F-05</b>	
				V.02 (marzo 2014)	
IDENTIFICACION: <b>MS-08</b>		PROYECTO: <b>OT-MQ10-014 - LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO SECTOR CAMINO PLANTA MINA</b>			
DEPARTAMENTO: PROVINCIA: DISTRITO: LOCALIDAD O SECTOR:		<b>MOQUEGUA</b> <b>MARISCAL NIETO</b> <b>TORATA</b> <b>QUELLAVECO</b>		ORDEN DEL PUNTO <b>C</b> PUNTOS BASE - GPS	
TECNICA DE MEDICIÓN <b>GPS DIFERENCIAL - ESTATICO</b>				<b>LP1 y PA-1</b>	
COORDENADAS GEOGRAFICAS Zona 19 Sur		COORDENADAS UTM Zona 19 Sur		COORDENADA TOPOGRAFICA (PTL: LP1)	
<b>WGS 84</b>	17° 06' 32.54606" S 70° 38' 27.21793" W	<i>N: 8107646.6930</i> <i>E: 325419.3952</i>		- -	
	<b>PSAD 56 (IGN)</b>	17° 06' 19.71438" S 70° 37' 20.50642" W	<i>N: 8108019.8755</i> <i>E: 325607.3938</i>		<i>N: 8108021.067</i> <i>E: 325610.302</i>
<b>ALTURA ELIPSOIDAL (WGS 84)</b> <b>3817.2761</b>		<b>ALTURA GEOIDAL (EGM 96)</b> <b>3776.7538</b>		<b>Elev. Trigonométrica (Base: MS-06)</b> <b>3774.981</b>	
Fecha de medición <b>16 de abril de 2015</b>		Equipo GPS <b>Leica GS-09</b>		Factor Combinado (WGS84-UTM) <b>0.99937744210</b>	
CROQUIS DE UBICACIÓN:				FOTOGRAFIA:	
					
<b>DESCRIPCIÓN:</b> El punto MS-08 se ubica 650 m al oeste del punto MS-06 y a 350 al norte de la Línea Gravitacional Quimsuta-Caracoles. El Hito consiste en un dado de concreto simple de 0.25x0.25x0.40 m (LxAxH), anclado bajo el nivel del terreno, sobre cuyo eje lleva fijado un perno de 5"x3/8" de cabeza circular con una marca en bajo relieve en forma de "X" que precisa la ubicación del punto.					

		<b>FICHA TECNICA DE PUNTO GEODESICO</b>		<b>GP-F-05</b>	
				V.02 (marzo 2014)	
IDENTIFICACION: <b>MS-09</b>		PROYECTO: <b>OT-MQ10-014 - LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO SECTOR CAMINO PLANTA MINA</b>			
DEPARTAMENTO: PROVINCIA: DISTRITO: LOCALIDAD O SECTOR:		<b>MOQUEGUA MARISCAL NIETO TORATA QUELLAVECO</b>		ORDEN DEL PUNTO <b>C</b> PUNTOS BASE - GPS	
TECNICA DE MEDICIÓN <b>GPS DIFERENCIAL - ESTATICO</b>				<b>LP1 y PA-1</b>	
<b>COORDENADAS GEOGRAFICAS</b> Zona 19 Sur		<b>COORDENADAS UTM</b> Zona 19 Sur		<b>COORDENADA TOPOGRAFICA</b> (PTL: LP1)	
<b>WGS 84</b>	17° 06' 47.09018" S	<i>N: 8107185.1480</i>		-	
	70° 39' 24.96044" W	<i>E: 323716.2969</i>		-	
<b>PSAD 56 (IGN)</b>	17° 06' 34.25887" S	<i>N: 8107558.3327</i>		<i>N: 8107559.274</i>	
	70° 37' 18.24546" W	<i>E: 323904.2927</i>		<i>E: 323906.215</i>	
<b>ALTURA ELIPSOIDAL (WGS 84)</b> 3946.2162		<b>ALTURA GEOIDAL (EGM 96)</b> 3905.8352		<b>Elev. Trigonométrica (Base: Q-3 y T3-03)</b> 3903.977	
Fecha de medición <b>16 de abril de 2015</b>		Equipo GPS <b>Leica GS-09</b>		Factor Combinado (WGS84-UTM) <b>0.99936460446</b>	
CROQUIS DE UBICACIÓN:				FOTOGRAFIA:	
					
<b>DESCRIPCIÓN:</b> El punto MS-09 se ubica 200 m al norte de la poza Caracoles 4 "Poza C4" y a 50 m a la derecha de la carretera poza C4 - Botadero. El hito consiste en un dado de concreto simple de 0.25x0.25x0.40 m (LxAxH), anclado bajo el nivel del terreno, sobre cuyo eje lleva fijado un perno de 5"x3/8" de cabeza circular con una marca en bajo relieve en forma de "X" que precisa la ubicación del punto.					

		<b>FICHA TECNICA DE PUNTO GEODESICO</b>		<b>GP-F-05</b>	
<b>IDENTIFICACION:</b> <b>MS-10</b>		<b>PROYECTO:</b> <b>OT-MQ10-014 - LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO SECTOR CAMINO PLANTA MINA</b>			
<b>DEPARTAMENTO:</b> <b>PROVINCIA:</b> <b>DISTRITO:</b> <b>LOCALIDAD O SECTOR:</b>		<b>MOQUEGUA</b> <b>MARISCAL NIETO</b> <b>TORATA</b> <b>QUELLAVECO</b>		<b>ORDEN DEL PUNTO</b> <b>C</b> <b>PUNTOS BASE - GPS</b>	
<b>TECNICA DE MEDICIÓN</b> <b>GPS DIFERENCIAL - ESTATICO</b>				<b>LP1 y PA-1</b>	
<b>COORDENADAS GEOGRAFICAS</b> Zona 19 Sur		<b>COORDENADAS UTM</b> Zona 19 Sur		<b>COORDENADA TOPOGRAFICA</b> (PTL: LP1)	
<b>WGS 84</b>	17° 06' 47.90434" S	<i>N: 8107157.3490</i>		-	
	70° 39' 35.96844" W	<i>E: 323391.1127</i>		-	
<b>PSAD 56 (IGN)</b>	17° 06' 35.07309" S	<i>N: 8107530.5344</i>		<i>N: 8107531.453</i>	
	70° 37' 29.25283" W	<i>E: 323579.1079</i>		<i>E: 323580.824</i>	
<b>ALTURA ELIPSOIDAL (WGS 84)</b> 3899.2400		<b>ALTURA GEOIDAL (EGM 96)</b> 3858.8806		<b>Elev. Trigonométrica (Base: Q-3 y T3-03)</b> 3857.048	
<b>Fecha de medición</b> 16 de abril de 2015		<b>Equipo GPS</b> Leica GS-09		<b>Factor Combinado (WGS84-UTM)</b> 0.99937339003	
<b>CROQUIS DE UBICACIÓN:</b>				<b>FOTOGRAFIA:</b>	
					
<b>DESCRIPCIÓN:</b> El punto MS-10 se ubica 20 m al norte del botadero de la poza Caracoles 4 "Poza C4". El hito consiste en un dado de concreto simple de 0.25x0.25x0.40 m (LxAxH), anclado bajo el nivel del terreno, sobre cuyo eje lleva fijado un perno de 5"x3/8" de cabeza circular con una marca en bajo relieve en forma de "X" que precisa la ubicación del punto.					

		<b>FICHA TECNICA DE PUNTO GEODESICO</b>		<b>GP-F-05</b>	
<b>IDENTIFICACION:</b> <b>MS-11</b>		<b>PROYECTO:</b> OT-MQ10-014 - LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO SECTOR CAMINO PLANTA MINA			
<b>DEPARTAMENTO:</b> MOQUEGUA		<b>PROVINCIA:</b> MARISCAL NIETO		<b>ORDEN DEL PUNTO</b> <b>C</b>	
<b>DISTRITO:</b> TORATA		<b>LOCALIDAD O SECTOR:</b> QUELLAVECO		<b>PUNTOS BASE - GPS</b>	
<b>TECNICA DE MEDICIÓN</b> GPS DIFERENCIAL - ESTATICO				<b>LP1 y PA-1</b>	
<b>COORDENADAS GEOGRAFICAS</b> Zona 19 Sur		<b>COORDENADAS UTM</b> Zona 19 Sur		<b>COORDENADA TOPOGRAFICA</b> (PTL: LP1)	
<b>WGS 84</b>	17° 06' 38.15571" S	<i>N: 8107455.9900</i>		-	
	70° 39' 40.06898" W	<i>E: 323267.3434</i>		-	
<b>PSAD 56 (IGN)</b>	17° 06' 25.32463" S	<i>N: 8107829.1759</i>		<i>N: 8107830.251</i>	
	70° 37' 33.35323" W	<i>E: 323455.3389</i>		<i>E: 323456.956</i>	
<b>ALTURA ELIPSOIDAL (WGS 84)</b> 3772.5474		<b>ALTURA GEODAL (EGM 96)</b> 3732.1680		<b>Elev. Trigonométrica (Base: Q-3 y T3-03)</b> 3730.317	
<b>Fecha de medición</b> 16 de abril de 2015		<b>Equipo GPS</b> Leica GS-09		<b>Factor Combinado (WGS84-UTM)</b> 0.99939380112	
<b>CROQUIS DE UBICACIÓN:</b>				<b>FOTOGRAFIA:</b>	
<b>DESCRIPCIÓN:</b> El punto MS-11 se ubica 700 m al nor-este de la poza Caracoles 4 "Poza C4". El Hito consiste en un dado de concreto simple de 0.25x0.25x0.40 m (LxAxH), anclado bajo el nivel del terreno, sobre cuyo eje lleva fijado un perno de 5"x3/8" de cabeza circular con una marca en bajo relieve en forma de "X" que precisa la ubicación del punto.					